

Educación en la Química

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

ISSN 2344-9683

Volumen 23
Número 1 y 2
2017

Educación en la Química

ISSN en línea 2344-9683

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

Educación en la Química

Es una publicación semestral de la Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química de la República Argentina, ADEQRA, Personería Jurídica N° 8933 que se distribuye gratuitamente a los miembros de esta Asociación. Es una revista que busca contribuir a la interrelación entre los docentes y los investigadores de las ciencias químicas y de la educación química. En ella se dan a conocer experiencias de aula, resultados de investigaciones, avances tecnológicos, noticias científicas, y todo otro aporte original que oriente el enriquecimiento y profesionalización del docente de química y colabore en el mejoramiento de su tarea.

Los editores agradecen cartas, ideas, sugerencias y artículos que puedan resultar de utilidad a otros colegas.

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

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

Se autoriza la reproducción de los materiales, citando la fuente. (Título clave abreviado: EdenlaQ)

Comité editor

Editor Responsable

Luz Lastres Flores

(ex-Universidad de B. Aires)

Co-editora

M. Gabriela Lorenzo

(Universidad de B. Aires-CONICET)

Colaboradora

Andrea S. Farré

(Universidad N. de Rio Negro)

Consejo Asesor Nacional

Erwin Baumgartner (Universidad de Buenos Aires)

Faustino Beltrán (Academia Argentina de Artes y Ciencias de la Comunicación)

Marta Bulwik (ex ISP J. V. González, B.A.)

Raúl Chernikoff (Universidad N. de Cuyo)

Norma D'Accorso (Universidad de Buenos Aires)

Lilia Davel (Universidad de Buenos Aires)

Lydia Galagovsky (Universidad de Buenos Aires)

Martín G. Labarca (CONICET)

Hernán Miguel (Universidad de Buenos Aires)

Norma Nudelman (Universidad de Buenos Aires)

Héctor Odetti (Universidad N. del Litoral)

Laura Vidarte (ex ISP J. V. González, B.A.)

Consejo Asesor Internacional

Daniel Bartet (UMCE, Chile)

Bruno Ferreira Dos Santos (Universidad Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil)

Johanna Camacho (U. de Chile)

Plinio Sosa Fernández (Consejo Editorial de las revistas Educación Química y Acta Universitaria, México)

Vicente Talanquer (U. de Arizona, Tucson, EEUU)

Gisela Hernández Millán (UNAM, México)

EdenlaQ-ADEQRA. Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. CIAEC.
Facultad de Farmacia y Bioquímica. UBA.
Junín 956 (1113). Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
e-mail: ciaec@ffyb.uba.ar



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

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

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

Comisión Directiva

En ocasión de celebrarse las JORNADAS AQA, los socios de ADEQRA presentes se autoconvocaron en Asamblea, para seleccionar nuevas autoridades con el fin de dar inicio a las actividades necesarias para la organización de la próxima 18req18.

La nueva comisión directiva, que será confirmada en Río Cuarto, Córdoba en próximo agosto durante la REQ, quedo conformada de la siguiente manera:

Presidente: Teresa Quintero (UNRC)

Secretaria: Anabela Flores (UNRC)

Prosecretaria: Ana Bazzo (UNC)

Tesorera: Marcela Susana Altamirano (UNRC)

Vocal 1°: Sandra Hernández (UNS- Titular)

Gladys Acuña (UNM- Suplente)

Vocal 2°: Germán Sánchez (UNL -Titular)

Andrea Farré (UNRN- Suplente)

Revisores de Cuentas:

1°: Carlos Matteucci – Andrés Raviolo (UNRN-suplente)

2°: Marina Mansullo (UNC)

3°: Héctor Odetti (UNL)

Para profundizar

COMPUESTOS DE COORDINACIÓN... ¿TAN COMPLEJOS?

Silvana Irene Torri, Silvia Catán, Erika Pacheco Rudz

Departamento de Recursos Naturales y Ambiente, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

E-mail: torri@agro.uba.ar

Resumen Los compuestos de coordinación o complejos son compuestos cuya estructura molecular se encuentra generalmente formada por un elemento central que posee orbitales de valencia no ocupados, rodeado por un cierto número de moléculas o iones que poseen pares de electrones no compartidos, capaces de formar distintos tipos de enlace. En este trabajo se presentan los principios básicos de la química de los compuestos de coordinación, incluyendo su nomenclatura. Se destaca la importancia agronómica que presentan este tipo de compuestos, ya sea en la fisiología vegetal o cuando son utilizados como fertilizantes para proveer nutrientes a las plantas.

Palabras clave: complejos, quelatos, ligandos, ion central

Coordination compounds ... So complex?

Abstract: Coordination complexes are compounds whose molecular structure is generally formed by a central element that has unoccupied valence orbitals, surrounded by a number of molecules or ions that have pairs of unshared electrons, capable of forming different types of bond. In this paper we present the basic principles of the chemistry of coordination compounds, including their nomenclature. The agronomic importance of this type of compounds, either in plant physiology or when used as fertilizers to provide essential nutrients to plants is emphasized.

Key words. Complex, chelates, ligand, central ion

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los compuestos de coordinación tienen una amplia aplicación y fácil relación con los componentes del entorno, ya que están presentes en todos los sistemas bióticos y abióticos de la naturaleza. Sin embargo, el aprendizaje de estos compuestos presenta ciertas dificultades debido a la complejidad de los conceptos, que en ocasiones resultan ser muy abstractos, o con poca relación con la cotidianidad.

El presente trabajo tiene como objetivo proponer material teórico sobre los compuestos de coordinación. Se brindan imágenes, tablas, fotos

ilustrativas y numerosos ejemplos de aplicación, entre otros, tratando de minimizar la dificultad en la sistematización y empleo de estos contenidos. Este material sienta las bases teóricas para abordar con posterioridad, conceptos de mayor complejidad en las ciencias biológicas o aplicadas.

INTRODUCCIÓN

Los compuestos de coordinación, complejos metálicos o simplemente complejos son compuestos iónicos o neutros constituidos por un átomo o ion central, generalmente un metal de transición, al que se une un conjunto ordenado de otros iones, átomos o moléculas, que reciben el nombre de ligandos (Figura 1).

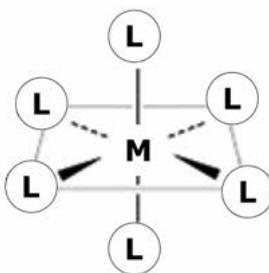


Figura 1. Esquema de un compuesto de coordinación, con la ubicación del ion central (M) y los ligandos (L)

COMPONENTES DE LOS COMPUESTOS DE COORDINACIÓN

Ion central

El ion central usualmente presenta orbitales atómicos de la capa de valencia vacíos, que pueden actuar como ácidos de Lewis (aceptores de pares de electrones). La factibilidad que se forme un enlace entre el ion central y los ligandos se encuentra condicionada por el impedimento estérico originado cuando los ligandos se aproximan al ion central para formar los enlaces.

Los metales de transición suelen presentar una elevada relación carga/radio, y un radio iónico lo suficientemente elevado como para permitir el acercamiento de un gran número de ligandos.

Ligandos o agentes complejantes

Los ligandos, o agentes complejantes, son aniones o moléculas polares que presentan al menos un par de electrones de valencia no compartidos, que pueden actuar como bases de Lewis (donadores de pares de

electrones, Figura 2).

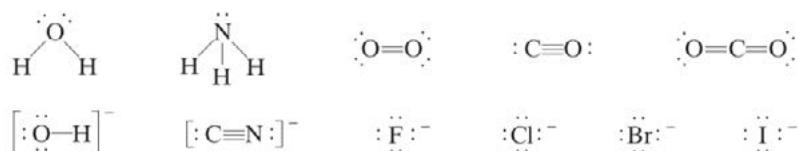


Figura 2. Ligandos con pares de electrones de valencia no compartidos

Los ligandos se coordinan al ion central en una región denominada **esfera de coordinación**. El número de ligandos unidos al ion central se denomina **número de coordinación** del elemento. Por ejemplo, en el $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$, el número de coordinación de la plata es 2; en el $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]_2^+$, el número de coordinación del cobre (II) es 4.

Algunos iones metálicos exhiben números de coordinación constantes. Por ejemplo, el número de coordinación del cromo (III) y del cobalto (III) es invariablemente 6, mientras que el del platino (II) es siempre 4. Otros elementos pueden presentar distinto número de coordinación según el compuesto que formen, como por ejemplo $[\text{CuCl}_2]^-$, $[\text{Cu}(\text{CN})_3]_2^-$, $[\text{Cu}(\text{CN})_4]_3^-$, $[\text{CuCl}_5]_3^-$.

Clasificación de los ligandos

Los ligandos pueden clasificarse como mono o polidentados en función del número de uniones que presenten con el ion central.

Si los ligandos ocupan una única posición en la esfera de coordinación (sólo forman un enlace con el átomo o ión central), se denominan ligandos monodentados. Pueden ser aniónicos, como F^- , Cl^- , Br^- , I^- , CN^- , SCN^- , entre otros; o neutros, como por ejemplo NH_3 y CO . Los ligandos monodentados catiónicos son poco frecuentes.

Si los ligandos ocupan más de una posición en la esfera de coordinación se denominan ligandos polidentados. Se describen como bi-, tri-, tetra-, penta- o hexadentados según la cantidad de enlaces que formen con el ión central.

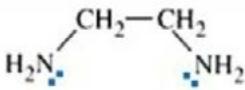
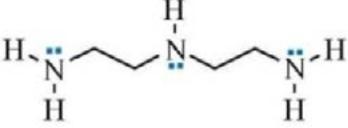
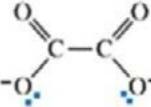
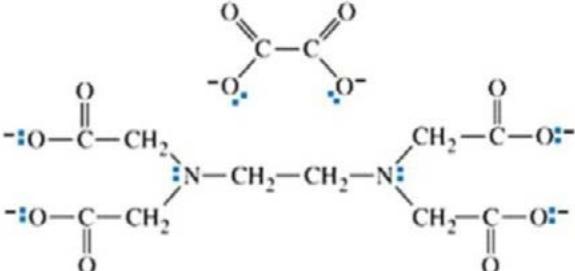
Nombre y abreviatura	Fórmula
etilendiamina (<i>en</i>)	
dietilentriamina (<i>dien</i>)	
ión oxalato (ox^{2-})	
ión etilendiamina tetra acetato ($EDTA^{4-}$)	

Tabla 1. Nombre, abreviatura y fórmula de algunos ligandos polidentados

Por ejemplo, la etilendiamina (*en*) y la dietilentriamina (*dien*) son ejemplos de ligandos bi y tri dentados respectivamente, ya que ocupan dos y tres posiciones en la esfera de coordinación del ion central (Tabla 1). El oxalato también es un ligando bidentado.

Ciertos ligandos polidentados pueden ocupar cinco o seis posiciones en la esfera de coordinación. Tal es el caso del EDTA (ácido etilen diamino tetraacético), el cuál es un ligando hexadentado (Figura 2).

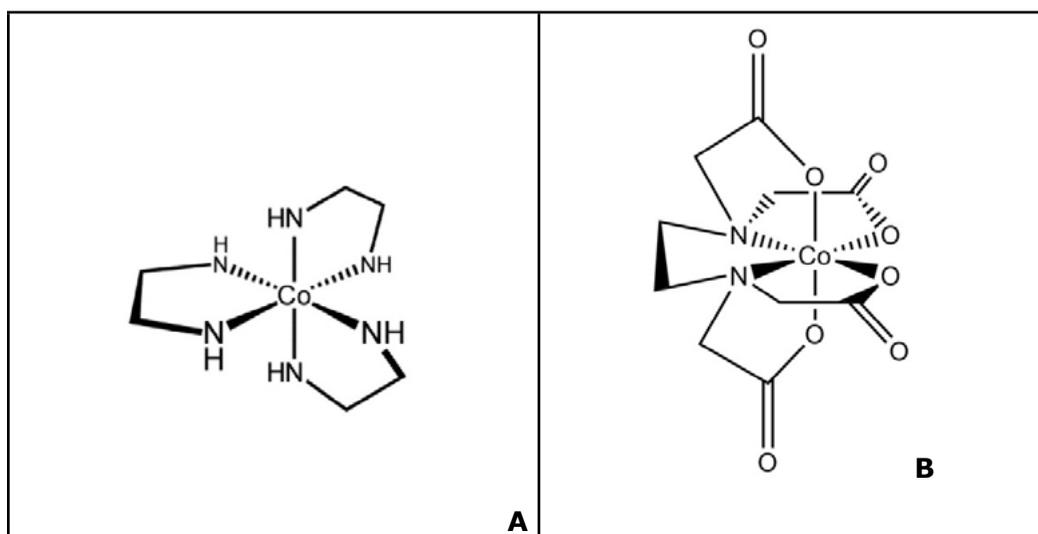


Figura 3. Ligandos polidentados. A. ligando bidentado etilendiamina. B. ligando hexadentado EDTA

Los ligandos polidentados suelen denominarse también quelatos. El nombre quelato deriva de la palabra griega *kela* que significa "pinza", ya que el tipo de estructura espacial que forman ciertos ligandos polidentados con el ion central se asemeja a un cangrejo, con el núcleo de coordinación atrapado entre sus pinzas (Figura 3). Otros ligandos que pueden formar complejos tipo quelato son: el ácido cítrico, el ácido málico, el ácido tartárico, el ácido glucónico, el ácido láctico, el ácido acético, y el ácido tri-poli-fosfórico (TPPA). La materia orgánica del suelo (MOS) también puede ejercer un efecto quelante en el sistema edáfico.

Configuración espacial

Si el número de coordinación es mayor a 1, los ligandos pueden ubicarse con diferentes orientaciones espaciales. En la Tabla 2 se presentan las geometrías para los índices de coordinación más comunes.

El término hibridación al que se hace referencia en la Tabla 2 es el proceso de formación de nuevos orbitales electrónicos, que surgen de mezclar orbitales de distinta energía, como aquellos de los subniveles atómicos s y p. Los orbitales resultantes presentan la misma energía, y pueden ser los orbitales híbridos sp, sp² o sp³.

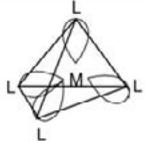
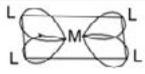
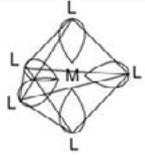
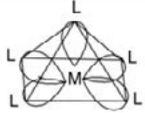
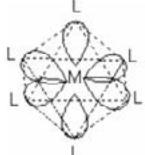
Índice Coordinación	Geometría	Hibridación	Ejemplos
2		LINEAL sp	[Ag(NH ₃) ₂] ⁺ [Cu(CN) ₂] ⁻
4		TETRAEDRICA sp ³	[Zn(CN) ₄] ²⁻ [Cd(NH ₃) ₄] ²⁺
4		PLANO CUADRADA dsp ² o sp ² d	[Ni(CN) ₄] ²⁻ [Cu(OH) ₂] ₄ ²⁺ [PtCl ₂ (NH ₃) ₂]
5		BIPIRAMIDE TRIGONAL dsp ³	[Fe(CO) ₅] ³⁺ [CuCl ₅] ³⁻
5		PIRAMIDAL CUADRADA d ² sp ²	[Ni(CN) ₅] ³⁻ [MnCl ₅] ³⁻
6		OCTAEDRICA d ² sp ³ o sp ³ d ²	[Fe(CN) ₆] ⁴⁻ [Fe(OH) ₆] ²⁺

Tabla 2. Geometría de las moléculas para los índices de coordinación más comunes.

REGLAS DE FORMULACIÓN (IUPAC)

Para identificar el complejo dentro de una molécula y separarlo de los demás componentes, los compuestos de coordinación se escriben entre corchetes.

Dentro del corchete, se escribe primero el átomo central, seguido por los aniones y las especies neutras. De haber dos o más ligandos con la misma carga, se ordenan alfabéticamente según el átomo que se encuentra unido al átomo central. Los ligandos poliatómicos o sus abreviaturas se escriben entre paréntesis. La carga total del complejo se escribe como superíndice fuera del corchete.

A modo de ejemplo, si existiese el complejo formado por los siguientes iones: 1 Co^{3+} , 4 NH_3 , 1 Cl^- , 1 NO_2^- , éste se escribiría $[\text{CoCl}(\text{NO}_2)(\text{NH}_3)_4]^+$.

Cabe destacar que los compuestos de coordinación pueden ser catiónicos, aniónicos o neutros.

Por ejemplo: $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ es un complejo catiónico.
 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ es un complejo aniónico.
 $[\text{CuBr}_2(\text{NH}_3)_2]$ es un complejo neutro.

REGLAS DE NOMENCLATURA (IUPAC)

Para nombrar una molécula que presente un compuesto de coordinación se indica primero el anión y luego el catión. En el caso del complejo, se nombran primero los ligandos, seguidos por el nombre del ion o átomo central. El estado de oxidación del ion central se indica con números romanos.

Los ligandos aniónicos se nombran utilizando la terminación *o*. Normalmente, las terminaciones *uro* cambian a *o*, las terminaciones *ito* y *ato* no cambian. Las moléculas neutras que actúan como ligandos generalmente no modifican su nombre, como es el caso de la etilendiamina. Las principales excepciones a esta última regla son *acuo*, *amin*, *carbonil*, y *nitrosil*. En la Tabla 3 se indican los nombres de los ligandos más comunes.

El número de ligandos se indica con un prefijo de cantidad. Los prefijos habituales son *di*=2, *tri*=3, *tetra*=4, *penta*=5 y *hexa*=6. Así, *dicloro* significa dos iones Cl^- , *pentaacuo* significa cinco moléculas de H_2O . El prefijo *mono* suele omitirse.

Si el nombre del ligando es un nombre compuesto como etilendiamina (abreviado como *en*), que a su vez contiene un prefijo numérico se en-

cierra el nombre con un paréntesis precedido por el prefijo de cantidad. Por lo tanto, para indicar la presencia de dos ligandos etilendiamina (*en*) se escribe *bis*(etilendiamina).

Tabla 3. Nomenclatura de los ligandos más comunes.

LIGANDO	NOMBRE DEL LIGANDO
Agua, H ₂ O	Acuo
Amoníaco, NH ₃	Amino
Bromuro, Br ⁻	Bromo
Carbonato, CO ₃ ²⁻	Carbonato
Cianuro, CN ⁻	Ciano
Cloruro, Cl ⁻	Cloro
Hidróxido, OH ⁻	Hidroxo
Etilendiamina	Etilendiamino
Etilendiaminatetraacetato	Etilendiaminotetraacetato
Monóxido de carbono, CO	Carbonil
Nitrito, NO ₂ ⁻	Nitro
Oxalato, C ₂ O ₄ ²⁻	Oxalato
Oxido, O ²⁻	Oxo
Óxido nítrico NO	Nitrosil

En el caso de haber dos o más ligandos, éstos se nombran en orden alfabético. Los prefijos que indican el número de ligandos no se consideran como parte del nombre del ligando para determinar el orden alfabético. Por ejemplo, el ion [Co(NH₃)₅Cl]₂⁺ se designa pentaaminoclorocobalto(III).

En los complejos aniónicos, el metal lleva la terminación "ato". Por ejemplo, el anión [Fe(CN)₆]⁴⁻ se denomina ion hexacianoferrato (II).

En la Tabla 4 se indica el nombre que adquiere el ion central cuando el complejo es un anión.

Tabla 4. Nombre que adquiere el ion central en complejos aniónicos

METAL	NOMBRE EN EL COMPUESTO ANIONICO	METAL	NOMBRE EN EL COMPUESTO ANIONICO
Aluminio	Aluminato	Molibdeno	Molibdato
Cromo	Cromato	Níquel	Niquelato
Cobalto	Cobaltato	Oro	Aurato
Cobre	Cuprato	Plata	Argentato
Estaño	Estannato	Plomo	Plumbato
Hierro	Ferrato	Tungsteno	Tungstato
Manganeso	Manganato	Cinc	Zincato

A continuación se brindan algunos ejemplos de nomenclatura de iones complejos y de moléculas que los contienen

$[\text{CuCl}_4]^{2-}$	ión tetraclorocuprato (II).
$[\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$	ión tetrahidroxocromato (III).
$[\text{CoCl}_2(\text{en})_2]^+$	ión diclorobis(etilendiamina)cobalto (III)
$[\text{CoCl}(\text{NO}_2)(\text{NH}_3)_4]^+$	ión tetraammincloronitrocobalto (III),
$[\text{Ni}(\text{PF}_3)_4]$	tetra(trifluorofosfina)níquel (0)
$[\text{CoCl}(\text{NO}_2)(\text{NH}_3)_4]\text{NO}_3$	nitrato de tetraammincloronitrocobalto (III)
$[\text{CrCl}_2(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl}$	cloruro de tetraaquodiclrocromo (III).
$[\text{Ru}(\text{NH}_3)_5(\text{OH})]\text{SO}_4$	sulfato de pentaamminhidroxorutenio (III)
$\text{K}_2[\text{Cu}(\text{CN})_4]$	tetracianocuprato (II) de potasio
$\text{NH}_4[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{SCN})_4]$	diamintetratiocianocromato(III) de amonio

CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPUESTOS DE COORDINACIÓN

Los compuestos de coordinación son especies químicas definidas, con propiedades físicas y químicas diferentes a las correspondientes al ion central o los ligandos que lo constituyen.

Entre las propiedades físicas pueden mencionarse el color, ya que los compuestos de coordinación pueden ser de un color muy distinto al de los iones metálicos y los ligandos que lo componen, como es el caso del complejo $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$. Dicho complejo presenta un color azul intenso, diferente al color celeste característico de las soluciones que contienen sales de Cu^{2+} (Figura 4).



Figura 4. Solución de CuSO_4 (izquierda) y solución $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{SO}_4$ (derecha)

La solubilidad de un ion también puede modificarse por la formación de complejos. En el caso de los complejos solubles, se produce un aumento en el tamaño del ion, que se traduce en una disminución en la fuerza de

atracción entre el catión y sus contraiones debido a la esfera de coordinación que rodea al ion metálico. Esto por lo general provoca un aumento en la solubilidad del ion central, o mejor expresado, una disminución de su tendencia a precipitar.

En solución acuosa, los cationes metálicos se encuentran coordinados a moléculas de agua. Su fórmula general es $[M(H_2O)_n]^{z+}$. A este tipo particular de complejos se denomina **acuocomplejos**. Los compuestos más comunes tienen estructura octaédrica, y muy pocos presentan un número de coordinación inferior a 6. Por ejemplo, los cationes Co^{2+} , Cr^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Ti^{2+} , V^{2+} y Zn^{2+} forman complejos octaédricos. Los acuocomplejos de Cu pueden presentar número de coordinación 4 (planar) o 6 (octaédrico). El ion $[Ag(H_2O)_4]^+$ es un raro ejemplo de acuocomplejo tetraédrico (Figura 5).

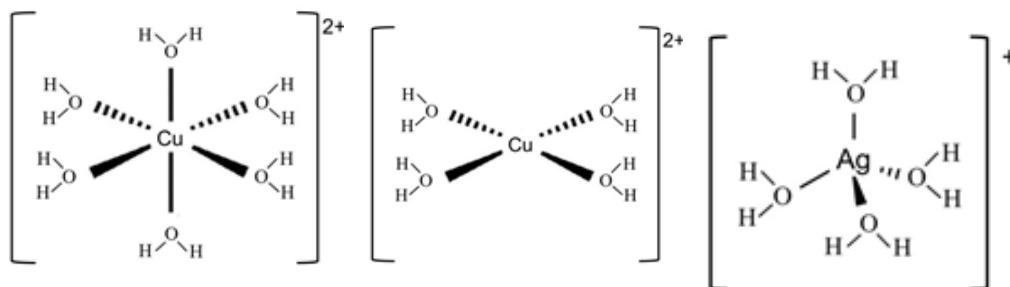
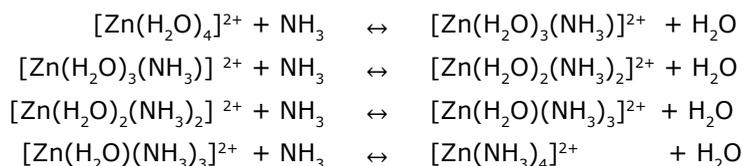


Figura 5: Acuocomplejos de cobre (octaédrico y planar) y plata (tetraédrico)

La reacción de formación de complejos en medio acuoso puede ser considerada como un simple desplazamiento de los ligandos *acu* por otros ligandos por los que el ion central presenta mayor afinidad.

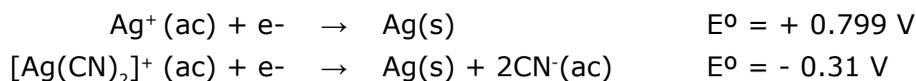
El Cinc (II), en medio acuoso forma el complejo tetraacuocinc (II), $[Zn(H_2O)_4]^{2+}$. Si se añaden concentraciones crecientes de amoníaco, se verifican las siguientes reacciones de desplazamiento:



El proceso de sustitución tiene lugar por etapas, de modo que, en cualquier momento se debe considerar que coexisten varias especies, siendo la proporción relativa de éstas función de la concentración del agente complejante.

Entre las propiedades químicas, la formación de compuestos de coordinación puede modificar el potencial de oxidación o reducción del ion central. Por ejemplo, el ion Ag^+ se reduce fácilmente en agua, sin em-

bargo, el ion $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^+$ (ac) no se reduce con tanta facilidad. Esto se debe a que la coordinación de Ag^+ con los iones CN^- estabiliza la plata en el estado de oxidación +1.



Como ya se indicó, los compuestos de coordinación son especies químicas definidas, con propiedades físicas y químicas características, diferentes a las del ion metálico o de los ligandos que lo constituyen. La solvatación de un complejo con moléculas de agua no modifica sus propiedades físicas o químicas. Por lo tanto, para ser considerados complejos, los compuestos de coordinación en solución acuosa deben presentar por lo menos un ligando diferente a las moléculas de agua.

FORMACIÓN DE COMPLEJOS

Para abordar el estudio de los equilibrios de formación de complejos, es importante considerar la estabilidad de un ion complejo y su tendencia a reaccionar, es decir: los aspectos cinéticos y termodinámicos.

Termodinámica

La estabilidad es una propiedad termodinámica, que se mide en función de la constante de formación K_f de la especie. Por ejemplo, el $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$, ion tetracianoniquelato (II) es estable porque tiene una constante de formación $K_f \approx 1030$.

Cinética

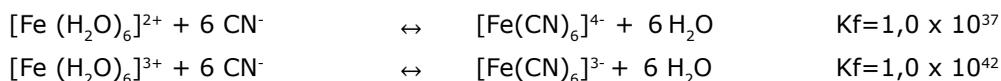
La cinética estudia la velocidad de las reacciones de formación de complejos, y sus mecanismos de reacción. Cinéticamente, los compuestos de coordinación pueden dividirse en:

- Complejos lábiles, en los cuales los ligandos se intercambian rápidamente por otros ligandos. Se caracterizan por ser muy reactivos, con velocidad de descomposición elevada.
- Complejos inertes, con velocidad de descomposición muy baja. En general, se considera un complejo inerte cuando puede ser aislado y caracterizado en atmósfera oxidante, y sus propiedades se mantienen constantes en el tiempo.

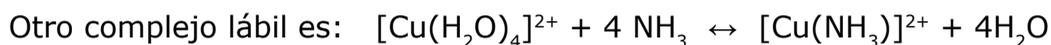
La sustitución de uno o más ligandos de la esfera de coordinación por otros ligandos está determinada por su labilidad.

Los términos *inerte* y *lábil* no deben confundirse con los términos *estable* e *inestable*, pues un complejo puede ser lábil o inerte independientemente de su estabilidad termodinámica.

Por ejemplo, el ion CN^- forma complejos con Fe^{2+} y Fe^{3+} , de acuerdo a las siguientes reacciones:

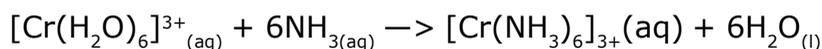


Ambos compuestos de coordinación son termodinámicamente estables. Sin embargo, el ión hexacianoferrato (III) es inerte, mientras que el ion hexacianoferrato (II) es muy lábil y libera rápidamente CN^- , resultando venenoso.



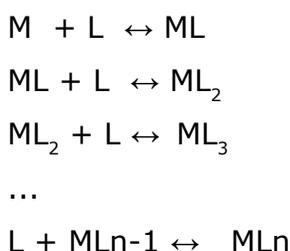
En general, los compuestos de coordinación formados por elementos de la primera serie de transición, excepto los de Cr (III) y Co (III), son cinéticamente lábiles, mientras que los de la segunda y tercer serie de transición son cinéticamente inertes.

En un complejo inerte, la sustitución de ligandos es un proceso que ocurre muy lentamente. A diferencia del complejo de cobre, en el $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ la sustitución de agua por amoníaco demora 40 horas a $T = 20 \text{ C}$, según la siguiente reacción:



CONSTANTES DE ESTABILIDAD DE LOS COMPLEJOS

Si el átomo central M tiene un índice de coordinación n , las reacciones de formación sucesivas de las distintas especies serán:



A cada una de las reacciones de formación sucesivas de complejos le corresponde una constante de equilibrio K de formación de complejo:

$$K_1 = \frac{[\text{ML}]}{[\text{M}][\text{L}]} \quad K_2 = \frac{[\text{ML}_2]}{[\text{ML}][\text{L}]} \quad \text{y así sucesivamente hasta} \quad K_n = \frac{[\text{ML}_n]}{[\text{ML}_{n-1}][\text{L}]}$$

El proceso global de formación del complejo de máxima coordinación de M con L será:



donde K_f = constante de *formación global* o de estabilidad

Los equilibrios de formación de complejos (Tabla 5) son semejantes a los equilibrios ácido-base, ya que ambos pueden considerarse como casos particulares de un sistema donante - aceptor.

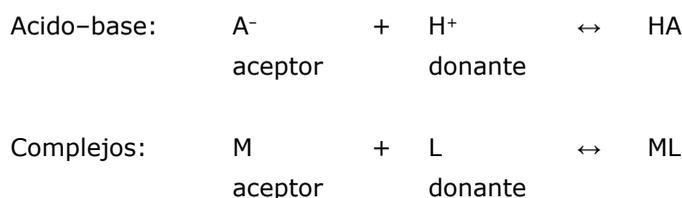


Tabla 5. Constante de formación algunos iones complejos (adaptado de Garrrels y Christ, 1965)

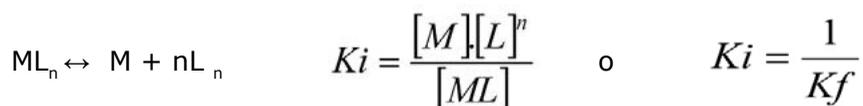
IÓN Complejo	K_f	IÓN Complejo	K_f
[Ag(CN) ₂] ⁻	5,6 × 10 ¹⁸	[CuI ₂] ⁻	8,0 × 10 ⁸
[Ag(EDTA)] ³⁻	2,1 × 10 ⁷	[Fe(CN) ₆] ³⁻	1,0 × 10 ⁴²
[Ag(NH ₃) ₂] ⁺	1,6 × 10 ⁷	[Fe(CN) ₆] ⁴⁻	1,0 × 10 ³⁷
[Ag(S ₂ O ₃) ₂] ³⁻	1,7 × 10 ¹³	[Fe(EDTA)] ⁻	1,7 × 10 ²⁴
[Ag(SCN) ₄] ³⁻	1,2 × 10 ¹⁰	[Fe(EDTA)] ²⁻	2,1 × 10 ¹⁴
[AgBr ₂] ⁻	1,0 × 10 ¹¹	[Fe(SCN)] ²⁺	8,9 × 10 ²
[AgCl ₂] ⁻	1,8 × 10 ⁵	[Hg(CN) ₄] ²⁻	3,0 × 10 ⁴¹
[AgI ₂] ⁻	1,0 × 10 ¹¹	[Hg(EDTA)] ²⁻	6,3 × 10 ²¹
[Al(EDTA)] ⁻	1,3 × 10 ¹⁶	[Hg(NH ₃) ₄] ²⁺	1,8 × 10 ¹⁹
[Al(OH) ₄] ⁻	1,1 × 10 ³³	[HgBr ₄] ²⁻	3,0 × 10 ⁴
[AlF ₄] ⁻	2,0 × 10 ⁸	[HgCl ₄] ²⁻	1,2 × 10 ¹⁵
[AlF ₆] ³⁻	2,5 × 10 ⁴	[HgI ₄] ²⁻	1,9 × 10 ³⁰
[BeF ₄] ²⁻	1,3 × 10 ¹³	[HgI ₄] ²⁻	6,8 × 10 ²⁹
[Cd(CN) ₄] ²⁻	6,0 × 10 ¹⁸	[Ni(CN) ₄] ²⁻	2,0 × 10 ³¹
[Cd(NH ₃) ₄] ²⁺	1,3 × 10 ⁷	[Ni(EDTA)] ²⁻	3,6 × 10 ¹⁸
[Cd(NH ₃) ₆] ²⁺	2,6 × 10 ⁵	[Ni(NH ₃) ₆] ²⁺	5,5 × 10 ⁸
[Co(EDTA)] ⁻	1,0 × 10 ³⁶	[Pb(EDTA)] ²⁻	2,0 × 10 ¹⁸
[Co(EDTA)] ²⁻	2,0 × 10 ¹⁶	[Pb(OH) ₃] ⁻	3,8 × 10 ¹⁴
[Co(NH ₃) ₆] ²⁺	1,3 × 10 ⁵	[Pb(S ₂ O ₃) ₃] ⁴⁻	2,2 × 10 ⁶
[Co(NH ₃) ₆] ³⁺	4,6 × 10 ³³	[PbCl ₃] ⁻	2,4 × 10 ¹
[Co(SCN) ₄] ²⁻	1,0 × 10 ³	[PbCl ₄] ²⁻	2,5 × 10 ¹⁵

[Cr(EDTA)] ⁻	1,0 × 10 ²³	[PbI ₄] ²⁻	3,0 × 10 ⁴
[Cr(OH) ₄] ⁻	8,0 × 10 ²⁹	[Pt(NH ₃) ₆] ²⁻	2,0 × 10 ³⁵
[Cu(CN) ₂] ⁻	1,0 × 10 ¹⁶	[PtCl ₄] ²⁻	1,0 × 10 ¹⁶
[Cu(CN) ₄] ²⁻	1,0 × 10 ²⁵	[SnF ₆] ²⁻	1,0 × 10 ²⁵
[Cu(CN) ₄] ³⁻	2,0 × 10 ³⁰	[Zn(CN) ₄] ²⁻	1,0 × 10 ¹⁸
[Cu(EDTA)] ²⁻	5,0 × 10 ¹⁸	[Zn(EDTA)] ²⁻	3,0 × 10 ¹⁶
[Cu(NH ₃) ₄] ²⁻	1,0 × 10 ¹³	[Zn(NH ₃) ₄] ²⁺	7,8 × 10 ⁸
[CuBr ₂] ⁻	8,0 × 10 ⁵	[Zn(OH) ₄] ²⁻	4,6 × 10 ¹⁷
[CuCl ₂] ⁻	3,0 × 10 ⁵	[ZnCl ₄] ²⁻	1,6
[CuCl ₃] ²⁻	5,0 × 10 ⁵		

El comportamiento del ion metálico en el proceso de formación del compuesto de coordinación está relacionado con su carga, tamaño y configuración de la capa de valencia. Generalmente cuanto mayor es la relación entre la carga y el tamaño (Z/r^2) del ion central, mayor estabilidad presenta el compuesto de coordinación. Con relación al ligando, su tamaño y la basicidad de sus átomos donadores favorecen la formación de complejos estables (Ribas Gispert 2000).

CONSTANTE DE INESTABILIDAD DE LOS COMPLEJOS

La inversa de la constante de formación (K_f) o de la constante de estabilidad de un complejo es la *constante de inestabilidad (Ki)* o *constante de destrucción*. Por lo tanto, un complejo es más estable cuanto mayor sea su constante de estabilidad o menor sea su constante de inestabilidad. Para el complejo ML_n , la constante de inestabilidad es:

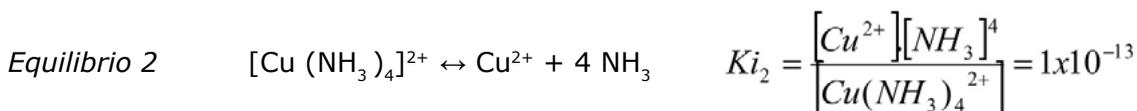
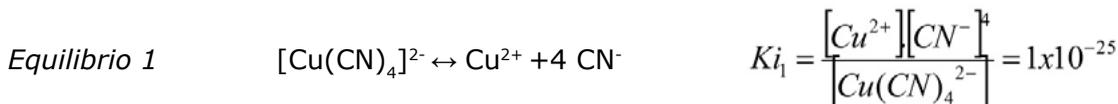


La constante de inestabilidad del complejo tetraamin cobre (II) es 10⁻¹³. En solución acuosa, dicho complejo sufre disociación como electrolito débil. Es un complejo muy estable, de color azul intenso que suele utilizarse para detectar el ion cobre en solución acuosa, por ejemplo, en efluentes industriales.



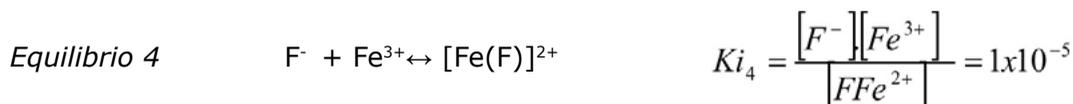
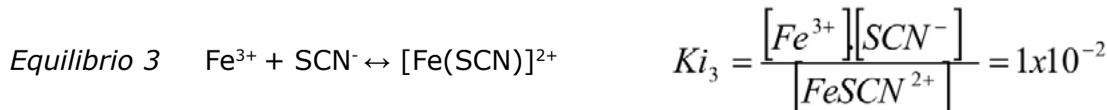
Mediante la constante de inestabilidad es posible predecir el comportamiento de un complejo en presencia de otro si ambos presentan un ion común.

Ejemplo 1: Dados los complejos $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{2-}$ y $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, se verifica los siguientes equilibrios:



Debido a que K_{i_2} es mayor que K_{i_1} , el complejo más inestable es el complejo tetramín cobre (II), expresado en el equilibrio 2. Es por este motivo que al agregar iones CN^- a una solución de tetramín cobre (II), el color azul intenso característico del complejo desaparece, debido a la formación del complejo incoloro tetraciano cobre (II).

Ejemplo 2: El complejo $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ origina una solución de color rojo oscuro. Al incorporar iones F^- a dicha solución, se observa la desaparición del color debido a la formación de un nuevo complejo incoloro más estable, el $[\text{Fe}(\text{F})]^{2+}$



Como K_{i_4} es menor que K_{i_3} , el complejo $[\text{Fe}(\text{F})]^{2+}$ será más estable que el ión $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$. A su vez, al incrementar la concentración de iones F^- en la solución, el equilibrio se desplaza hacia la formación de $[\text{Fe}(\text{F})]^{2+}$, especie incolora. Por lo tanto, el desplazamiento de los equilibrios dependerá de la concentración de cada uno de los iones involucrados, y de las respectivas constantes de inestabilidad de cada complejo.

Es importante, además, considerar que el pH del medio es otra variable que afecta el equilibrio químico. En los ejemplos vistos, se consideró únicamente la formación de los iones complejos, sin que el ión central o los ligandos participen en reacciones laterales ácido-base.

Ejemplo de cálculo de especies en equilibrio

Se desea calcular las concentraciones de todas las especies presentes

en el equilibrio en una disolución constituida por Ca^{2+} 0,1 M y EDTA 1M a $\text{pH} > 11$ (pH suficientemente alcalino como para que no ocurra la protonación del EDTA).

Reacción:	EDTA^{4-}	+	Ca^{2+}	\leftrightarrow	$[\text{Ca}(\text{EDTA})]^{2-}$	$K = 1 \times 10^{11}$
Concentración inicial	1		0,1		—	
Conc. en el equilibrio	$1-0,1$		y		0,1	

Como K es muy elevada, la reacción estará desplazada hacia los productos. Por lo tanto, se puede aproximar que todos los iones Ca^{2+} están complejados con el EDTA.

Si la concentración de EDTA es inicialmente 0.1M, la concentración en el equilibrio de EDTA^{4-} será $(1-0.1)$ M. Quedará un remanente de iones Ca^{2+} sin complejar en el equilibrio. Si llamamos y a la concentración de iones Ca^{2+} presentes en el equilibrio, se pueden reemplazar dichos valores en la constante de equilibrio K :

$$K = \frac{[\text{Ca}(\text{EDTA})^{2-}]}{[\text{EDTA}^{4-}][\text{Ca}^{2+}]} = \frac{0,1}{(1-0,1)y} \quad \text{donde } x=1,1 \times 10^{-12} \text{ M}$$

Por lo tanto, $[\text{EDTA}^{4-}] = 0,8 \text{ M}$; $[\text{Ca}(\text{EDTA})^{2-}] = 0,1 \text{ M}$; $[\text{Ca}^{2+}] = 1,1 \times 10^{-12} \text{ M}$

En la Tabla 6 se presentan las constantes de estabilidad para algunos quelatos en donde el ácido cítrico es el ligando.

Tabla 6. Constantes de estabilidad de los quelatos de ácido cítrico (adaptado de Bobtelsky y Jordan, 1945)

Ión Metálico	Carga efectiva	Constante de Estabilidad
		(Log K_1)
Fe	+3	12,50
Al	+3	7,00
Pb	+2	6,50
Ni	+2	5,11
Co	+2	4,80
Zn	+2	4,71
Ca	+2	4,68
Cu	+2	4,35
Cd	+2	3,98
Mn	+2	3,67
Mg	+2	3,29
Fe	+2	3,08
Ba	+2	2,98

A su vez, la constante de estabilidad de los complejos de coordinación

varía según la naturaleza del ligando (Tabla 7).

Tabla 7. Constantes de estabilidad para ciertos quelatos de Cobre (II) y Calcio (II), adaptado de Kirk-Othmer (1954) y de Garrel y Christ (1965)

Ligando	Log K para el Quelato de Cu (II)	% de Cu Quelatado	% de Cu(II) Libre
EDTA	18,7	> 99,9999	< 10 ⁻⁵
NTA	13,1	> 99,9999	< 10 ⁻⁵
TPPA	6,7	99,99998	0,00002
Cítrico	4,35	99,996	0,004
Málico	3,4	99,96	0,04
Láctico	3,02	99,90	0,10
Acético	2,16	99,31	0,69
Ligando	Log K para el Quelato de Ca (II)	% de Ca Quelatado	% de Ca(II) Libre
EDTA	11,0	99,9999	< 10 ⁻⁵
NTA	7,6	99,9999	< 10 ⁻⁵
TPPA	5,0	99,999	0,001
Cítrico	4,68	99,998	0,002
Málico	1,8	98,413	1,587
Láctico	1,07	91,67	8,333
Acético	0,53	70,6	29,4

CONSIDERACIONES SOBRE LOS QUELATOS

Como ya se mencionó, los quelatos son complejos formados por ligandos polidentados, que se coordinan al ion central por dos o más enlaces de coordinación, originando estructuras cíclicas. Los anillos de 5 o 6 miembros originan quelatos de mayor estabilidad.

En general, los complejos formados por ligandos polidentados que forman anillos son termodinámicamente más estables que un complejo similar pero con ligandos monodentados. Este hecho se denomina "efecto quelato". Por ejemplo, el complejo de Cd²⁺ con etilendiamina es más estable que el formado por el mismo ión y cuatro moléculas de metilamina (Figura 5, A y B).

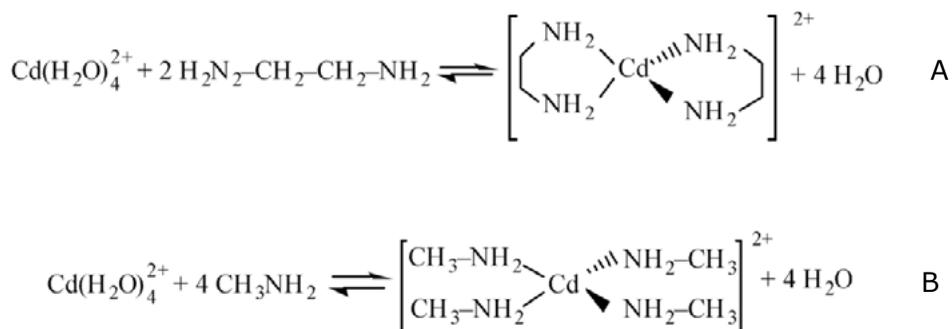


Figura 5. Reacción de formación y estructura química de los complejos di(en) cadmio (II) (A) y tetrametilamin cadmio (II) (B).

Desde el punto de vista termodinámico, la espontaneidad de una reacción química está relacionada con la energía libre de Gibbs (G). La siguiente expresión matemática, la define como una función de estado, en donde H es la entalpía; T es la temperatura y S es la entropía del sistema.

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S$$

En la Tabla 8 se analizan termodinámicamente las reacciones A y B mostradas en la Figura 5.

Tabla 8. Parámetros termodinámicos de ciertos complejos de Cd

Equilibrio	$\log^{\circ}\beta$	ΔG°	$\Delta H^{\circ}/\text{kJ mol}^{-1}$	$-T\Delta S^{\circ}/\text{kJ mol}^{-1}$
$\text{Cd}^{2+} + \text{CH}_3\text{NH}_2 \rightleftharpoons \text{Cd}(\text{CH}_3\text{NH}_2)_2^{4+}$	6,55	-37,4	-57,3	19,9
$\text{Cd}^{2+} + 2 \text{en} \rightleftharpoons \text{Cd}(\text{en})_2^{2+}$	10,62	-60,67	-56,48	-4,19

Se observa que la variación de entalpía es aproximadamente la misma para ambas reacciones, ya que se forman cuatro enlaces Cd-N. Sin embargo, en la reacción A se incrementa el grado de desorden (ΔS) en mayor medida que en la reacción B. De esta manera, gran parte del incremento en la estabilidad de los complejos de tipo quelato proviene fundamentalmente de un "efecto entrópico" (Huheey, Keiter, y Keiter, 1997).

Cabe destacar que el efecto quelato aumenta a medida que aumenta el número de anillos. En la Figura 6 se presentan dos quelatos de Ni, con sus constantes de formación

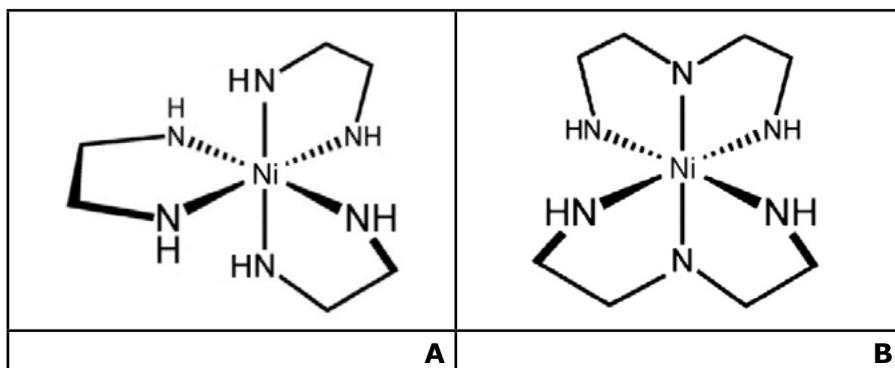
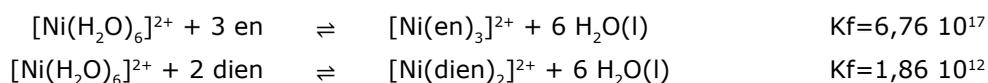


Figura 6. Complejos de Ni. $[\text{Ni}(\text{en})_3]^{2+}$ (A) y $[\text{Ni}(\text{dien})_2]^{2+}$ (B)



Ambos complejos son octaédricos con seis átomos de nitrógeno alrededor del ion níquel, pero *en* es un ligando bidentado que forma 3 anillos, mientras que *dien* es tridentado y forma 4 anillos. Esto origina que el complejo $[\text{Ni}(\text{dien})_2]^{2+}$ sea más estable que el complejo $[\text{Ni}(\text{en})_3]^{2+}$

IMPORTANCIA AGRONÓMICA DE LOS COMPUESTOS DE COORDINACIÓN

Ciertos cationes que se encuentran en la solución del suelo interactúan con la materia orgánica soluble (como ácidos fúlvicos, exudados radicales, productos de degradación microbiana de bajo peso molecular, entre otros) y la materia orgánica insoluble (huminas y ácidos húmicos). Esta interacción se origina por el alto contenido de grupos funcionales presentes en la materia orgánica del suelo (MOS), tales como ácidos carboxílicos (-COOH), hidroxilos fenólicos (Ar-OH), grupos amino (>N-), y grupos ceto (>C=O). Dichos grupos funcionales presentan al menos un par de electrones no enlazantes de la capa de valencia. Dependiendo del pH del suelo, ciertos grupos funcionales pueden presentar cargas negativas que interactúan con los cationes presentes en la solución del suelo, formando complejos de tipo quelato. Los complejos quelatados solubles incrementan la solubilidad (y por lo tanto la biodisponibilidad) de los iones centrales, ya que ciertas reacciones fisicoquímicas como adsorción o precipitación se ven impedidas por estar rodeados por moléculas orgánicas. Cabe destacar que una importante proporción de iones centrales son micronutrientes (nutrientes esenciales requeridos en muy baja concentración) para las especies vegetales, que pueden absorberlos de la solución del suelo a través del sistema radical. Si el complejo es suficientemente estable, permanece en la solución del suelo, pudiendo

potencialmente migrar con el frente de agua, movilizándose en forma vertical en el perfil del suelo. Por otro lado, la materia orgánica insoluble contribuye a la retención, y muchas veces a la inmovilización de los iones centrales.

Por ejemplo, el Cu^{2+} forma complejos muy estables con la materia orgánica edáfica (Marschner, 1995). En la solución del suelo, alrededor del 98 % del Cu se encuentra quelatado por compuestos orgánicos de bajo peso molecular exudados por las raíces o producidos por la microbiota del suelo (Salisbury y Ross, 1992).

Los quelatos cobran también relevancia en el metabolismo vegetal. Existe evidencia indirecta del transporte a larga distancia de micronutrientes complejados con ácidos orgánicos como carboxilatos (citrato, malato), aminoácidos, péptidos y proteínas (Álvarez-Fernández, Díaz-Benito, Abadía, López-Millán y Abadía, 2014). Rogers y Shive (1932) demostraron que el ácido cítrico era responsable de mantener el Fe en formas solubles en el interior de las especies vegetales.

Se sabe también que ciertos iones como el Fe^{2+} , Zn^{2+} o Cu^{2+} no atraviesan libremente la membrana celular, sino que la atraviesan en forma quelatada. Los quelatos sintetizados biológicamente y cuya función es el transporte de cationes, se denominan ionóforos. En particular, los ionóforos específicos para Fe son conocidos como sideróforos (Kloepper, Leong, Teintze y Schroth, 1980). Un mecanismo que presentan ciertas especies vegetales frente a una baja biodisponibilidad de Fe en el suelo es la excreción de fitosideróforos a través de las raíces. Por ejemplo, las gramíneas excretan compuestos como el ácido mugénico (Figura 7) para disolver y complejar el Fe^{3+} en la zona del suelo donde se encuentran las raíces (rizósfera). Cuando este quelato se encuentra próximo a la raíz, es incorporado al metabolismo vegetal a través de la absorción radical.

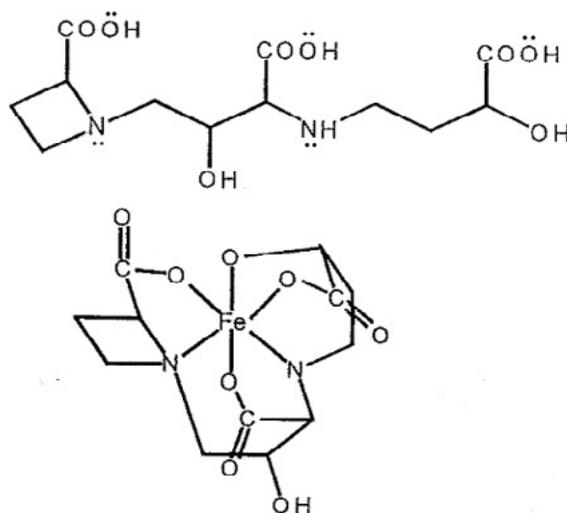


Figura 7. estructura del ácido mugénico

La clorofila, el pigmento verde en las plantas, es un complejo de coordinación cuyo ion central es el Mg (Figura 8). Las plantas parecen verdes porque la clorofila absorbe la luz roja y púrpura, reflejando verde. La energía resultante de la absorción de luz se utiliza en la fotosíntesis.

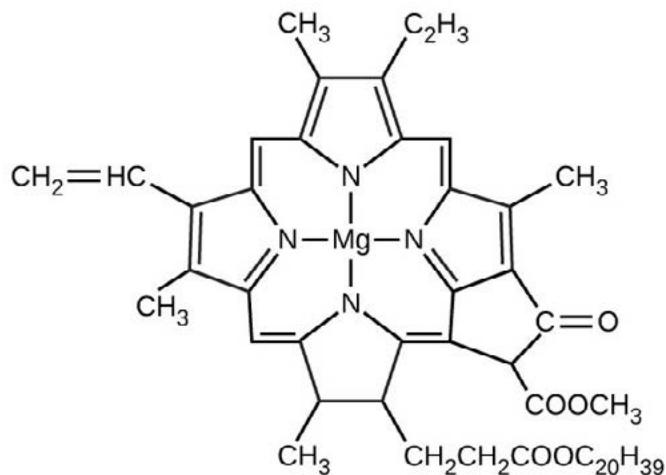


Figura 8: molécula de clorofila

Fertilizantes quelatados

La mayor proporción de micronutrientes se fija a la fase sólida del suelo cuando son incorporados a través de sales inorgánicas. Los fertilizantes quelatados de micronutrientes minimizan este problema. En el mercado existen formulaciones quelatadas que se aplican al suelo, mientras que otras se aplican en forma foliar (Lucena, 2009). La diferente formulación está relacionada con la constante de estabilidad del quelato. Por ejemplo, para aplicaciones foliares se emplean quelatos de baja estabilidad. El quelato es absorbido desde la superficie de la hoja hacia el mesófilo, ingresando al metabolismo vegetal. A medida que se va metabolizando el micronutriente (ion central), el equilibrio se desplaza hacia la liberación del ion libre. De esta manera, la constante de inestabilidad del quelato controla la liberación del micronutriente, resultando en una asimilación gradual y sostenida. Por el contrario, si se aplicara en forma foliar un fertilizante quelatado de elevada estabilidad, la concentración del ion libre (micronutriente) en el mesófilo sería extremadamente baja, pudiendo resultar en una baja tasa de asimilación, originando problemas de deficiencia en la especie vegetal.

Por el contrario, cuando se aplican fertilizantes quelatados de micronutrientes al suelo, se busca que la estabilidad del quelato sea elevada para que éste permanezca en la solución del suelo (Torri, Urricariet y Lavado, 2015).

CONSIDERACIONES FINALES

Los compuestos de coordinación son especies químicas definidas, con propiedades físicas y químicas características, diferentes a las del ion metálico o de los ligandos que lo constituyen. La configuración electrónica del ion o átomo central condiciona el número de coordinación mientras que el tamaño y la basicidad del ligando favorecen la formación de complejos estables, presentando los quelatos una mayor estabilidad debido a la variación de entropía asociada a su formación.

Los compuestos de coordinación desempeñan un papel muy importante en distintos procesos biológicos y a nivel nanométrico. En los últimos años, esta rama de la Química Inorgánica sufrió un gran desarrollo, al poder aplicarse en distintas áreas como la Agronomía, la Farmacología, la Física, la Medicina y la Toxicología. Surge entonces la importancia de abordar su estudio para conocer las bases de la Química de la Coordinación, para eventualmente poder comprender sistemas de mayor complejidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Álvarez-Fernández, A., Díaz-Benito, P., Abadía, A., López-Millán, A. y Abadía, J. (2014). Metal species involved in long distance metal transport in plants. *Frontiers in Plant Science*, 5, 105.
- Bobtelsky, M. y Jordan, J. (1945). The metallic complexes of tartrates and citrates, their structure and behavior in dilute solutions. *Journal of the American Chemical Society*, 67, 1824.
- Garrels, R. M. y Christ, C. L. (1965). *Solutions, Minerals and Equilibria*. (1ª ed.) Tokyo: Harper and Row and John Weatherhill, Inc.
- Huheey, J. E., Keiter, E. A. y Keiter, R. L. (2007). *Química Inorgánica: principios de estructura y reactividad*. México: Oxford University Press-Alfaomega.
- Kirk-Othmer, M. (1954). *Encyclopedia of Chemical Technology*. (1ª ed.) Estados Unidos de America: Eaton.
- Kloepper, J.W., Leong, J., Teintze, M. y Schroth, M.N. (1980). Enhanced plant growth by siderophores produced by plant growth-promoting rhizobacteria. *Nature*, 286, 885-886.
- Lucena, J J. (2009). El empleo de complejantes y quelatos en la fertilización de micronutrientes. *Ceres* 56, 527-535.
- Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. (1ª ed.) Londres: Academic Press, Inc.
- Ribas Gispert, J. (2000). *Química de Coordinación*, Barcelona: Omega.

- Rodríguez Argüelles, M., Vázquez, C. y Cao, R. (2013). *Química de los compuestos de coordinación*. (1ª ed.) Madrid; Síntesis
- Rogers, C. H. y Shiive, J. W X. (1932). Factors affecting the distribution of iron in plants. *Plant Physiology*, 7, 227-252.
- Salisbury, F.B. y Ross, C.W. (1992) *Plant Physiology, Hormones and Plant Regulators: Auxins and Gibberellins*. (4ª ed.) Belmont: Wadsworth. 78
- Torri, S., Urricariet, A.S. y Lavado R. (2015). *Micronutrientes*. En: Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Balcarce: Ediciones INTA.

MATERIAL DE CONSULTA

- Atkins P.W. y De Paula, J. (2008). *Química Física* (8ª Ed.), Buenos Aires: Panamericana.
- Basolo, F. y Johnson, R. (1962). *Química de los Compuestos de Coordinación*. (1ª Ed.), Barcelona: Reverté.
- Christen, H.R. (1977). *Fundamentos de la química general e inorgánica*. (1ª Ed.) Barcelona: Reverté.
- Cotton, A. (1999). *Advanced Inorganic Chemistry*. (6ª Ed.) Nueva York: John Wiley & Sons, Inc.
- Housecroft ,C .E. y Sharpe A. G. (2005). *Inorganic Chemistry* (4ª Ed.) Estados Unidos de America: Pearson Prentice Hall.
- Lawrence, A.G. (2010). *Introduction to coordination chemistry*, (1ª Ed.), Sussex: Wiley.

Para reflexionar

¿CÓMO NOS PUEDEN AYUDAR LAS SIMULACIONES EN EL TEMA ÁCIDO-BASE?: DETECCIÓN DE PROBLEMAS DE APRENDIZAJE Y POSIBLES SECUENCIAS DE ENSEÑANZA

Andrés Raviolo, Andrea S. Farré

*Profesorado en Química. Universidad Nacional de Río Negro.
San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.*

E-mail: araviolo@unrn.edu.ar; asfarré@unrn.edu.ar

Resumen. En este trabajo se discuten algunos aspectos de la utilización de simulaciones para la enseñanza del tema titulaciones ácido-base y se presentan los resultados de dos actividades implementadas con alumnos de primer año de universidad: (1) Evaluación alternativa del tema titulación ácido-base a través de una simulación y (2) Actividad de reformulación de un problema o verificación de los resultados de una simulación. Con el fin de superar las dificultades observadas se llevó adelante otra actividad consistente en: (3) Selección de simulaciones y elaboración de una secuencia de enseñanza para el tema titulaciones ácido-base.

Palabras clave: enseñanza de la química, titulaciones ácido-base, simulaciones, secuencia.

How can acid-base simulations be of help? Detection of learning difficulties and possible teaching sequences

Abstract. This paper discusses certain issues related to the use of simulations in the teaching of acid-base titrations topic. It also shows results of two activities carried out with first year university students: (1) alternative evaluation of acid-base titrations topic through a simulation and (2) reformulation activity of a problem or verification of the results of a simulation. In order to overcome the observed difficulties a third activity was carried on consisting of: (3) selection of simulations and creation of a teaching sequence for the acid-base titration topic.

Key words: chemistry teaching, acid-base titrations, simulations, sequence.

INTRODUCCIÓN

Las simulaciones computacionales se utilizan en la enseñanza de la química para incrementar la claridad de las exposiciones y apoyar las actividades experimentales en el trabajo de laboratorio. Sin embargo, existen todavía algunas preguntas de investigación con respuesta aún pendiente como por ejemplo, en qué momentos o contextos los docen-

tes utilizan una simulación en sus clases y qué relaciones se presentan entre los experimentos reales de laboratorio y los simulados (Rutten y otros 2012).

Con respecto a este último interrogante, la investigación educativa ha exhibido algunas evidencias de la efectividad del uso de simulaciones como pre-laboratorio. Martínez y otros (2003) hallaron que los estudiantes que realizaron un pre-laboratorio con una simulación (sobre extracción de cafeína del té) lograron una mejor comprensión de las técnicas y conceptos usados en el trabajo de laboratorio. Otros resultados muestran que si bien producen un aumento del interés, su efecto dependerá de la naturaleza del material presentado, y que muchas veces no alcanza la simple presentación de la simulación a los estudiantes, sino que influye el rol de las instrucciones escritas que acompañan la simulación y la ayuda que se le puede brindar a los estudiantes; por ejemplo, orientándolos en la construcción de hipótesis (Rutten y otros 2012). Por otro lado, Chang y otros (2008) encontraron, en el caso de un tema de óptica, que los estudiantes con mejores habilidades de razonamiento abstracto se beneficiaron más de un aprendizaje basado en una simulación, que en un experimento.

Los resultados de la investigación educativa no son concluyentes a favor de que se obtengan más beneficios desde un experimento simulado que de uno real. Se argumenta que las simulaciones o los videos permiten observaciones más claras que los experimentos reales, al permitir pasarlás a menor velocidad, aunque esto no siempre se traduce en una mejora de la comprensión conceptual. Renken y Nunez (2013) verificaron que la realización de un buen experimento, tanto llevado a cabo con materiales reales o con una simulación computacional (por más que permitan realizarlo a baja velocidad para mejorar la observación), tiene un escaso efecto en reestructurar una inadecuada comprensión conceptual (como el sostenimiento de una concepción alternativa); dado que el cambio conceptual es un proceso de reestructuración que no se produciría por una breve o aislada interacción con la evidencia y por la existencia de una tendencia de adaptar la evidencia a lo que uno cree. Estos investigadores observaron que, por el contrario, un mal experimento, por ejemplo con un inadecuado control de variables, puede incluso alterar las comprensiones adecuadas de un fenómeno.

La posibilidad de realizar un buen control de variables en el diseño del experimento juega un rol muy importante tanto en enriquecer o en reestructurar el conocimiento del alumno, sin embargo los estudiantes familiarizados con ambientes simulados tienden a jugar con la simulación, es decir tienden a alterar variables con un valor de entretenimiento más que experimental. Además, Renken y Nunez (2013) encontraron que las simulaciones, sin alguna forma de guía, no implican una mejora en la

comprensión conceptual, ni en las estrategias de experimentación. Otras investigaciones muestran la efectividad del uso de simulaciones como actividad preparatoria para actividades reales de laboratorio, ya que, además de influir en las actitudes y motivaciones de los estudiantes, mejoran la comprensión de la tarea de laboratorio, así como facilitan el entrenamiento de habilidades prácticas del laboratorio real (Rutten y otros, 2012).

Dentro de los contenidos que generalmente se abordan de forma práctica en el primer curso universitario de química figuran las reacciones ácido-base y las titulaciones ácido-base. Específicamente, sobre el uso de simulaciones en tema ácido-base, Winberg y Berg (2007) hallaron que su empleo previo al laboratorio condujo a que los estudiantes formularan más preguntas teóricas durante el desarrollo del trabajo de laboratorio y al final del mismo, y mostraran un mayor uso del conocimiento químico al ser entrevistados. Estos autores, concluyeron que la actividad preparatoria ayuda a los estudiantes a integrar su conocimiento conceptual y contribuye a darle mayor sentido a lo que hacen durante el laboratorio.

En el caso de las simulaciones de experiencias de titulación ácido-base, Machlová y Bílek (2013) realizaron un análisis didáctico de 35 de ellas, las cuales estaban disponibles en forma libre en Internet. Encontraron que obedecen a una gran diversidad de objetivos educativos y presentan distintas calidades. En su mayoría estas simulaciones muestran: los aparatos usados en una titulación, la curva de titulación y los cambios de color de indicadores ácido-base durante el proceso. Sin embargo, en muy pocos casos: posibilitan la conexión de un pHímetro, destacan el punto de equivalencia, presentan la ecuación de la reacción química, muestran la animación a nivel molecular, ofrecen una tabla con los valores medidos y/o explicitan el procedimiento de cálculo usado. En consecuencia, instan a seleccionar una simulación con especial cuidado, procediendo de la misma manera que se debería hacer con otros recursos didácticos antes de llevarlos al aula.

El interés particular sobre este tipo de simulaciones se debe a que constituyen otra forma de abordar temas que resultan de difícil aprendizaje. En el caso del aprendizaje de las reacciones ácido-base, se observa que se presentan las mismas concepciones alternativas encontradas para el cambio químico en general (Andersson, 1990). Muchos estudiantes consideran a la reacción de neutralización como una mezcla física y, por lo tanto, no pueden identificar los productos de la reacción (Sheppard, 2006), para ellos la neutralización estaría determinada por un número relativo de las partículas y no por la interacción entre ellas. También, suelen atribuir un rol especial a alguno de los reactivos, como por ejemplo considerar al ácido como más "poderoso" o "dominante" que la base.

Específicamente sobre la titulación ácido-base, Sheppard analizó cómo los estudiantes interpretan la curva de titulación de una base fuerte con un ácido fuerte y encontró que algunos estudiantes afirman, al observar el leve cambio de pH que ocurre al comienzo de la titulación, que los reactivos se mezclaron pero que la reacción todavía no se produjo. Más aún, estos alumnos sostienen que la reacción comienza cuando se produce el cambio brusco de pH. Esto último indicaría una dificultad de percibir el cambio químico a nivel molecular como producto de colisiones. Sheppard concluye que las dificultades devienen del hecho de que se trata de un tema conceptualmente denso porque requiere una comprensión integrada de muchas áreas de la química general, tal como: naturaleza corpuscular de la materia, teoría cinético molecular, naturaleza y composición de las disoluciones, estructura atómica, ionización, enlaces iónicos y covalentes, símbolos, fórmulas y ecuaciones, teoría de colisiones y equilibrio químico. Esto hace que los estudiantes no lleguen a comprender de forma coherente, integrando los conceptos, debido a la considerable dificultad en el dominio de la química subyacente.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, en este trabajo se presentan tres acciones llevadas a cabo respecto a la utilización de simulaciones para la enseñanza de las titulaciones ácido-base:

- **Evaluación alternativa del tema titulación ácido-base a través de una simulación:** Este tipo de evaluación permite valorar la comprensión de los conceptos al mismo tiempo que la interpretación de los diferentes lenguajes que están presentes en la simulación. De esta manera empleamos estrategias de evaluación coherentes con los objetivos de aprendizaje y con las estrategias de enseñanza, respondiendo al mismo tiempo a recomendaciones recientes sobre las formas de evaluar (Redecker y Johannessen, 2013).
- **Actividad de verificación de los resultados de una simulación:** Este tipo de actividad consiste en desafiar a los estudiantes a verificar la veracidad de los resultados expresados por una simulación. De esta manera, los estudiantes deberían identificar y reproducir los modelos matemáticos y ecuaciones que subyacen en la simulación, ya que generalmente este tipo de programas se presentan como una caja negra, sin especificar la forma a la que se arriban a los resultados (Raviolo, 2012).
- **Selección de simulaciones y elaboración de una secuencia de enseñanza para el tema titulaciones ácido-base:** En la secuencia de simulaciones seleccionadas concebimos a las mismas como mediadoras de contenidos, para que los alumnos puedan apropiarse, reelaborar y reconstruir el conocimiento sobre el tema ácido-base y así llegar a trabajar el tema de titulaciones. En la búsqueda de simulaciones valoramos la imagen, considerando las problemáticas de la modelización

y de la interactividad (Lion, 2006). Con respecto a la modelización tuvimos en cuenta que las simulaciones seleccionadas representaran los sistemas modelados de forma fidedigna, centrasen la atención en conceptos y propiedades importantes de los contenidos representados, recurrieran a múltiples representaciones y presentasen controles simples, casi intuitivos (Talanquer, 2014).

METODOLOGÍA

Las dos primeras acciones fueron llevadas a cabo en las materias Introducción a la Química, materia de primer año de los profesados de Química y de Física, de la Universidad Nacional de Río Negro y Química General, materia de primer año de la Licenciatura en Biología, Universidad N. del Comahue, de San Carlos de Bariloche. Ambos cursos recibieron la misma enseñanza que sigue sistemáticamente el texto Química de Raymond Chang. Tanto las clases teóricas como los ejercicios numéricos siguieron la secuencia planteada por el libro de texto. En ambos casos el equipo de cátedra es el mismo. En las clases previas a que se realizaran las acciones, se emplearon habitualmente animaciones y simulaciones pero las mismas ilustraban la explicación del docente como otra forma de exponer el contenido.

Los estudiantes habían visto el tema titulación a través de clases teóricas, ejercicios numéricos y una práctica de laboratorio. Las titulaciones realizadas en el laboratorio ($\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{HCl}$ y NaOH/HCl) no incluyeron uso de peachímetro. Además habían rendido el examen parcial de la asignatura que abarcó los temas: masa atómica, masa molar, estequiometría, reactivo limitante y en exceso, reacciones de precipitación, ácido-base y de óxido-reducción, concentraciones de disoluciones, preparación de disoluciones y titulaciones.

La simulación empleada fue: "Titulación ácido base", perteneciente a la página web de Química de Chang, 11^o edición, capítulo 16, (Student Center, Animations). En la simulación se presenta una titulación de un volumen de solución de ácido fuerte (ácido clorhídrico en el Erlenmeyer) con una disolución de base fuerte (hidróxido de sodio en la bureta). Una captura de pantalla se muestra en la Figura 1. A esta simulación se accede en:

http://glencoe.mheducation.com/olcweb/cgi/pluginpop.cgi?it=swf::640::480::/sites/dl/free/0076656101/931055/Acid_Base_Titration.swf::Acid-BaseTitrations

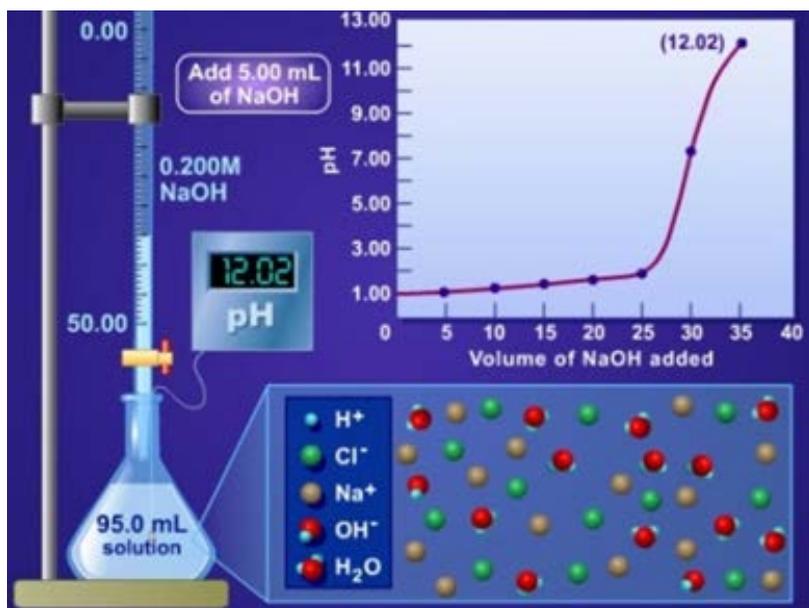


Figura 1. Captura de pantalla de la simulación empleada.

EVALUACIÓN ALTERNATIVA DEL TEMA TITULACIÓN ÁCIDO-BASE A TRAVÉS DE UNA SIMULACIÓN

Esta actividad consistió en la proyección de la simulación como una instancia final de evaluación, integradora y conceptual, del tema de titulaciones ácido-base. Esta experiencia se llevó a cabo con posterioridad a que los estudiantes acudieran a clases teóricas, de problemas, laboratorio y examen parcial tradicional que incluía un problema sobre titulaciones ácido-base.

La simulación se proyectó al grupo de alumnos y se les solicitó atención dado que iban a tener que responder sobre lo que veían en la simulación proyectada. Se pasó varias veces antes de formular las preguntas y durante la actividad, las veces que los alumnos lo solicitaron. La simulación se cortó siempre cuando se alcanza un pH de 12,02, es decir después del agregado de 35 mL de NaOH, dado que después la simulación muestra el resultado. Se pasó sin sonido, ya que está en idioma inglés, de manera que los estudiantes quedan solamente expuestos al estímulo visual.

El cuestionario entregado a los estudiantes consistió en dos actividades de etiqueteo de los materiales y entidades que se observan en la simulación, una actividad: "En un texto no menor a 15 renglones desarrolle lo que muestra la simulación" y dos preguntas: "¿Qué es una titulación?" y "¿A qué resultado final se arribaría en esta titulación? Explique". En este artículo mostramos aspectos cuantitativos de las respuestas a esta última pregunta. En otro artículo (Raviolo y Farré, 2017) se desarrollan

los resultados cuanti y cualitativos completos.

En el análisis de los resultados se observó que solo 9 estudiantes de 54 (17%) que participaron en esta actividad, realizaron una resolución algorítmica correcta del problema, es decir arribaron a la respuesta final de la concentración del ácido clorhídrico (0,100 M). Estos alumnos también habían aprobado el examen parcial y el problema que evaluaba el tema titulación ácido-base.

El 52% del total de los estudiantes respondió la pregunta sin realizar cálculos. Ninguno utilizó el valor del pH del HCl previo a la adición de NaOH y consiguientemente la ecuación de $[H^+] = 10^{-pH}$, con la cual hubieran arribado a la concentración de 0,100 M, dado que el cálculo de pH todavía no se había enseñado.

Llamó la atención que tampoco ningún alumno arribara al resultado final de la titulación por estimación mental, lo que estaría indicando cierta dificultad para hacerlo. Por ejemplo empleando razonamientos del tipo: "se gastaron 30,0 mL de NaOH 0,200 M para neutralizar 60,0 mL de HCl, por lo tanto es la mitad de concentrado (0,100M) dado que la relación es 1 mol a 1 mol". Esta dificultad ya se había manifestado en la instancia anterior de laboratorio cuando se solicitó una anticipación del volumen a gastar en las dos titulaciones que los estudiantes llevarían a cabo.

El 83% no arribó al resultado final correcto de cálculo de la concentración sin embargo en el ejercicio de titulación que se tomó en la instancia de parcial ocurrió esto con el 50% de los estudiantes. Esta diferencia puede deberse a la presentación diferente del problema que plantea la simulación, dado que muchos de estos estudiantes tuvieron dificultades en identificar el punto de equivalencia o punto estequiométrico, debido a que éste había que inferirlo de la simulación. Sólo 19 estudiantes (35%) mencionaron a 30 mL como volumen final y/o lo utilizó para resolver el problema. De hecho, 8 de los alumnos evaluados (15%) utilizó erróneamente como volumen de neutralización 35 mL, que es el volumen hasta el cual se mostró la simulación. Por otra parte, 18 alumnos (33%) hizo explícita la relación 1 mol de NaOH a 1 mol de HCl, relación esencial para plantear los cálculos.

Por lo tanto, el formato de presentación del problema influyó en la resolución del mismo. Una posible razón es, atendiendo a los antecedentes de la línea de investigación de resolución de problemas conceptuales versus algorítmicos (Nurrenbern y Pickering, 1987), la razón más probable es que muchos estudiantes tienden a emplear algoritmos de una forma mecánica en la resolución de una situación de química.

ACTIVIDAD DE VERIFICACIÓN DE RESULTADOS EXPRESADOS POR UNA SIMULACIÓN

Esta actividad consistió en proyectar la misma simulación utilizada en el caso anterior, pero aquí se la utilizó como una actividad alternativa de resolución de problemas del tema de titulaciones ácido-base. En este caso, no ya para averiguar la concentración del ácido titulado, sino para realizar los cálculos que den cuenta del pH en distintos puntos de la curva de titulación. Esta experiencia se llevó a cabo con 27 estudiantes que realizaron la actividad anterior, pero luego de transcurrido cuatro meses, cuando abordaban el tema equilibrio ácido-base.

En esta oportunidad se proyectó la simulación varias veces, se recordó el objetivo de la misma, el resultado obtenido y se profundizó en el cálculo de pH ($\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ y $[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$).

Posteriormente se les entregó una hoja con la figura de la captura de pantalla correspondiente (Figura 2) y la consigna de: "Verificar la veracidad del resultado de pH (1,93) obtenido en la siguiente titulación ácido base". Esta consigna tiene su correlato en un problema tradicional que podría ser enunciado como: "A 60,0 mL de una solución de HCl de pH = 1,00 se le agregan 25,0 mL de solución 0,200 M de NaOH ¿cuál es el pH final de la mezcla?". Al respecto, los estudiantes podrían ser desafiados con la siguiente consigna, de naturaleza metacognitiva, consistente en solicitarles que formulen como un problema "típico de libro" esta tarea de verificación.

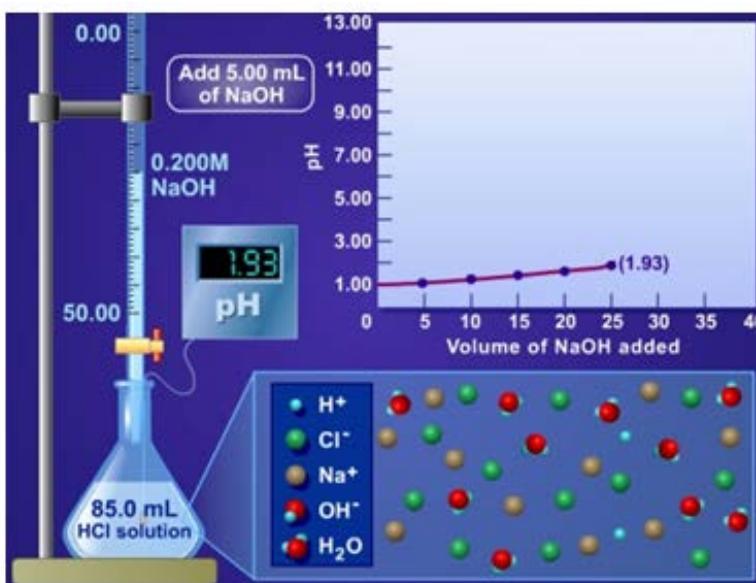


Figura 2. Captura de pantalla de la simulación empleada.

Los resultados mostraron que solo 4 alumnos del total de 27 pudieron realizar bien la tarea de verificación de la simulación.

La captura de pantalla de la simulación utilizada muestra que, con el agregado de 25,0 mL de disolución de NaOH 0,200 M, el volumen en el Erlenmeyer alcanza los 85,0 mL y el peachímetro marca 1,93. La actividad propuesta consistía en verificar ese resultado de pH y para ello los estudiantes deben aplicar la fórmula de pH ($\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$), pero previamente tienen que calcular cuántos moles de H^+ están presentes en los 60 mL iniciales de disolución de HCl, cuántos moles de OH^- se agregaron, plantear la relación estequiométrica, hallar el número de moles de H^+ remanentes presentes en los 85 mL, calcular su concentración molar y realizar el cálculo de pH.

Solo 13 estudiantes aplicaron el algoritmo $10^{-1,93} = 0,0118 \text{ M}$, y 5 lograron plantear la cantidad de moles presentes en 60,0 mL 0,100 M de HCl y en 25,0 mL 0,200 M de NaOH y arribaron a la cantidad remanente de iones H^+ (0,001 moles de H^+). Pero solamente 4 relacionaron esos 0,001 mol de H^+ con su volumen de 85,0 mL (0,0118 M) de solución y arribaron al resultado correcto. Estos resultados son un llamado de atención, dado que muchos estudiantes no aplicaron sus conocimientos de disoluciones y de estequiometría en este caso, a pesar de que lo hacían correctamente unos meses atrás. Se manifestó cierta resistencia a encarar el problema, a descomponerlo en partes, a integrar de una forma sumativa conceptos vistos en distintos momentos del año.

SELECCIÓN DE SIMULACIONES Y ELABORACIÓN DE UNA SECUENCIA DE ENSEÑANZA ADECUADA DEL TEMA TITULACIONES ÁCIDO-BASE

Esta actividad consistió en la búsqueda de simulaciones para la elaboración de una secuencia progresiva de presentación, que favorezca el establecimiento de relaciones significativas entre los niveles de representación, que atienda las dificultades mencionadas y que ayude a construir un modelo mental más completo del procedimiento químico. Esto es así porque las simulaciones ofrecen una visualización dinámica de los fenómenos, por lo cual se priorizó en la selección las simulaciones que incluyeran buenas visualización a nivel atómico (iones y moléculas).

La secuencia propuesta incluye tres etapas: (a) en primer lugar, acceder a una imagen submicroscópica de un ácido fuerte y de una base fuerte, (b) en segundo lugar, a imágenes de la reacción entre ellos y, por último, (c) visualizar el dispositivo y procedimiento de una titulación, incorporando las visualizaciones de las dos primeras etapas.

Luego de un exhaustivo proceso de búsqueda se presenta, a continuación, las simulaciones seleccionadas y sugeridas para cada una de las tres etapas y un breve comentario de las mismas. Como podrá compro-

barse, en general estas simulaciones pueden ser clasificadas como animaciones, ya que en su mayoría permiten la visualización de aspectos cualitativos y la interactividad es pobre:

a) Simulaciones sobre la disociación completa de ácidos y bases fuertes:

<http://www.deciencias.net/proyectos/0cientificos/Tiger/paginas/StrongAcidIonization.html>

Muestra la disociación total del ácido clorhídrico en aniones cloruro y cationes hidronio, aparecen las moléculas del solvente. Si bien da una imagen tridimensional, las situaciones iniciales y finales son estáticas.

http://glencoe.mheducation.com/olcweb/cgi/pluginpop.cgi?it=swf::640::480::/sites/dl/free/0076656101/931054/Acid_Ionization.swf::Acid Ionization

Esta simulación combina las representaciones macro, submicro, simbólicas y gráfico de barras. Presenta la ionización de un ácido fuerte HCl y de un ácido débil HF. Muestra las partículas en movimiento y choques entre ellas, aunque al no aparecer las moléculas de agua da la apariencia de un gas, más que de una disolución acuosa. Esta simulación además permite trabajar con diferentes teorías ácido-base, ya que a diferencia de las anteriores al no representar las moléculas de agua, tampoco se observan los iones hidronio.

<http://www.bionova.org.es/animbio/anim/acibas.swf>

Esta animación muestra la ionización del agua, la formación de hidronio, la disociación del HCl y del NaOH, conjuntamente con una escala de pH. Se sugiere especialmente para brindar una imagen submicroscópica de la disociación de una base fuerte. Si bien gráficamente posee algunos errores, es interesante porque tiene texto y narración en español.

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/acid-base-solutions>

En esta simulación "soluciones ácido-base" (Figura 3) se observan situaciones submicroscópicas correspondientes a soluciones acuosas de ácidos y bases. Es muy completa dado que permite modificar variables, siendo la más interactiva de las simulaciones sobre este aspecto: ácido o base, fuertes y débiles, fuerza ácida, concentración, mostrar moléculas de agua, incorporar peachímetro, indicador, conducción eléctrica a través de un circuito con lamparita. Presenta la ecuación química de disociación. Brinda imágenes de partículas tridimensionales pero estáticas.

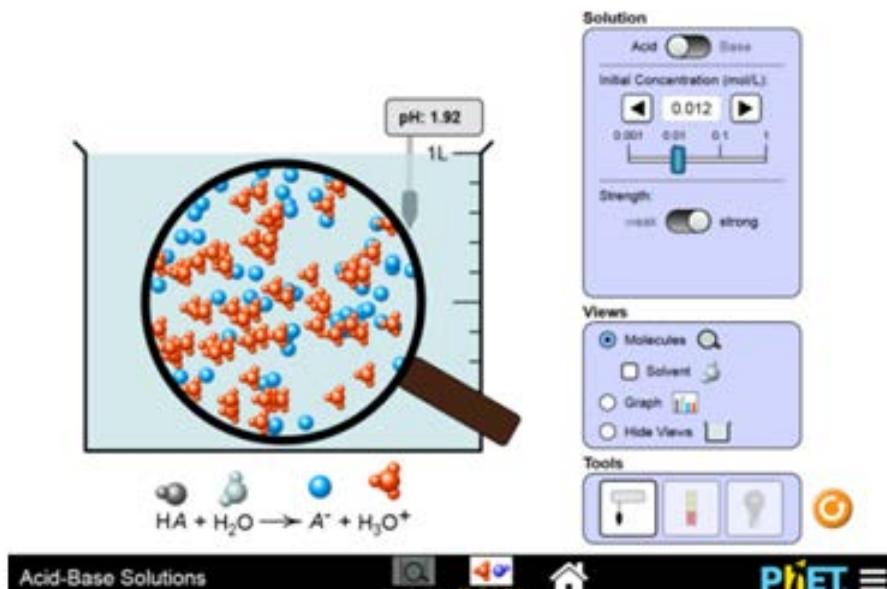


Figura 3. Captura de pantalla de la simulación.

b) Simulaciones sobre la reacción entre ácido y base fuertes:

http://www.deciencias.net/proyectos/0cientificos/Tiger/paginas/DoubleDisp_Reaction-AcidToBase.html

En esta simulación (Figura 4) se puede ver inicialmente al ácido fuerte (HCl) y a la base fuerte (NaOH) totalmente disociados y por separado, aunque aparecen pocas partículas (solo 4 iones en cada caso). Luego al mezclar ambas disoluciones se aprecia la formación de moléculas de agua y que los iones sodio y cloro permanecen como espectadores. Las cantidades que se presentan son estequiométricas. Finalmente muestra la ecuación química ajustada.

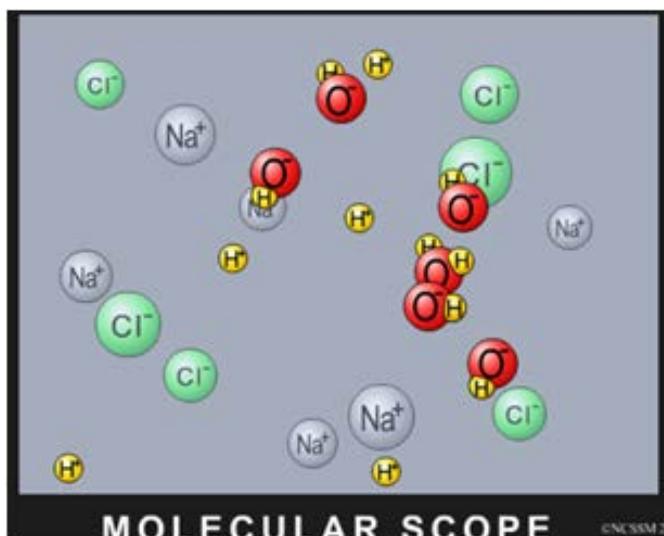


Figura 4. Captura de pantalla de la simulación.

http://glencoe.mheducation.com/olcweb/cgi/pluginpop.cgi?it=swf::640::480::/sites/dl/free/0076656101/931043/neut_reactions.swf::Neutralization Reactions

Esta simulación solicita realizar cálculos estequiométricos. Muestra un equipo de titulación con la base en la bureta y el ácido en el Erlenmeyer; sin embargo, ilustra las reacciones de neutralización (HCl/NaOH y H₂SO₄/NaOH) sin llevar adelante el procedimiento de una titulación, por ello pertenece al capítulo 4 de reacciones químicas del libro de Chang. Al comienzo brinda la ecuación química ajustada y solicita al usuario elegir entre 4 opciones el volumen de la base (NaOH: 0,250 M) que neutralizará a ese volumen de ácido (25,0 mL: 0,100 M). Si se marca la respuesta correcta explicita los cálculos realizados y luego permite obtener una visión submicro con pocas partículas, sin moléculas de solvente.

c) Simulaciones sobre titulaciones ácido base fuertes:

http://highered.mheducation.com/olcweb/cgi/pluginpop.cgi?it=swf::800::600::/sites/dl/free/0023654666/117354/Titration_Nav.swf::Titration Simulation

Esta simulación, perteneciente al capítulo 15 del libro de Chang, puede servir para introducir la temática de titulaciones dado que es más sencilla. Muestra ácido clorhídrico en la bureta (1,00 M) y 100 mL de hidróxido de sodio en el Erlenmeyer. Permite cambiar la concentración de la base y el número de gotas que se agregaran por segundo. Se destacan los tres gráficos que siguen el proceso: dos gráficos de barras y uno cartesiano de pH versus los mL de ácido añadidos (curva de titulación). Es cuestionable el hecho de que la disolución de la base aparece de color rosa y la del ácido de color azul; y que en el punto de equivalencia (pH=7) cambia de color la disolución de la base de rosa a azul bruscamente. Estos colores no son a los que los alumnos están habituados, y pueden corresponder a algún indicador pero no se hace referencia a esto. Presenta la ecuación química ajustada y no muestra lo que ocurre a nivel molecular.

http://www.chem.iastate.edu/group/Greenbowe/sections/projectfolder/flashfiles/stoichiometry/acid_base.html

Esta simulación permite elegir: (1) titular un ácido fuerte o uno débil, ambos con base fuerte, (2) si va en la bureta el ácido o la base, (3) la base y el ácido entre 4 opciones, (4) el indicador entre dos opciones (la disolución puesta en el Erlenmeyer aparece en color). Se titula de a gotas de 0,02 mL o se puede agregar un volumen determinado de una sola vez. El punto de equivalencia se determina por el cambio de color. Tiene agitador magnético. Una vez concluida la titulación permite insertar el resultado calculado por el usuario y devuelve como respuesta "correcto" o "incorrecto". No aparecen imágenes de partículas.

http://group.chem.iastate.edu/Greenbowe/sections/projectfolder/flashfiles/stoichiometry/a_b_phtitr.html

Esta simulación es muy similar a la anterior pero incorpora un peachímetro (Figura 5). El peachímetro se inserta en un vaso de precipitado. Cuando se produce el cambio de color por el agregado de una gota el cambio de pH es brusco (de 10,8 a 2,4 por ejemplo). Da la opción de gráfico (curva de titulación) pero no funciona bien.

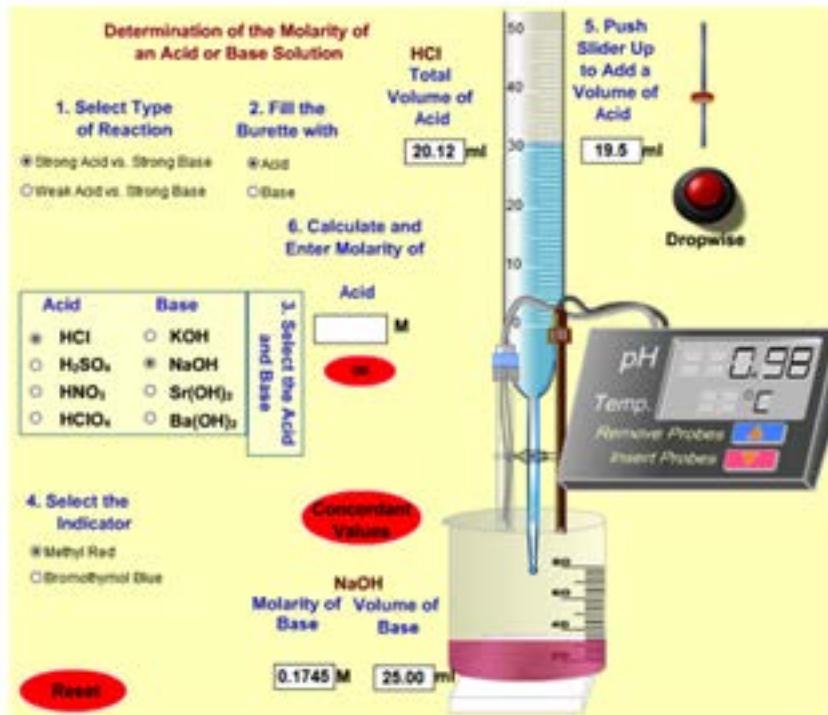


Figura 5. Captura de pantalla de la simulación.

http://glencoe.mheducation.com/olcweb/cgi/pluginpop.cgi?it=swf::640::480::/sites/dl/free/0076656101/931055/Acid_Base_Titration.swf::Acid-BaseTitrations

Finalmente, la simulación discutida en las dos primeras actividades de este trabajo, perteneciente al capítulo 16 del libro de Chang, resulta ser de las más completas. Dado que muestra los cuatro niveles de representación de una forma sincronizada, lo que facilita la discusión de situaciones conceptuales que apoyen la construcción de un modelo mental más complejo. Esta simulación también se encuentra en: <http://users.skynet.be/eddy/titratie.swf>

CONCLUSIONES

Como señala Burbules (2008, p. 33) "(...) la tecnología nunca es sólo una máquina o un objeto en sí mismo; es siempre el objeto y cómo se utiliza." En este caso simulaciones que fueran creadas para la enseñanza las empleamos en formas diferentes a las tradicionales. Pudimos comprobar que los alumnos que habían aprobado el examen parcial de la

asignatura también pudieron comprender los diferentes lenguajes que se presentan en una simulación. Sin embargo, el modo de enunciar la consigna influyó en la resolución de la actividad. Así, la mayoría de los alumnos a pesar de conocer cuál es objetivo de realizar titulaciones no lograron calcular la concentración deseada. Esto demuestra que si bien puede existir una comprensión conceptual del tema, integrando la variedad de contenidos que implica el tema de titulación, pueden existir todavía problemas de transferencia de conocimiento debido a las mediaciones del contenido. Lo mismo pudo suceder en el caso de la verificación de los resultados que muestra una simulación. Estos resultados fueron los que nos llevaron a proponer la secuencia de actividades con simulaciones para crear un modelo mental más complejo a partir del uso de múltiples representaciones y la posibilidad de traducción entre representaciones.

Una interacción aislada con una simulación no produce los efectos de aprendizaje esperados, dado que la mayoría de las simulaciones de química muestran en una imagen un conjunto interrelacionado de lenguajes. Muchos estudiantes presentan dificultades en comprender esos lenguajes particulares; por ejemplo, el planteo y lectura de una ecuación química, la diferencia entre coeficiente estequiométrico y subíndice, la interpretación de un gráfico, o los distintos significados que puede otorgársele a un círculo en un diagrama de partículas. En nuestras experiencias, hemos notado que la visualización de la simulación, empleada en formas no habituales de utilizarla, no ha beneficiado a estudiantes con mayores dificultades en cursos de química general (notas bajas en parciales, menores capacidades de abstracción). Por el contrario, el cambio en el formato de la tarea, desde un enunciado tradicional de ejercicio de libro de texto a una situación problema desde una simulación, produjo desconcierto en estudiantes que resuelven correctamente esos ejercicios tradicionales y esto puede deberse a varios factores, entre ellos: (a) a dificultades conceptuales en la comprensión del fenómeno, (b) a la tendencia a no relacionar los conceptos vistos en distintas unidades y concebirlos como compartimentos estancos y (c) a la exposición simultánea a distintos lenguajes/niveles de representación que se muestran en distintas ventanas. Son justamente estos factores los que intentamos tener en cuenta en la secuencia de simulaciones que presentamos. Pretendemos que el trabajo con múltiples representaciones ayuden a construir e integrar los conceptos necesarios para allanar las dificultades de aprendizaje que conciernen el tema de las titulaciones ácido-base.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andersson, B. (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformation. *Studies in Science Education*, 18, 53-85.
- Burbules, N. C. (2008). Riesgos y promesas de las TIC en la educación.

- ¿Qué hemos aprendido en estos últimos diez años? En: J. C. Tedesco y otros, *Las TIC: del aula a la agenda política* (pp. 31-40). Buenos Aires: UNESCO
- Chang, K. E., Chen, Y. L., Lin, H. Y. y Sung, Y. T. (2008). Effects of learning support in simulation-based physics learning. *Computers & Education*, 51(4), 1486-1498.
- Lion, C. (2006). El tecnoconocimiento. En C. Lion, *Imaginar con tecnologías. Relaciones entre tecnología y conocimiento* (pp. 85-102). Buenos Aires: Editorial Stella, Ediciones La Crujía.
- Machková, V. y Bílek, M. (2013). Didactic analysis of the web acid-base titration simulations applied in pre-graduate chemistry teachers education. *Journal of Baltic Science Education*, 12(6), 829-839.
- Martinez-Jimenez, P., Pontes-Pedrajas, A., Polo, J. y Climent-Bellido, M. S. (2003). Learning in chemistry with virtual laboratories. *Journal of Chemical Education*, 80(3), 346-352.
- Nurrenbern, S. y Pickering, M. (1987). Concept learning versus problem solving: is there a difference? *Journal of Chemical Education*, 64(6), 508-510.
- Raviolo, A. (2012). Re-creando simulaciones con la hoja de cálculo. *Educación Química*, 23(1), 11-15.
- Raviolo, A. y Farré, A. (2017). Una evaluación alternativa del tema titulación ácido-base a través de una simulación. *Educación Química*, en prensa.
- Redecker, C. y Johannessen, Ø. Changing Assessment -Towards a New Assessment Paradigm Using ICT. *European Journal of Education*, 48(1), 2013.
- Rutten, N., van Joolingen, W. R. y van der Veen, J. T. (2011). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136-153.
- Sheppard, K. (2006). High school students' understanding of titrations and related acid-base phenomena. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(1), 32-45.
- Talanquer, V. (2014). Simulaciones computacionales para explorar y construir modelos. *Alambique*, 76, 8-16.
- Winberg, T. M. y Berg, C. A. (2007). Students' cognitive focus during a chemistry laboratory exercise: effects of a computer-simulated prelab. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1108-1133.

Para reflexionar

ACTITUDES DE ESTUDIANTES HACIA LOS TRABAJOS PRÁCTICOS DE QUÍMICA ANALÍTICA

Marcela Alejandra Sadañoski y Jeannette Baumann

Cátedra de Química Analítica General – Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales – UNaM, Misiones, Argentina.

E-mail: sadanoskimarcela@gmail.com

Resumen. Los trabajos prácticos de Química Analítica constituyen una herramienta esencial en los procesos de enseñanza y de aprendizaje para la formación de profesionales orientados a la Química. Este trabajo pretende conocer las actitudes de los estudiantes de Química Analítica de las carreras de Farmacia, Bioquímica y Licenciatura en Análisis Químicos y Bromatológicos de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones. Los resultados indican que los alumnos de la asignatura tienen actitudes positivas y consideran que los trabajos prácticos son importantes, útiles y organizados. Sin embargo, los estudiantes manifiestan que los trabajos prácticos no son claros y presentan dificultades, principalmente en la comprensión. Esto demuestra la necesidad de una profundización en la investigación sobre los problemas con los cuales se enfrentan los estudiantes y la manera que se desarrollan las clases.

Palabras clave: Actitudes de estudiantes, Trabajos prácticos, Química Analítica General.

Students' attitudes toward practical work of General Analytical Chemistry

Abstract. The practical work of Analytical Chemistry is an essential tool in the teaching and learning processes for the training of professionals oriented to Chemistry. This work aims to know the attitudes of students of Analytical Chemistry of careers of Pharmacy, Biochemistry and Bachelor's degree in Chemical and Bromatological Analysis of the Faculty of Exact, Chemical and Natural Sciences of the National University of Misiones. The results indicate that the students have positive attitudes and consider that the practical works of the subject are important, useful and organized. However, the students say that the practical work is not clear and presents difficulties, mainly in the understanding of the subject. This demonstrates the need for a deepening of the research on the problems faced by students and the way in which classes are developed.

Key words: Students' attitudes, practical works, General Analytical Chemistry

INTRODUCCIÓN

Quienes se dedicaban a indagar sobre la enseñanza de las ciencias entre los '70 y los '80, se dieron cuenta que escuchar a los estudiantes

les aportaba información valiosa para conocer más sobre la enseñanza y el aprendizaje de ciencias y para tomar decisiones en sus prácticas docentes. Es así que, se fueron abriendo nuevas líneas de investigación tales como la imagen que poseen los estudiantes sobre la ciencia, las concepciones sobre la naturaleza, las concepciones sobre docencia y aprendizaje, entre otros (Petrucci, Ure y Salomone, 2006). Uno de los aspectos importantes a tener en cuenta es la actitud de los estudiantes hacia la ciencia. El concepto de actitud ha sido definido por muchos autores (Bagozzi y Burnkrant, 1979; McGuire, 1985; Reid 2006). En este trabajo se tomará la definición de Kind y col. (2007) como conjunto de sentimientos que una persona tiene acerca de un objeto, basado en sus creencias acerca del objeto. Así, se puede corresponder con opiniones cognitivas y emocionales acerca de aspectos sobre los Trabajos prácticos de la asignatura.

Las encuestas son uno de los métodos frecuentemente utilizados para tener información sobre las opiniones de los alumnos (Insausti, 1997; Jenkins 2006; Domin 2007; Cheung 2008). Existen muchos trabajos que estudian las opiniones y las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias (Insausti, 1997; Font-Mayolas y Masferrer, 2010; Tortosa Moreno y Gorchs Altarriba, 2011). Molina, Carriazo y Farías (2011) realizaron encuestas a estudiantes colombianos revelando que la química es considerada difícil y poco útil pero muy interesante. Esta dificultad para aprender química puede estar asociada a su lenguaje y la naturaleza abstracta. Ellos concluyen también, que se debe dar más atención al contenido de clases y a las metodologías para hacer participar a los estudiantes en aspectos significativos de cada programa. Insausti (1997) realizó una encuesta a los estudiantes hacia cuatro trabajos prácticos con el objetivo de estudiar cómo están encuadradas las prácticas y lo que piensan los estudiantes sobre los trabajos prácticos que están realizando. En base a la reflexión sobre sus resultados, propone introducir prelaboratorios y luego postlaboratorios, así como la modificación de los manuales de prácticas. Tortosa Moreno y Gorchs Altarriba (2011) realizaron un trabajo en dos etapas, la primera consistió en una encuesta a los docentes y alumnos para conocer las opiniones de ambos grupos sobre las prácticas de la asignatura. En una segunda etapa y a partir de los resultados de las encuestas, redactaron nuevos protocolos de prácticas, y cambiaron la gestión del alumnado en el laboratorio. Finalmente, evaluaron estos cambios mediante encuestas al alumnado a partir de las cuales obtuvieron resultados positivos. Petrucci y col. (2006) indagaron el rol de los trabajos prácticos de laboratorio en los cursos de física. De las reflexiones finales, ellos proponen acercar los trabajos prácticos de laboratorio a los intereses de los estudiantes en función de su aprendizaje, favoreciendo de esta manera, la comprensión mediante la visualización y la manipulación.

En la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones, la asignatura Química Analítica se desarrolla en el segundo año de las carreras de Farmacia y Bioquímica y, en el tercer año de la carrera de Licenciatura en Análisis Químicos y Bromatológicos. Las horas de esta asignatura se dividen en clases teóricas, coloquios y trabajos prácticos. Las clases de trabajos prácticos consisten en el desarrollo de experiencias de laboratorio relacionadas a los temas expuestos en las clases de teoría y coloquio.

Los alumnos llegan a Química Analítica habiendo cursado Química General, por lo que la experiencia en el manejo del material de laboratorio, el uso de guías de trabajos prácticos y del aula virtual servirían como conocimientos previos importantes en la asignatura. Los estudiantes cuentan con una guía de trabajos prácticos provista por la cátedra que contiene las experiencias que se realizan en cada clase y un cuestionario guía que ellos deben completar para armar el marco teórico de cada unidad didáctica. Las clases de trabajos prácticos de Química Analítica consisten en una exposición interactiva al comienzo de la clase entre el docente y los alumnos sobre los fundamentos teóricos, con especial abordaje a los referidos a la experiencia a realizar. Los alumnos desarrollan las experiencias expuestas en la guía de laboratorio. Antes de finalizar la clase, se exponen y discuten los resultados obtenidos, así como las dificultades surgidas en el transcurso del trabajo práctico.

OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es conocer las actitudes de los estudiantes de Farmacia, Bioquímica y Licenciatura en Análisis Químicos y Bromatológicos con respecto a los trabajos prácticos de Química Analítica y si estas ideas varían entre las carreras.

Dentro de los objetivos específicos se encuentran:

- Conocer las actitudes de los alumnos con respecto a los trabajos prácticos de la asignatura de las tres carreras.
- Detectar problemas con los que se enfrentan los alumnos en los trabajos prácticos de la asignatura de las tres carreras.
- Determinar la importancia que le asignan los alumnos a los trabajos prácticos dentro de la asignatura y en su formación profesional.

La hipótesis de este trabajo es que los alumnos tienen una actitud positiva ante los trabajos prácticos a pesar de enfrentar problemas en los mismos.

METODOLOGÍA

Perfil de los alumnos

En el trabajo, participaron un total de 40 estudiantes que cursaban Química Analítica durante el primer cuatrimestre del año 2016, los cuales aceptaron completar voluntariamente una encuesta. En la tabla 1 se detallan las características de los estudiantes que participaron en el estudio.

Tabla 1. Edad y carreras que cursan los estudiantes participantes del estudio.

Carreras	Nº Estudiantes
Farmacia	19
Bioquímica	19
Lic. Análisis Qcos. y Bromatológicos	2

Edad	Nº Estudiantes
19 - 22	30
23 - 26	6
27 - 30	4

Unidad de análisis

La unidad de análisis son las actitudes y problemas de los estudiantes hacia los trabajos prácticos de Química Analítica en las tres carreras.

Recolección de datos

Para la recolección de datos se realizó una encuesta utilizando como instrumento un cuestionario cerrado. Este último, que se detalla en el anexo, fue adaptado de Insausti (1997). Este cuestionario consistió en 11 adjetivos positivos y negativos presentados en columnas de dos extremos y 5 casilleros en el medio que le permitió al estudiante dar un juicio de valor. En una segunda parte del cuestionario, se presentaron 12 preguntas, 9 redactadas en forma positiva y 3 en forma negativa, buscando evitar tendencias al responder. Las preguntas se agruparon en tres categorías, de la siguiente forma: dificultad en el estudio y comprensión (preguntas 1, 2, 6, 8, 9 y 11), material aportado por la cátedra (preguntas 3, 4 y 5) y utilidad e importancia de los trabajos prácticos de la asignatura (preguntas 7, 10 y 12). En estos, los alumnos debieron contestar su grado de acuerdo o desacuerdo con respecto a las afirmaciones planteadas.

Análisis de datos

Las respuestas de los estudiantes fueron procesadas utilizando Microsoft Excel 2016. El tratamiento estadístico del cuestionario se realizó

siguiendo los lineamientos de Molina y col. (2011). De esta manera, se asignó un valor a cada opción de la escala Likert, de 1 a 5 para las preguntas redactadas en forma positiva, así: MA=5, DA=4, N=3, ED=2 y MD=1 (Barmby, Kind y Jones, 2008); mientras que para las preguntas en forma negativa la escala se invirtió, de manera similar a lo propuesto por Vázquez y Manassero (1997). Es así que un valor más cercano a 5 mostró siempre una actitud más positiva. Los valores se promediaron según la cantidad de estudiantes. El valor 3 se definió como neutral, valores entre 2-3 representaron actitudes negativas, entre 3-4 actitudes moderadamente positivas y valores entre 4-5 representaron actitudes muy positivas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la primer parte del cuestionario, los estudiantes calificaron a los trabajos prácticos con adjetivos positivos y negativos (Figura 1). Se determinó el promedio general de cada carrera para obtener una idea global de la actitud de los estudiantes. Los ítems 1, 3, 4, 5 y 11 se posicionaron en un promedio entre 4 y 5 indicando actitudes muy positivas, resaltando el sentido y la organización de los trabajos prácticos. Los ítems 2, 6, 7, 8, 9 y 10 proporcionaron promedios entre 3 y 4 denotando una actitud moderadamente positiva indicando principalmente que no son fáciles y variados.

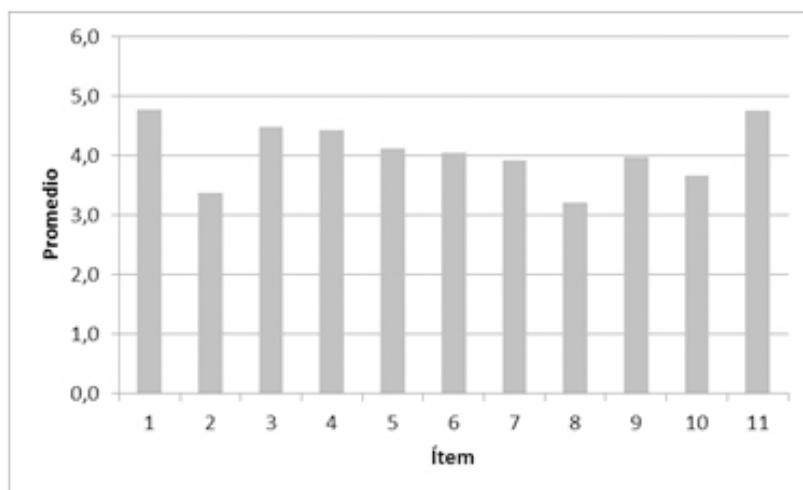


Figura 1. Promedio de actitudes positivas de las tres carreras para cada ítem.

Si se analizan los promedios por carrera, se observa que los estudiantes de Farmacia presentan actitudes muy positivas (4,3), seguido de Bioquímica (4,0) y Licenciatura en Análisis Químicos y Bromatológicos (3,9). En la Figura 2 se observa esta tendencia en las carreras que presentan mayor cantidad de alumnos.

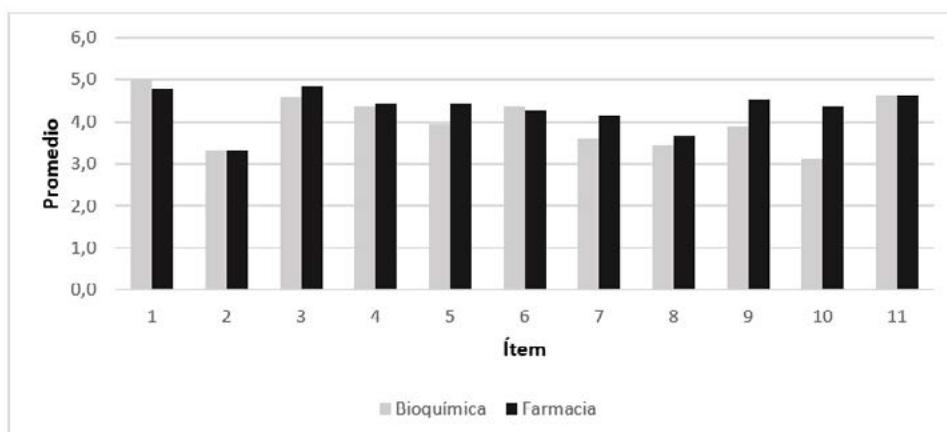


Figura 2. Promedio de las actitudes positivas para cada ítem para Bioquímica y Farmacia.

Los ítems 1, 3 y 11 presentaron los porcentajes más elevados, indicando que los estudiantes consideran que los trabajos prácticos tienen sentido, son útiles y organizados. Los porcentajes más bajos se obtuvieron en los ítems 2, 5, 6, 7 y 8 denotando que los estudiantes opinan que los trabajos prácticos no son tan fáciles, satisfactorios, claros, interesantes ni variados.

En la segunda parte del cuestionario, los alumnos expresaron el grado de acuerdo y desacuerdo con respecto a distintas características de los trabajos prácticos de la asignatura (Tabla 2).

Tomando el promedio general de las respuestas de todas las carreras referidas a la dificultad en el estudio y la comprensión de los trabajos prácticos se obtuvo un valor de 3,4, lo cual indica que los alumnos tienen una actitud moderadamente positiva con respecto a esta categoría.

Las preguntas agrupadas dentro de la categoría del material aportado por la cátedra, arrojaron un promedio de 4,1 indicando una actitud muy positiva con respecto a la guía de trabajos prácticos. La categoría utilidad e importancia de los trabajos prácticos de la asignatura presentó un valor de 4,5, el más alto de las tres categorías, indicando que los estudiantes consideran que los trabajos prácticos son útiles e importantes, lo cual se condice con los ítems 1 y 3 de la primera parte del cuestionario.

Analizando las respuestas por carrera, la categoría de dificultad en el estudio y comprensión se enmarca dentro de una actitud moderadamente positiva para las tres carreras. En cuanto al material aportado por la cátedra, los alumnos presentaron una actitud muy positiva para las carreras de Farmacia y Licenciatura en Análisis Químicos y Bromatológicos mientras que la carrera de Bioquímica tiene una actitud moderadamente

positiva. Los estudiantes de las tres carreras presentaron una actitud muy positiva con respecto a la utilidad e importancia de los trabajos prácticos de la asignatura.

Tabla 2. Resultados de la opinión de los estudiantes en la segunda parte del cuestionario.

Ítem	Carreras	Promedio por carrera	Promedio por ítem
1	Bioquímica	3.4	3.6
	Farmacia	3.7	
2	Bioquímica	3.3	3.2
	Farmacia	3.2	
6	Bioquímica	3.9	3.9
	Farmacia	3.9	
8	Bioquímica	3.2	3.3
	Farmacia	3.3	
9	Bioquímica	2.7	2.9
	Farmacia	3.2	
11	Bioquímica	3.7	3.5
	Farmacia	3.3	
3	Bioquímica	3.6	4.1
	Farmacia	4.5	
4	Bioquímica	3.7	4.1
	Farmacia	4.4	
5	Bioquímica	4.2	4.3
	Farmacia	4.3	
7	Bioquímica	4.3	4.6
	Farmacia	4.8	
10	Bioquímica	4.1	4.3
	Farmacia	4.5	
12	Bioquímica	4.6	4.6
	Farmacia	4.5	

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo permiten concluir que los alumnos de las carreras de Bioquímica, Farmacia y Licenciatura en Análisis Químicos y Bromatológicos consideran que los trabajos prácticos de la asignatura tienen sentido, son útiles y organizados. Sin embargo, no los consideran fáciles ni variados. En cuanto a las dificultades, los alumnos manifiestan una actitud moderadamente positiva en cuestiones referidas principalmente a la comprensión. Estos resultados motivan la profundización del estudio de las dificultades puntuales con las cuales se enfrentan los

estudiantes dentro de los trabajos prácticos de la asignatura. Además, enciende una alarma para los docentes que desarrollan los trabajos prácticos de manera de mejorar esa situación con estrategias didácticas prestando atención a los contenidos y las metodologías de clase para así, involucrarlos con aspectos de interés y significancia de cada unidad didáctica.

Finalmente, los alumnos opinan que los trabajos prácticos son importantes y que contribuyen a su formación profesional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barmby, P., Kind, P. M., y Jones, K. (2008). Examining changing attitudes in secondary school science, *International Journal of Science Education*, 30(8), 1075-1093.

Cheung, D. (2008). Facilitating chemistry teachers to implement inquiry based laboratory work, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(1), 107-130.

Domin, D.S. (2007). Students' perceptions of when conceptual development occurs during laboratory instruction, *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 140-152.

Font-Mayolas, S. y Masferrer, L. (2010). Conocimientos y actitudes de estudiantes universitarios respecto al Espacio Europeo de Educación Superior, *Revista de formación e innovación educativa universitaria*, 3(2), 88-96.

Insausti, M. J. (1997). Análisis de los trabajos prácticos de química general en un primer curso de universidad, *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), 123-130.

Jenkins, E.W. (2006). The Student voice and School Science Education, *Studies in Science Education*, 42, 49-88.

Kind, P., Jones, K. y Barmby, P. (2007). Developing attitudes towards science measures, *International Journal of Science Education*, 29(7), 871-893.

Molina, M.F., Carriazo, J.G. y Farías, D.M. (2011). Students' attitudes toward chemistry in different undergraduate programs in Colombia, *Química Nova*, 34(9), 1672-1677.

Petrucci, D., Ure, J. y Salomone, H.D. (2006). Cómo ven a los trabajos prácticos de laboratorio de física los estudiantes universitarios, *Revista de Enseñanza de la Física*, 19(1), 7-19.

- Tortosa Moreno, M. y Gorchs Altarriba, R., (2011). Análisis de las prácticas de química de futuros ingenieros: propuestas de mejora efectivas en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior., *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 10(3), 531-549.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (1997). Una evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), 199-213.
- Bagozzi, R.P. y Burnkrant, R.E. (1979). Attitude organization and the attitude-behavior relationship, *Journal of Personality and Social Psychology*, 37, 913-929.
- McGuire, W.J. (1985). Attitude and attitude change. In G. Lindzey & E. Aronson (Eds.), *Handbook of social psychology*, New York: Random House, 233-346.
- Reid, N. (2006). Thoughts on attitude measurement, *Research in Science & Technological Education*, 24(1), 3-27.

ANEXO

Carrera:

Edad:

Se está intentando llevar a cabo un trabajo de investigación sobre los trabajos prácticos. Nos gustaría conocer tu experiencia. Tu verdadera opinión nos será muy valiosa y será tratada con estricta confidencialidad. De acuerdo con tu opinión, rellena la tabla siguiente, marcando en el casillero que más se acerque a tu respuesta. Por ejemplo, si te parece que los trabajos prácticos de laboratorio son muy aburridos, marca:

Interesante

				x
--	--	--	--	---

 Aburrido

Tabla:

Con sentido (1)	<input type="checkbox"/>	Sin sentido				
Difícil	<input type="checkbox"/>	Fácil (2)				
Inútil	<input type="checkbox"/>	Útil (3)				
Agradable (4)	<input type="checkbox"/>	Desagradable				
Frustrante	<input type="checkbox"/>	Satisfactorio (5)				
Interesante (6)	<input type="checkbox"/>	Aburridos				
Confuso	<input type="checkbox"/>	Claro (7)				
Variado (8)	<input type="checkbox"/>	Repetitivo				
Instrucciones escritas adecuadas (9)	<input type="checkbox"/>	Instrucciones escritas inadecuadas				
Precipitado	<input type="checkbox"/>	Relajado (10)				
Organizado (11)	<input type="checkbox"/>	Desorganizado				

Por favor, contesta según tu experiencia en los trabajos prácticos de la asignatura. Indica el grado de acuerdo o desacuerdo con los siguientes ítems, marcando una cruz en el ítem apropiado.

		A	B	C	D	E
1	He tenido suficiente tiempo en el laboratorio para pensar los conceptos químicos involucrados en la experiencia.					
2	Me hubiera gustado haber tenido más ayuda para hacer los cálculos involucrados en el experimento.					
3	En la guía estaban suficientemente explicadas las técnicas para realizar la experiencia.					
4	Es muy fácil seguir la guía, está muy bien organizada (objetivos, seguridad, precauciones, procedimiento experimental).					
5	La guía es muy confusa y ello me ha llevado a seguir las instrucciones sin realmente saber lo que hago.					
6	El objetivo del experimento está claro para mí.					
7	El trabajo experimental es una parte básica del curso.					
8	Los trabajos prácticos se relacionan con las clases de teoría.					
9	Los trabajos prácticos me ayudan a comprender los temas que se desarrollan en la teoría de la asignatura.					
10	La modalidad de trabajo grupal en el laboratorio es muy útil.					
11	Al finalizar los trabajos prácticos me cuesta comprender algunos conceptos.					
12	Los temas que se desarrollan en los trabajos prácticos serán necesarios para mi desempeño como profesional.					

A: Muy de acuerdo B: De acuerdo C: Neutro D: En desacuerdo E: Muy en desacuerdo

De interés

CARACTERIZACION DE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO DE QUIMICA ANALITICA

Jeannette Baumann; Marcela Sadañoski.

Cátedra de Química Analítica General. Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones.

E-mail: alicesbaum@gmail.com

Resumen. El objetivo del trabajo consistió en caracterizar las propuestas de los trabajos prácticos que se incluyen en la guía de laboratorio correspondiente a la asignatura Química Analítica que se dicta para las carreras de Farmacia, Bioquímica y Licenciatura en Análisis Químicos y Bromatológicos de la Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones. Se caracterizaron tres trabajos prácticos de la guía de laboratorio y se considerando su estructura y contenido. Los resultados indicaron que la metodología utilizada es cerrada y de verificación. Los problemas son del tipo problemas-ejercicio, con nivel de dificultad uno. Los objetivos didácticos son del tipo inductivo, la estrategia general de trabajo es frontal y por su carácter de realización es temporal. Los trabajos prácticos analizados están orientados a reafirmar lo visto en teoría y a la adquisición de destrezas y habilidades por parte de los alumnos.

Palabras clave: Trabajos prácticos, Química Analítica, Enseñanza Universitaria.

Characterization of analytical chemistry laboratory practical works.

Abstract. The objective of the work was to characterize the proposals of the practical works that are included in the laboratory guide corresponding to the subject Analytical Chemistry that is dictated for the careers of Pharmacy, Biochemistry and Degree in Chemical and Bromatological Analysis of the Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones. Three practical works were selected from the laboratory guide and were characterized considering their structure and content. The results indicated that the methodology used is closed and verified. The problems are of the type problems-exercise, with level of difficulty one. The didactic objectives are of the inductive type, the general strategy of work is frontal and its character of realization is temporary. The practical works analyzed are aimed at reaffirming what is seen in theory and the acquisition of skills and abilities by students.

Key words: Practical work, Analytical Chemistry, University education.

INTRODUCCIÓN

Una de las estrategias de enseñanza de las ciencias naturales en general

y de la química en particular, son las clases prácticas de laboratorio, las cuales deberían ser un espacio para la construcción del conocimiento científico, donde se ponen a prueba técnicas de experimentación permitiendo resolver situaciones problema de manera grupal o individual. Es decir, que las prácticas de laboratorio empleadas como una estrategia didáctica desempeñan un papel fundamental ya que despiertan el interés por el aprendizaje y permiten generar motivación para la mejor asimilación del contenido teórico, además de lograr que el alumno desarrolle habilidades y destrezas que contribuirán en su proceso de formación (Díaz Marín, 2012; Durango Usuga, 2015).

En los trabajos prácticos tradicionales, se les indica a los alumnos qué hacer y cómo, de manera que el aprendizaje que se suscita es primordialmente memorístico e instrumental. De acuerdo con Salinas (1994), cuando los alumnos resuelven experiencias tradicionales con el fin de comprobar conceptos que el docente les ha comunicado en sus clases teóricas, los estudiantes realizan las experiencias sin tener una idea clara acerca de lo que están haciendo ni lo que se persigue en esos experimentos.

Seré (2002), señala que en el trabajo de laboratorio no es importante solo el "hacer" sino también el "aprender a hacer", lo cual implica el uso de conocimiento conceptual y procedimental para el logro de objetivos específicos, por lo que hay que asignarle nuevos roles al conocimiento conceptual, darle importancia a los procedimientos para generar autonomía y ponerle atención al desarrollo progresivo de la imagen de la ciencia.

De acuerdo con Tenreiro-Vieira y Marques (2006), las prácticas de laboratorio como investigación conducen a la construcción de nuevos conocimientos conceptuales en el contexto de la resolución de un problema. Cuando se les presenta a los alumnos actividades de laboratorio que no vienen acompañadas de un protocolo de resolución, estos se ven obligados a establecer una estrategia de resolución de problemas, a implementar la misma para su evaluación y, en caso de que sea necesario, a su reformulación. Lo cual les permite desarrollar capacidades de resolución de problemas, a través del aprendizaje de la metodología científica.

Numerosos autores coinciden con que las prácticas de laboratorio deben orientarse como actividad investigativa (Caamaño, 1992; González, 1992; Tamir y García, 1992; Hodson, 1994; Lillo, 1994; Watson, 1994; Gil-Pérez y Valdés Castro, 1996; Caamaño, 2003; Furió, Valdés y González de la Barrera, 2005) para favorecer la construcción del conocimiento científico. Sin embargo, aún se continúa utilizando el modelo tradicional para desarrollar los trabajos prácticos de laboratorio, cuyos formatos de presentación se ubican según la clasificación de Caballer y

Oñorbe, (1999) como Problemas-Ejercicio, con escasa demanda cognitiva por parte de los alumnos.

En la bibliografía especializada, existen diferentes criterios para clasificar los trabajos prácticos de laboratorio. Entre ellos podemos considerar la clasificación realizada por Herron (citado por Tamir y García, 1992), en la cual se distinguen cuatro niveles de dificultad que los estudiantes enfrentan durante una práctica de laboratorio, categorizando a las prácticas tradicionales con los niveles cero y uno, orientados a la adquisición de ciertas destrezas y habilidades por parte de los estudiantes. Mientras que Caamaño (1992, 2003) y Perales (1994), hacen una clasificación considerando el carácter metodológico, los objetivos didácticos, la estrategia general de trabajo, carácter de realización y carácter organizativo docente.

OBJETIVOS

El objetivo general consiste en caracterizar las propuestas de los trabajos prácticos que se incluyen en la guía de laboratorio correspondiente a la asignatura Química Analítica.

Dentro de los objetivos específicos se encuentran:

1. Describir la estructura y contenido de la guía de trabajos prácticos que se desarrollan actualmente en la asignatura de química analítica.
2. Caracterizar los trabajos prácticos seleccionados en función de los criterios de clasificación elegidos.

METODOLOGÍA

Unidad de análisis

En la Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones, los trabajos prácticos de Química Analítica se desarrollan dentro de la asignatura para el segundo año de las carreras de Farmacia y Bioquímica y para el tercer año de la carrera de Licenciatura en Análisis Químicos y Bromatológicos. Se seleccionaron tres trabajos prácticos al azar de la guía de laboratorio de la asignatura de Química Analítica. Los trabajos prácticos considerados fueron: Volumetría ácido-base, Volumetría redox y Volumetría de precipitación.

Caracterización de los trabajos prácticos

Para dar cumplimiento al objetivo se realizó un estudio descriptivo analizando la estructura y contenido de la guía de trabajos prácticos, los mismos fueron caracterizados teniendo en cuenta los criterios señalados en la investigación realizada por López Rua y Tamayo Alzate, (2012) que se exponen a continuación

Tabla 1: Criterio de clasificación Herrón (citado por Tamir y García, 1992)

Nivel cero	Se da la pregunta el método y la respuesta.
Nivel uno	Se da la pregunta y el método y el estudiante tiene que hallar la respuesta.
Nivel dos	Se da la pregunta y el estudiante tiene que encontrar un método y una respuesta.
Nivel tres	Se le indica un fenómeno y tiene que formular una pregunta adecuada y encontrar un método y una respuesta a la pregunta.

Tabla 2: Criterio de clasificación Caballer y Oñorbe (1999)

“Problemas Cuestiones”	Su finalidad no es más que reforzar y aplicar la teoría.
“Problemas Ejercicio”	Generalmente útiles para lograr el aprendizaje de técnicas de resolución ya establecidas (usar la balanza o pipetear).
“Problema Investigación”	Los alumnos resuelven con metodología de investigación.

Tabla 3: Criterio de clasificación Caamaño (1992, 2003) y Perales (1994)

<p>Carácter metodológico</p>	<p>Abiertos: Se le plantea un problema al estudiante el cual debe conducirlo a la experimentación.</p> <p>Cerrados (“Tipo Receta”): Se ofrecen a los estudiantes todos los conocimientos bien elaborados y estructurados.</p>
<p>Objetivos didácticos</p>	<p>Semiabiertos o Semicerrados: No se le facilitan a los estudiantes todos los conocimientos elaborados y con el empleo de situaciones problemáticas se les motiva a indagar, suponer y hasta emitir alguna hipótesis.</p> <p>De verificación: Dirigido a la verificación o comprobación experimental de los contenidos teóricos de la asignatura, de leyes y principios.</p> <p>De predicción: Se dirige la atención del estudiante hacia un hecho, manifestación u ocurrencia en un montaje experimental dado.</p> <p>Inductivos: A través de tareas bien estructuradas se le orienta al estudiante paso a paso el desarrollo de un experimento hasta la obtención de un resultado que desconoce.</p> <p>De Investigación (integraría a los anteriores): A través de tareas bien estructuradas se le orienta al estudiante paso a paso el desarrollo de un experimento hasta la obtención de un resultado que desconoce.</p>
<p>Estrategia general de trabajo</p>	<p>Frontales: En las que todos los estudiantes realizan la práctica de laboratorio con el mismo diseño experimental e instrucciones para su desarrollo. Casi siempre se realizan al concluir un ciclo de conferencias de un contenido teórico de determinado tema, y se utiliza como complemento de la teoría o para desarrollar habilidades manipulativas.</p> <p>Por Ciclos: El sistema de P.L. se fracciona en subsistemas según la estructura didáctica del curso, siguiendo como criterio las dimensiones del contenido, o sea, unidades conceptuales, procedimentales o actitudinales.</p> <p>Personalizadas: Los estudiantes van rotando por diferentes diseños experimentales relacionados con determinados contenidos de la asignatura que recibirán durante todo el curso y que puede ser que aún no lo hayan recibido en las clases teóricas.</p>
<p>Carácter de realización</p>	<p>Temporales: Se planifican en el horario docente y que el profesor ubica, con el tiempo de duración correspondiente, para que sea de estricto cumplimiento por parte de los estudiantes.</p> <p>Semitemporales / Semiespaciales: Se establece un límite espacio-temporal, en su planificación docente, para que los alumnos puedan y deban realizar las prácticas de laboratorios correspondientes a determinado ciclo de los contenidos teóricos.</p>
<p>Carácter organizativo docente</p>	<p>Espaciales: Se le informa a los estudiantes al inicio del curso escolar.</p>

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La guía de trabajos prácticos provista por la cátedra contiene seis experiencias que se desarrollan a lo largo del primer cuatrimestre como complemento de las clases teóricas. La realización de las prácticas de laboratorio está prevista al finalizar los temas correspondientes desarrollados en las clases de teoría. El cronograma de clases, tanto teóricas como prácticas, y la guía de trabajos prácticos se encuentran disponibles en el aula virtual de la cátedra en el sitio de la facultad. Existe una única guía de trabajos prácticos, que está en vigencia hace más de diez años y es utilizada tanto por docentes como alumnos.

Los trabajos prácticos analizados presentan una breve introducción al tema, objetivos claros sobre lo que van a realizar en el laboratorio, normas de prevención y seguridad, materiales y reactivos a utilizar con descripción de procedimiento. Además todas las experiencias están graficadas lo que facilita al alumno la comprensión de la práctica. Existe relación entre la introducción, los objetivos planteados y el desarrollo de la experiencia. Utilizan terminología adecuada, permitiendo al alumno comprender la actividad que va a realizar. En cada uno de los trabajos prácticos se incluye un cuestionario que le servirá al alumno como guía de estudio ya que abarca los principales temas que fundamentan la experiencia. En la guía también se indica que el alumno debe presentar un informe con los resultados obtenidos en la práctica que será evaluado por los docentes. Sin embargo no se incluye el modelo del informe ni se especifica el contenido que deben incluir o los requisitos que deben cumplir para su presentación. Finalmente, como aspecto motivacional se requiere que los alumnos propongan una experiencia similar a la que realizaron en el laboratorio pero aplicada a un caso propio de su futura carrera profesional. Esta propuesta la deben elevar en forma grupal al aula virtual.

Según la clasificación de Caamaño (1992, 2003) y Perales (1994), la metodología utilizada en los trabajos prácticos es del tipo "cerrada" y de "verificación" donde se les provee a los alumnos toda la información necesaria para realizar la experiencia con una baja demanda cognitiva, lo que conlleva a una baja exigencia de sí mismos para generar conocimientos y mejorar los adquiridos previamente. Respecto a sus objetivos didácticos son del tipo "inductivo" y por su carácter de realización se clasifican en "temporales" es decir, el docente planifica con anterioridad el horario y día en que se realizará el trabajo práctico para que sea de estricto cumplimiento por parte de los alumnos. La estrategia general de trabajo es del tipo "frontal" en las que todos los estudiantes realizan la práctica de laboratorio con el mismo diseño experimental e instrucciones para su desarrollo.

Respecto a la clasificación de Herrón (citado por Tamir y García, 1992), las prácticas se corresponden con un nivel de dificultad uno. Los trabajos

prácticos están diagramados de manera que el alumno solo debe seguir los pasos para la resolución de la experiencia. Se les plantea el problema y se les indica con que método lo van a resolver. En este caso el rol del alumno está limitado a la aplicación de un procedimiento dado, esperando obtener resultados predeterminados, sin lugar para su desarrollo cognitivo.

Con respecto a la clasificación de Caballer y Oñorbe (1999), los tres trabajos prácticos considerados se ubican en la categoría "Problemas-Ejercicio". Se les presenta a los alumnos un protocolo para la realización de la experiencia paso a paso, no se les plantea un problema de investigación en el que se les exija poner en práctica sus conocimientos adquiridos. Los trabajos no se plantean como "Problema-Investigación" probablemente debido a la falta de tiempo requerido para cumplir con el dictado de todas las prácticas y a la cantidad de alumnos que cursan esta asignatura por cuatrimestre lo que implica que se dividan en comisiones y la misma clase se dicte cuatro veces.

CONCLUSIONES

Los trabajos prácticos analizados están orientados a reafirmar lo visto en teoría y a la adquisición de destrezas procedimentales y habilidades por parte de los alumnos. El desarrollo de estas prácticas propician el aprendizaje de técnicas de laboratorio que el alumno podrá aplicar en su futura profesión. Las experiencias que desarrollan están descritas detalladamente y son guiadas por el docente, lo cual conduce a los alumnos a la obtención de resultados previstos. Este trabajo se podría complementar con una encuesta para identificar qué piensan los alumnos sobre las prácticas de laboratorio y caracterizar las dificultades y fortalezas que se presentan durante el desarrollo de las experiencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caamaño, A. (1992). Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. Una reflexión sobre sus objetivos y una propuesta para su diversificación. *Aula de innovación educativa*, No. 9, pp. 61-68.
- Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. En: Jiménez-Aleixandre, M.P. (coord.). *Enseñar ciencias*. 95-118. Barcelona: Editorial Graó.
- Caballer, M.J. y Oñorbe, A. (1999). *Resolución de problemas y actividades de laboratorio. La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: I.C.E. Universitat de Barcelona.
- Díaz Marín, C.A. (2012). *Prácticas de laboratorio a partir de materiales de la vida cotidiana como alternativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Manizales, Colombia

- Durango Usuga, P.A. (2015). *Las prácticas de laboratorio como una estrategia didáctica alternativa para desarrollar las competencias básicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Furió C., Valdés P., González de la Barrera, L. G. (2005). Transformación de las prácticas de laboratorio de química en actividades de resolución de problemas de interés profesional. *Educación Química*, 16(1), 20-29.
- Gil Pérez, D., Valdés Castro, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 155-163.
- González, E. (1992). ¿Qué hay que renovar en los trabajos prácticos?, *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 206-211.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 47-56.
- Lillo, J. (1994). Los trabajos prácticos de Ciencias Naturales como actividad reflexiva, crítica y creativa. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 2, 47-56.
- López Rúa, A. M.; Tamayo Alzate, Ó. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 1(8), 145-166.
- Perales, F.J. (1994). Los trabajos prácticos y la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1(12), 122-125.
- Salinas J. (1994). *Las prácticas de Física Básica en laboratorios universitarios*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia. Valencia, España.
- Seré, M. (2002). La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las ciencias*, 20 (3), 357-368.
- Tamir, P. y García, M. (1992). Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libros de textos de ciencias utilizados en Cataluña. *Enseñanza de las ciencias*, 10(1), 3-12.
- Tenreiro-Vieira, C., Márquez, R. (2006). Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(3), 452-466.
- Watson, J. (1994). Diseño y realización de investigaciones en las clases de Ciencias. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 2, 57-65.

De interés

EL PREMIO NOBEL DE QUÍMICA 2017

4 de octubre de 2017

La Real Academia Sueca de Ciencias ha decidido conferir el premio Nobel en Química 2017 a:

Jacques Dubochet, Joachim Frank y Richard Henderson

“por el desarrollo de la microscopía crio-electrónica para la determinación de la estructura de biomoléculas en solución, con alta resolución”

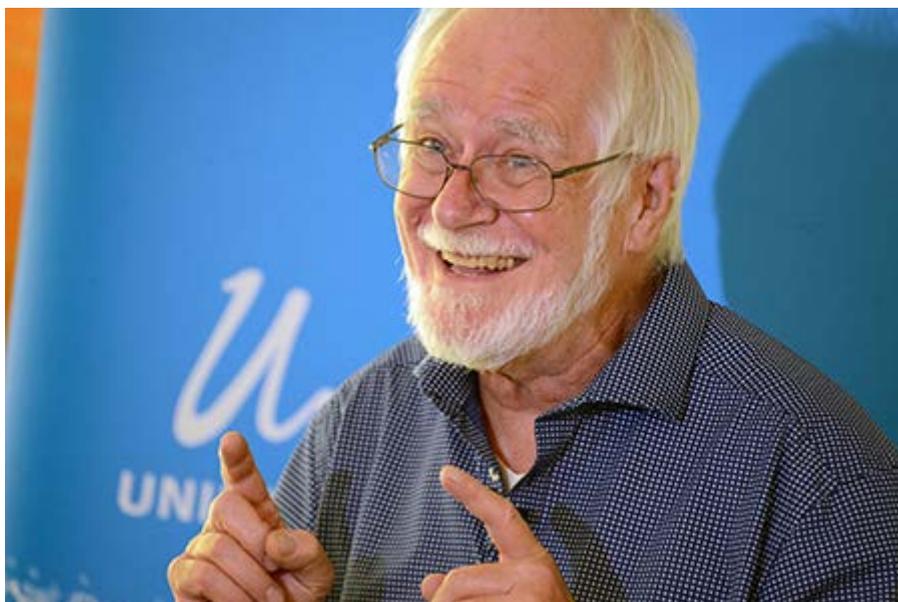


Photo: Félix Imhof, © UNIL

JACQUES DUBOCHET

Nacido en 1942 en Aigle, Switzerland.

Ph.D. 1973, University of Geneva and University of Basel, Switzerland.

Honorary Professor of Biophysics, University of Lausanne, Switzerland.

www.unil.ch/dee/en/home/menuinst/people/honorary-professors/profjacques-dubochet.html

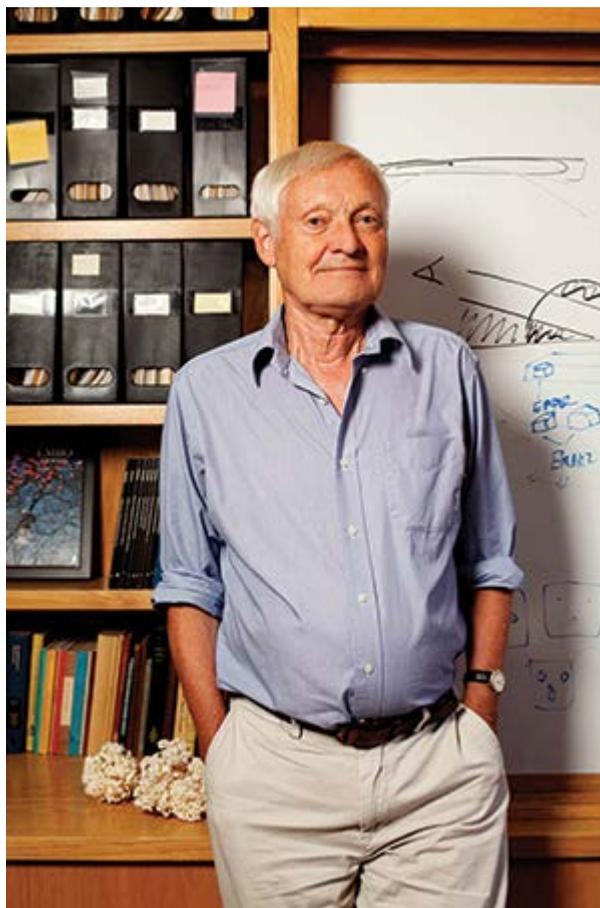


Photo courtesy of Columbia University Medical Center

JOACHIM FRANK

Nacido en 1940 en Siegen, Germany.

Ph.D. 1970, Technical University of Munich, Germany.

Professor of Biochemistry and Molecular Biophysics and of Biological Sciences, Columbia University, New York, USA.

<http://franklab.cpmc.columbia.edu/franklab/>

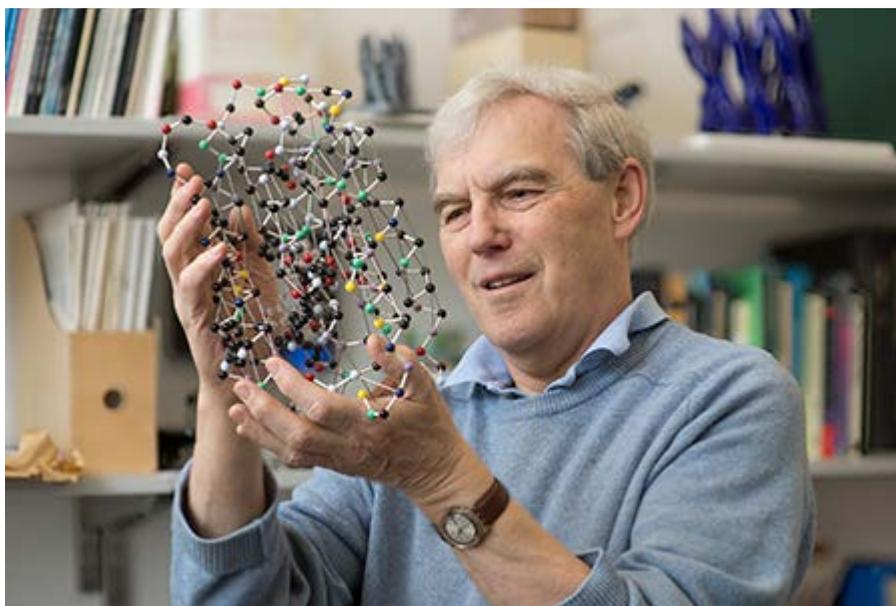


Photo courtesy of MRC Laboratory of Molecular Biology

RICHARD HENDERSON

Nacido en 1945 en Edinburgh, Scotland.

Ph.D. 1969, Cambridge University, UK.

Programme Leader, MRC Laboratory of Molecular Biology, Cambridge, UK.

www2.mrc-lmb.cam.ac.uk/groups/rh15/

CAPTURARON LA VIDA EN DETALLE ATÓMICO

Jacques Dubochet, Joachim Frank y Richard Henderson fueron galardonados con el Premio Nobel de Química 2017 por el desarrollo de un método efectivo para generar imágenes tridimensionales de las moléculas de la vida. Usando la microscopía crio-electrónica, los investigadores ahora pueden congelar el movimiento medio de biomoléculas y retratarlas a resolución atómica. Esta tecnología ha llevado la bioquímica a una nueva era.

Durante los últimos años, numerosas estructuras asombrosas de la maquinaria molecular de la vida han llenado la literatura científica (figura 1): la aguja de inyección de *Salmonella* para las células atacantes; proteínas que confieren resistencia a la quimioterapia y antibióticos; complejos moleculares que gobiernan los ritmos circadianos; complejos de reacción de captura de luz para fotosíntesis y un sensor de presión del

tipo que nos permite escuchar. Estos son sólo algunos ejemplos de los cientos de biomoléculas cuya imagen se ha obtenido ahora con microscopía crio-electrónica (crio-EM).

Cuando los investigadores comenzaron a sospechar que el virus Zika estaba causando la epidemia de daño cerebral en recién nacidos en Brasil, se volcaron a la crio-EM para visualizar el virus. Durante algunos meses, se generaron imágenes tridimensionales (3D) del virus a resolución atómica y los investigadores pudieron comenzar la búsqueda de objetivos potenciales para los productos farmacéuticos

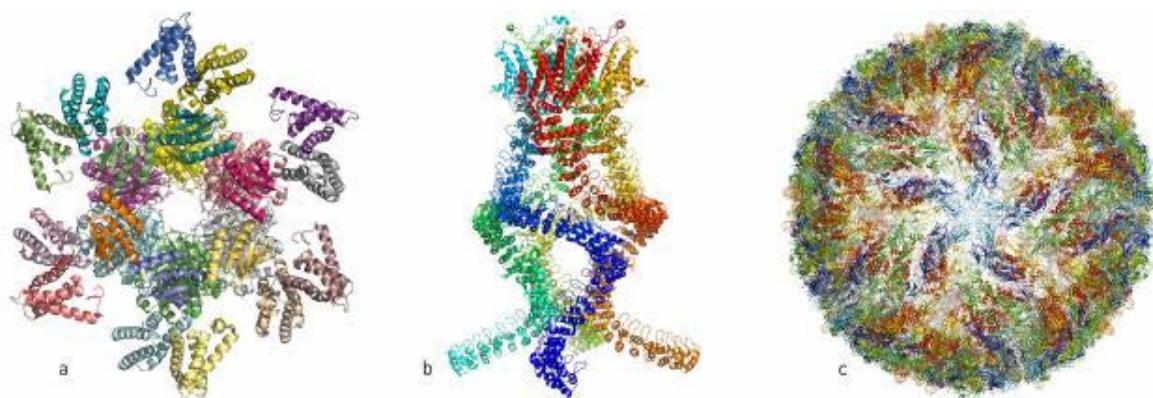


Figura 1. En los últimos años, los investigadores han publicado estructuras atómicas de numerosos complicados complejos de proteínas.

- a. *Un complejo proteico que rige el ritmo circadiano. b. Un sensor del tipo que lee cambios de presión en el oído y nos permite escuchar. c. El virus Zika.*

Jacques Dubochet, Joachim Frank y Richard Henderson han realizado descubrimientos innovadores que han permitido el desarrollo de la crio-EM. El método ha llevado la bioquímica a una nueva era, lo que hace más fácil que nunca capturar imágenes de biomoléculas.

Fotos - una clave importante para el conocimiento

En la primera mitad del siglo XX, las biomoléculas - proteínas, ADN y ARN - eran *terra incognita* en el mapa de la bioquímica. Los científicos sabían que desempeñaban papeles fundamentales en la célula, pero no tenía ni idea de cómo se veían. Fue sólo en la década de 1950, cuando los investigadores en Cambridge comenzaron a exponer los cristales de proteínas a los rayos X, que fue posible visualizar por primera vez sus estructuras onduladas y en espiral.

A principios de los años ochenta, el uso de la cristalografía de rayos X se complementó con el uso de espectroscopia de resonancia magnética nuclear (RMN) para el estudio de proteínas en estado sólido y en solución.

Esta técnica no sólo revela su estructura, sino también cómo se mueven e interactúan con otras moléculas.

Gracias a estos dos métodos, ahora hay bases de datos que contienen miles de modelos de biomoléculas que se utilizan en todo, desde la investigación básica hasta el desarrollo farmacéutico. Sin embargo, ambos métodos sufren de limitaciones fundamentales. La RMN en solución sólo funciona para proteínas relativamente pequeñas. La cristalografía de rayos X requiere que las moléculas formen cristales bien organizados, tales como cuando el agua se congela en hielo. Las imágenes son como retratos en blanco y negro de antiguas cámaras - su rígida pose revela muy poco sobre la dinámica de la proteína.

Además, muchas moléculas no se organizan en cristales, lo que hizo que Richard Henderson abandonara la Cristalografía de rayos X en la década de 1970 - y aquí es donde comienza la historia del Premio Nobel de Química 2017.

Problemas con cristales hicieron cambiar de camino a Henderson

Richard Henderson recibió su doctorado del bastión de cristalografía de rayos X, Cambridge, Reino Unido. Él utilizó el método para la obtención de imágenes de las proteínas, pero se produjeron reveses cuando intentó cristalizar una proteína que estaba naturalmente incrustada en la membrana que rodea a la célula.

Las proteínas de la membrana son difíciles de manejar. Cuando son removidas de su entorno natural - la membrana - a menudo se agrupan en una masa inútil. La primera proteína de membrana con que trabajó Richard Henderson era difícil de producir en cantidades adecuadas; la segunda falló en cristalizar.

Después de años de decepción, se volvió hacia la única alternativa disponible: el microscopio electrónico.

Está abierto a la discusión si la microscopía electrónica era realmente una opción en este tiempo. La microscopía electrónica de transmisión, como se llama la técnica, funciona más o menos como la microscopía ordinaria, pero un haz de electrones se envía a través de la muestra en lugar de luz. La longitud de onda de los electrones es mucho más corta que la de la luz, por lo que el microscopio electrónico puede hacer visibles estructuras muy pequeñas -incluso la posición de átomos individuales.

En teoría, la resolución del microscopio electrónico era más que suficiente para que Henderson obtuviera la estructura atómica de una proteína de membrana, pero en la práctica el proyecto era casi imposible. Cuando el microscopio electrónico fue inventado en la década de 1930,

los científicos pensaron que sólo era adecuado para estudiar materia muerta. El intenso haz de electrones necesario para obtener imágenes de alta resolución incinera material biológico y, si el haz se debilita, la imagen pierde su contraste y se vuelve borrosa.

Además, la microscopía electrónica requiere vacío, una condición en la cual las biomoléculas se deterioran porque el agua circundante se evapora. Cuando las biomoléculas se secan, se derrumban y pierden su estructura natural, haciendo las imágenes inútiles.

Casi todo indicaba que Richard Henderson fracasaría, pero el proyecto fue salvado por la proteína especial que había elegido para estudiar: bacteriorhodopsina.

Lo mejor hasta entonces no fue suficientemente bueno para Henderson

La Bacteriorhodopsina es una proteína de color púrpura que está incrustada en la membrana de un organismo que realice fotosíntesis, donde captura la energía de los rayos del sol. En lugar de eliminar la proteína sensible de la membrana, como Richard Henderson había tratado anteriormente de hacer, él y su colega tomaron la membrana púrpura completa y la ubicaron bajo el microscopio electrónico. Cuando la proteína permaneció rodeado por la membrana conservó su estructura; cubrieron la superficie de la muestra con una solución de glucosa que la protegía de secarse en el vacío.

El duro haz de electrones fue un problema importante, pero los investigadores usaron la forma en que las moléculas de bacteriorhodopsina están empaquetadas en la membrana del organismo. En lugar de descargar una dosis completa de electrones, hicieron fluir un haz más débil a través de la muestra. El contraste de la imagen era pobre y no podían ver las moléculas individuales, pero utilizaron el hecho de que las proteínas se empaquetaban y se orientaban en la misma dirección. Cuando todas las proteínas difractan los haces de electrones de manera casi idéntica, pudieron calcular una imagen detallada basada en el patrón de difracción - utilizaron un acercamiento matemático similar al utilizado en la cristalografía de rayos X.

En la siguiente etapa, los investigadores giraron la membrana bajo el microscopio electrónico, tomando imágenes de muchos ángulos diferentes.

De esta manera, en 1975 fue posible producir un crudo modelo 3D de la estructura de la bacteriorhodopsina (figura 2), que mostró cómo la cadena de proteína se movía a través de la membrana siete veces.

Era la mejor imagen de una proteína generada usando un microscopio electrónico. Muchos quedaron impresionados por la resolución, que fue de 7 Ångström (0,000007 milímetros), pero esto no fue suficiente

para Richard Henderson. Su objetivo era lograr la misma resolución que la proporcionada por la cristalografía de rayos X, aproximadamente 3 Ångström, y estaba convencido de que la microscopía electrónica tenía más para dar.



Figura 2.- El primer modelo aproximado de bacteriorhodopsina, publicado en 1975. Imagen de Nature 257: 28-32

Henderson produce la primera imagen a resolución atómica

Durante los siguientes años, la microscopía electrónica fue gradualmente avanzando. Los lentes mejoraron y la criotecnología se desarrolló (volveremos a esto), las muestras se enfriaron con nitrógeno líquido durante las mediciones, protegiéndolas de ser dañadas por el haz de electrones. Richard Henderson poco a poco agregó más detalles al modelo de bacteriorhodopsina. Para obtener las imágenes más nítidas viajó a los mejores microscopios electrónicos del mundo. Todos tenían sus debilidades, pero se complementan entre sí. Finalmente, en 1990, 15 años después de haber publicado el primer modelo, Henderson logró su objetivo y pudo presentar una estructura de la bacteriorhodopsina a resolución atómica (figura 3).

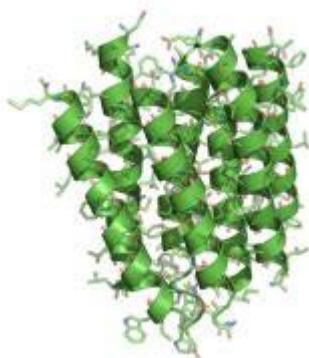


Figura 3. En 1990, Henderson presentó la estructura de la bacteriorhodopsina a resolución atómica

Demostró así que la crio-EM podría proporcionar imágenes tan detalladas como las generadas mediante cristalografía de rayos X, lo que fue un hito crucial. Sin embargo, este progreso se basó en una excepción: la forma regular en que la proteína naturalmente se empaquetaba en la membrana. Pocas otras proteínas espontáneamente se ordenan de esta manera. La cuestión era si el método podía generalizarse: ¿sería posible utilizar un microscopio electrónico para generar imágenes 3D de alta resolución de proteínas que estaban dispersadas aleatoriamente en la muestra y orientadas en diferentes direcciones? Richard Henderson creía que sí, mientras que otros pensaban que esto era una utopía.

Del otro lado del Atlántico, en el Departamento de Salud del Estado de New York, Joachim Frank había trabajado largamente para encontrar una solución justamente a ese problema. En 1975, presentó una estrategia teórica donde la información aparentemente mínima encontrada en las imágenes bidimensionales del microscopio electrónico podría fusionarse para generar un todo tridimensional de alta resolución. Le llevó más de un década completar esta idea.

Frank refina el análisis de imágenes

La estrategia de Joachim Frank se basaba en tener un ordenador que discriminara entre las trazas de proteínas posicionadas aleatoriamente y su entorno en una imagen difusa de microscopio electrónico.

Desarrolló un método matemático que permitía a la computadora identificar diferentes patrones recurrentes en la imagen. La computadora entonces ordenaba patrones similares en el mismo grupo y fusionaba la información de estas imágenes para generar una imagen promedio, más nítida. De esta manera obtenía un número de imágenes bidimensionales de alta resolución, que mostraban la misma proteína pero desde

diferentes ángulos. Los algoritmos para el software fueron completados en 1981.

El siguiente paso fue determinar matemáticamente cómo se relacionaban entre sí las diferentes imágenes bidimensionales y, sobre la base de esto, crear una imagen en 3D. Frank publicó esta parte del método de análisis de imágenes a mediados de los 80 y lo utilizó para generar un modelo de la superficie de un ribosoma, la gigantesca maquinaria molecular que genera proteínas dentro de la célula.

El método de procesamiento de imágenes de Joachim Frank fue fundamental para el desarrollo de la crio-EM. Ahora saltaremos algunos años atrás en el tiempo - en 1978, al mismo tiempo que Frank estaba perfeccionando sus programas de computadora, Jacques Dubochet fue reclutado por el Laboratorio Europeo de Biología Molecular en Heidelberg para resolver otro de los problemas básicos del microscopio electrónico: cómo se secan las muestras biológicas y se dañan cuando se exponen al vacío.

Dubochet hace vidrio del agua

En 1975, Henderson usó una solución de glucosa para proteger su membrana de la deshidratación, pero este método no funcionó para biomoléculas solubles en agua. Otros investigadores habían tratado de congelar las muestras porque el hielo se evapora más lentamente que el agua, pero los cristales de hielo desorganizaban tanto los haces de electrones que las imágenes eran inútiles.

El agua de vaporización era un dilema importante. Sin embargo, Jacques Dubochet vio una solución potencial: enfriar el agua tan rápidamente que solidificara en su forma líquida para formar un vidrio en lugar de cristales.

Un vidrio parece ser un material sólido, pero es en realidad un fluido porque tiene moléculas desordenadas. Dubochet se dio cuenta de que si podía conseguir agua en forma de vidrio - también conocida como agua vitrificada - el haz de electrones se difractaría uniformemente y daría un fondo uniforme.

Inicialmente, el grupo de investigación intentó vitrificar pequeñas gotas de agua en nitrógeno líquido a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, pero tuvieron éxito sólo cuando reemplazaron el nitrógeno con etano que, a su vez, era enfriado por nitrógeno líquido. Bajo el microscopio vieron una gota que no era similar a nada que hubieran visto antes. Primero asumieron que era etano, pero cuando la gota se calentó ligeramente las moléculas repentinamente se reorganizaron y formaron la estructura familiar de un cristal de hielo. Fue un triunfo - en particular, porque algunos investigadores habían asegurado que era imposible vitrificar gotas de agua. Ahora creemos

que el agua vitrificada es la forma más común de agua en el universo.

Una técnica simple para el contraste

Tras el gran avance en 1982, el grupo de investigación de Dubochet desarrolló rápidamente las bases de la técnica que todavía se utiliza en crio-EM. Disolvían sus muestras biológicas – inicialmente diferentes formas de virus - en agua. La solución se extendía a través de una fina malla de metal como una fina película. Utilizando una construcción en forma de arco, inyectaban la malla en el etano líquido de modo que la delgada película de agua se vitrificara.

En 1984, Jacques Dubochet publicó las primeras imágenes de un número de virus diferentes, redondos y hexagonales, que se muestran en marcado contraste con el fondo de agua vitrificada. El material biológico podía ahora ser relativamente fácil de preparar para microscopía electrónica, y los investigadores muy pronto estaban golpeando a la puerta de Dubochet para aprender la nueva técnica.

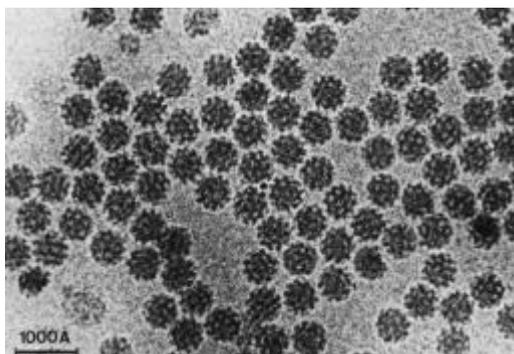


Figura 4- Dubochet generó las primeras imágenes de virus rodeados por agua vitrificada en 1984. Imagen de Nature 308: 32-36.

De la globología a la revolución

Las piezas más importantes de la crio-EM estaban así en su lugar, pero las imágenes todavía tenían una resolución pobre. En 1991, cuando Joachim Frank preparó ribosomas usando el método de vitrificación de Dubochet y analizó las imágenes con su propio software, obtuvo una estructura 3D que tenía una resolución de 40 Å. Era un sorprendente paso adelante para la microscopía electrónica, pero la imagen sólo mostraba los contornos del ribosoma. Francamente, parecía un glóbulo y la imagen ni siquiera se acercaba a la resolución atómica de la cristalografía de rayos X.

Debido a que la crio-EM raramente podía visualizar nada más que una

superficie desigual, el método fue a veces llamado «globología». Sin embargo, cada tuerca y tornillo del microscopio electrónico ha sido gradualmente optimizado, en gran medida debido a Richard Henderson manteniendo obstinadamente su visión de que la microscopía electrónica un día proporcionaría rutinariamente imágenes que mostrarán átomos individuales. La resolución ha mejorado Ångström por Ångström, y el obstáculo técnico final fue superado en 2013, cuando un nuevo tipo de detector de electrones entró en uso (figura 5).

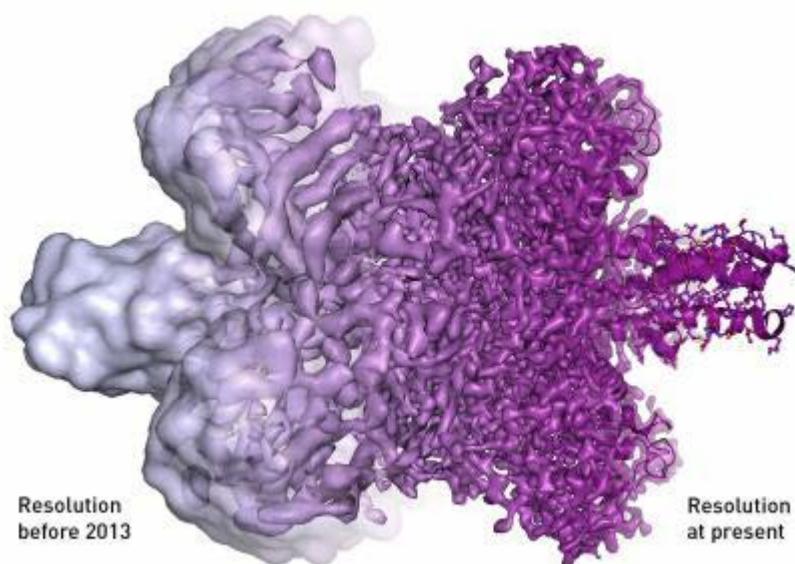


Figura 5. La resolución del microscopio electrónico ha mejorado radicalmente en los últimos años, desde que mostraba sólo glóbulos informes, siendo capaz ahora de visualizar las proteínas a resolución atómica.

Imagen: Martin Högbom

Cada rincón escondido de una célula puede ser explorado

Ahora el sueño es realidad, y estamos ante un desarrollo explosivo dentro de la bioquímica. Hay una serie de beneficios que hacen que la crio-EM sea tan revolucionaria: el método de vitrificación de Dubochet es relativamente fácil de usar y requiere un tamaño de muestra mínimo. Debido al rápido proceso de enfriamiento, las biomoléculas se pueden congelar en medio de su acción y los investigadores pueden tomar series de imágenes que capturan diferentes partes de un proceso.

De esta manera, producen «películas» que revelan cómo las proteínas se mueven e interactúan con otras moléculas.

Utilizando crio-EM, también es más fácil que nunca describir proteínas de membrana, que a menudo funcionan como objetivos para los productos

farmacéuticos, y grandes complejos moleculares. Sin embargo, las proteínas pequeñas no pueden ser estudiadas con microscopía electrónica, pero se pueden visualizar mediante espectroscopia de RMN o cristalografía de rayos X.

Después de que Joachim Frank presentara la estrategia para su método general de procesamiento de imágenes en 1975, un investigador escribió: «Si tales métodos fueran perfeccionados, entonces, en las palabras de un científico, el cielo sería el límite».

Ahora estamos allí - el cielo es el límite. Jacques Dubochet, Joachim Frank y Richard Henderson han aportado, a través de sus investigaciones, «el mayor beneficio para la humanidad». Cada rincón de la célula puede ser capturado en detalle atómico y la bioquímica está lista para un futuro emocionante.

ENLACES Y LECTURAS AMPLIATORIAS

Información adicional acerca de los premios de este año, incluyendo información científica en inglés, está disponible en el sitio web de la Real Academia de Ciencias Sueca, <http://kva.se>, y en <http://nobelprize.org>.

Artículos

Dubochet, J. (2016) A Reminiscence about Early Times of Vitreous Water in Electron Cryomicroscopy. *Biophys J.*, 110, 756-757.

Elmes, J. (2016) Interview with Richard Henderson. *Times Higher Education*, www.timeshighereducation.com/people/interview-richard-henderson-university-of-cambridge

Gelfand, A. (2016) The Rise of Cryo-Electron Microscopy, *Biomedical Computation Review*, http://biomedicalcomputationreview.org/sites/default/files/riseofc-e_bcr-spring-2016-web.pdf

Mossman, K. (2007) Profile of Joachim Frank, *Proc. Natl Acad. Sci. USA*, 104, 19668-19670.

Wilson, R. och Gristwood, A. (2015) Jacques Dubochet. www.embl.de/aboutus/alumni/news/news_2015/20150709_dubochet/

Videos

Serious Science (20 June 2017) Electron Cryomicroscopy — Richard Henderson www.youtube.com/watch?v=L6U--sYUF9s

Serious Science (22 Aug. 2017) Single-Particle Electron Microscopy - Richard Henderson www.youtube.com/watch?v=j_sfs6uwWlc

The Franklin Institute (5 July 2016) Joachim Frank — 2014 Laureate of the Franklin Institute in Life Science www.youtube.com/watch?v=mtvht8Uyh2s

Science Editors: Peter Brzezinski, Gunnar von Heijne and Sara Snogerup Linse, the Nobel Committee for Chemistry

Text: Ann Fernholm

Translation: Clare Barnes

Illustrations: ©Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences (unless otherwise credited)

Editor: Ann Fernholm

©The Royal Swedish Academy of Sciences

Traducción al español: Luz Lastres Flores

Ideas para el aula

ENSEÑANDO QUÍMICA CON SIGNIFICADO EN SECUNDARIA A PARTIR DE PINTURAS Y DISOLVENTES

Isabel Aurora Velazquez¹ y María Gabriela Lorenzo²

1-Universidad Nacional de Río Negro. Área de Química. Sede Andina El Bolsón. Argentina. 2-Universidad de Buenos Aires-CONICET

E-mail: ivelazquez@unrn.edu.ar

Resumen. En este trabajo se presentan una serie de siete actividades especialmente diseñadas, que han sido utilizadas para enseñar diferentes aspectos de la química en clases de secundaria, desde un enfoque CTS. La problemática abordada ha sido el tema de las pinturas dado que desde el punto de vista disciplinar, permite un abordaje amplio de los diversos contenidos de la asignatura. La propuesta incluye además actividades de producción de pinturas no convencionales de características más amigables con el ambiente y por tanto una aplicación concreta de los conocimientos construidos por los estudiantes.

Palabras clave: secuencia didáctica; vida cotidiana; compuestos orgánicos; toxicidad.

High School Chemistry Teaching. Giving sense from Paints and Solvents

Abstract: A set of seven activities specially designed to Chemistry teaching is presented here. These activities were thought by STS model at High School. "Paints & Solvents" was the chosen topic because its huge possibilities of subject-matter contents to be studied with it. The proposal also includes activities to produce unconventional paints sustainable with the environment. In this way, students were able to put their learning into practice

Key Words: didactic sequence; daily life; organic compounds; toxicity.

LOS FUNDAMENTOS DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

La humanidad, desde sus orígenes, ha utilizado pigmentos y colorantes para dejar sus huellas (Ibañez, 2013). Desde los productos naturales utilizados inicialmente, se han ido desarrollando nuevos materiales para cubrir la gran demanda de pinturas que se utilizan con muchos y diversos usos: artísticos, de protección, de identificación, cosméticos, entre otros. Su uso ha ido ocasionado diversos impactos sobre la salud humana (como el saturnismo por contaminación con plomo) y sobre el ambiente.

En los últimos años, las problemáticas ambientales se han convertido en una de las mayores preocupaciones en el mundo. Consecuentemente, se han establecido un conjunto de medidas a nivel público y privado para cuidar nuestro hábitat natural, preservándolo del deterioro y la contaminación.

En este sentido, se considera fundamental diseñar actividades que ofrezcan al alumno la oportunidad de tener un rol activo, integrando los conceptos previos, sus realidades y contextos con el fin de que logre, inicialmente interpretar los fenómenos que lo rodean. A partir de allí, con la ayuda de conceptos y modelos científicos podrán ser analizados y explicados, para finalmente lograr una significatividad social del conocimiento alcanzado.

Desde una mirada pedagógica, es frecuente escuchar la preocupación de los docentes de Química, por el "cómo enseñar", por la creatividad o la motivación que demandan sus clases, debido a la apatía que se atribuye a los alumnos que no quieren ni entienden para qué estudiar esta materia.

Considerando estas intranquilidades, podemos decir que nos encontramos frente a la necesidad de hallar soluciones prácticas que permita responder a la pregunta "y en el aula: ¿qué hacemos?".

En este trabajo se propone entonces una alternativa para colaborar con los docentes y los alumnos de modo que encuentren el significado al estudiar Química juntos, proponiendo desde la enseñanza una relación diferente con el conocimiento. Para que se produzca un aprendizaje significativo, el sujeto que aprende debe tener la motivación de hacerlo, ya que el aprendizaje necesita ser deseado e invadido de curiosidad (Hengemühle, 2005). Como dice Paulo Freire (1997, p. 30): "no hay enseñanza sin investigación e investigación sin enseñanza", por lo que el docente indaga para enseñar mientras que el educando aprende indagando.

Teniendo en cuenta la importancia de crear posibilidades para que los estudiantes puedan producir su propia construcción de conocimientos a partir de la enseñanza (Freire, 1997) se pensó en una secuencia didáctica que incluyera el trabajo de campo y el trabajo en el laboratorio con un enfoque CTS (Ciencia, Tecnología, Sociedad). Éste, se lo reconoce como un movimiento surgido en los Estados Unidos que cobra importancia en la escuela secundaria desde la década del ochenta (Membiela, 1997). Más tarde, fueron incorporadas otras letras para significar ciertas problemáticas específicas como, por ejemplo, A por ambiente, I por innovación, G por género (Farré y Lorenzo, 2016).

El propósito de este trabajo es presentar dicha secuencia didáctica con el fin de orientar a los docentes de nivel secundario en la enseñanza de la química con un enfoque CTS, dado que resulta una herramienta potente para despertar el interés de sus alumnos desde el abordaje de situaciones de la vida cotidiana en donde está presente la química como es el caso de las pinturas y los disolventes.

La propuesta curricular que se presenta plantea que la escuela, en colaboración con su entorno, ofrezcan a los estudiantes la posibilidad de producir su máximo desarrollo en capacidades y dominio de competencias, para que le "permitan integrarse satisfactoriamente en su contexto logrando una sociedad democrática y equitativa" (Casanova, 2006, p. 89). En ese sentido la investigación escolar, permite la construcción progresiva del conocimiento y beneficia a los actores en otros aspectos como, por ejemplo: la responsabilidad, el espíritu crítico, el respeto por las diferentes opiniones, el autoaprendizaje, entre otras actitudes que influyen en su actuar como ser social; y que esos hábitos y formas se acerquen al hacer científico (Porlán Ariza, Rivero García y Martín del Pozo, 1997).

LA QUÍMICA DE LAS PINTURAS Y LOS DISOLVENTES

Una pintura es un material líquido compuesto por una mezcla de disolventes, pigmentos, aglutinantes y aditivos, que cuando se aplica sobre una superficie, en una capa delgada, se adhiere transformándose en una película sólida al secar. En muchos de los componentes de las pinturas se emplean materiales que, en mayor o menor medida, son contaminantes y/o tóxicos. Por ese motivo, en varios países se desarrollaron normativas que limitan su uso, y en otros, los materiales tóxicos están prohibidos.

En la tabla 1, se presenta una clasificación de los diferentes tipos de pinturas, los solventes más empleados y los usos de cada una de ellas.

Tabla 1: Tipos de pinturas, sus disolventes y usos (Riveros Alcedo, 2017)

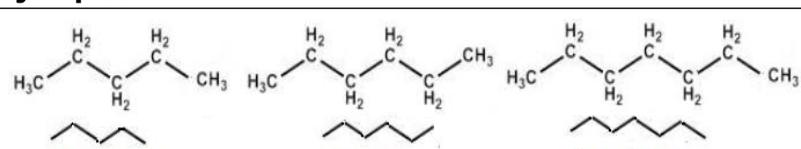
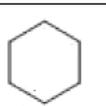
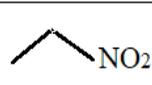
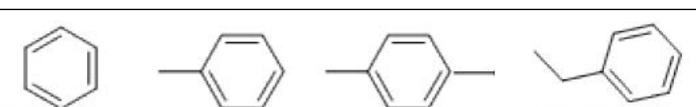
Tipo de pintura	Disolvente	Usos
Alquídicas de secado al aire	Aguarrás	1. Decoración 2. Anticorrosiva
Alquídicas de secado al horno	Tolueno, xileno, butanol y/o sus mezclas	3. Automotriz 4. Electrodomésticos
Vinílicas	Tolueno	5. Anticorrosivos
Celulósicas (lacas)	Acetato de etilo, ciclohexanona, dietilcetona, metiletilcetona y/o sus mezclas	6. Decoración de muebles 7. Automotriz
Cloro-caucho	Xileno, tolueno y/o sus mezclas	8. Pinturas ignífugas 9. Revestimiento antiácido, anti herrumbre
Poliuretano	Cetonas, acetato de etilenglicol, acetato de butilo y/o sus mezclas	10. Pinturas marinas y para hormigón 11. Protectoras de fierro y aluminio
Epóxicas	Ésteres, cetonas, alcoholes, glicoles, y/o sus mezclas	12. Pinturas marinas 13. Revestimiento de estanques

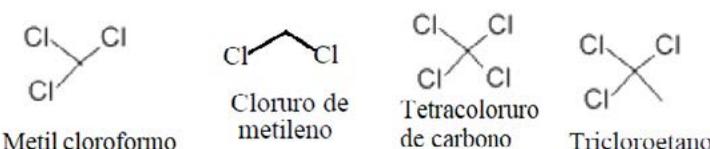
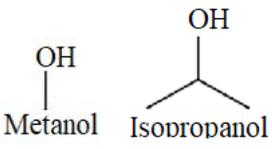
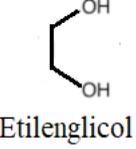
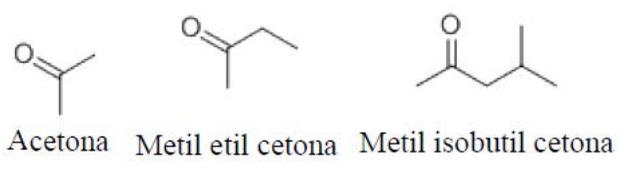
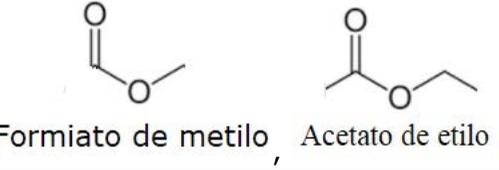
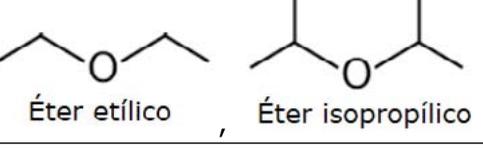
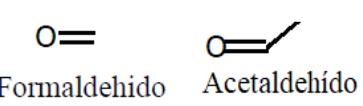
En las pinturas convencionales el principal peligro reside en la inclusión de los metales pesados (plomo, cadmio, mercurio, etc.) y de los compuestos orgánicos volátiles (COV) (tabla 2) que se evaporan a temperatura ambiente. Según la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos, U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA), se define COV "como cualquier compuesto de carbono, excluyendo monóxido de carbono, dióxido de carbono, ácido carbónico, carburos metálicos o carbonatos, y carbonato de amonio, que participan en reacciones fotoquímicas atmosféricas" (Riveros Alcedo, 2017).

Por su alta volatilidad, a temperatura ambiente se encuentran mayormente como gases y resultan altamente inflamables. En determinadas proporciones con respecto al oxígeno del aire pueden combustionar espontáneamente y producir incendios con las consiguientes posibles pérdidas humanas y materiales.

Sustancias como el xileno, el tolueno, los epóxidos, las acetonas, los fenoles y el formaldehído, son COV que se encuentran como componentes de muchas pinturas y, por tanto, suelen ser emitidos como gases, tanto mientras se están aplicando, como posteriormente durante el secado pudiendo perdurar durante semanas incluso meses, con las posibles consecuencias adversas para la salud y al ambiente. Los COV también son liberados al aire por la quema de combustibles, como gasolina, madera, carbón o gas natural y por disolventes, pinturas, pegamentos y otros productos empleados y almacenados en los hogares y centros de trabajo.

Tabla 2: Principales grupos de COV, según su estructura química (Mercado, 1997)

Grupo de COV	Ejemplos
Hydrocarburos alifáticos	 <p>Pentano Hexano Heptano</p>
Hydrocarburos alicíclicos	 <p>Ciclohexano</p>
Hydrocarburos nitrogenados	 <p>Nitroetano</p>
Hydrocarburos aromáticos	 <p>Benceno Tolueno Xileno Etilbenceno</p>

Hidrocarburos clorados	 Metil cloroformo, Cloruro de metileno, Tetracoloruro de carbono, Tricloroetano
Alcoholes	 Metanol, Isopropanol
Glicoles	 Etilenglicol
Cetonas	 Acetona, Metil etil cetona, Metil isobutil cetona
Ésteres	 Formiato de metilo, Acetato de etilo
Éteres	 Éter etílico, Éter isopropílico
Aldehídos	 Formaldehido, Acetaldehído

Esta emisión de COV a la atmósfera contribuye a la degradación de la capa de ozono atmosférico y, con el NO₂, en presencia de luz solar, actúan como precursores de la formación de ozono troposférico o ambiental.

COV + NO₂ + luz solar → ozono troposférico (O₃)

El ozono liberado puede causar efectos nocivos en la salud humana y en el ambiente. Particularmente, las especies vegetales y los cultivos son más sensibles a este contaminante que los seres humanos, dado que interfiere en la actividad fotosintética, en el crecimiento y en el metabolismo general, y también, aumenta la sensibilidad de los árboles a las heladas, al calor y a la sequía (Sbarato y Sbarato, 2010).

Los daños directos de los COV en la salud humana pueden ser por contacto o por inhalación, afectando al sistema nervioso central generando problemas neurológicos, como pérdida de memoria, dolores de cabeza y cansancio. Si la exposición es a largo plazo también produce daño renal, hepático y respiratorio (Puente y Romaroson, 2006, Mercado 1997).

Otro aspecto importante para señalar es que muchos de esos compuestos tardan años en degradarse y quedan expuestos al aire, agua y suelo, que a través del tiempo pueden traer consecuencias irremediables para el ambiente. Por ello, la elaboración de pinturas ecológicas a base de productos de origen natural puede llegar a ser la solución a este problema.

En las reglamentaciones y normativas nacionales argentinas, a diferencia de las internacionales, no existe prohibición o limitación en la concentración y en el empleo de determinados productos (metales pesados, solventes aromáticos y algunas resinas) para la fabricación de pinturas. El ciudadano, entonces, utiliza estos productos nocivos, debido a la falta de indicaciones en las etiquetas de los envases, por parte de los fabricantes respecto de los materiales que componen dicha pintura, los cuidados que deben tener en su aplicación y el procedimiento para tratar los residuos, entre otros (Abuin, Niño Gómez y Vorobey, 2002).

En la actualidad se distinguen pinturas en función de su composición, estado físico y condiciones de aplicación. Muchos de sus componentes provocan un potencial impacto ambiental durante su elaboración y también durante su uso. Se debe tener en cuenta que son derivados de recursos naturales no renovables, y que muchos de ellos, son tóxicos para la salud humana. El proceso de fabricación también origina residuos que pueden ocasionar polución del aire y del agua (Abuin y col., 2002).

En contraposición a las pinturas industriales, en los últimos años han surgido las llamadas pinturas no convencionales o ecológicas que utilizan otros aglutinantes no tóxicos como las resinas, aceites, almidones y ceras de origen vegetal.

DESCRIPCION DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

En este apartado describiremos los objetivos y las diferentes actividades que componen la secuencia didáctica, con el fin de colaborar con la enseñanza de la química. La propuesta ha sido pensada para el nivel secundario, pero dada su amplitud y flexibilidad podrá ser adaptada por los docentes a su propio grupo y nivel de estudiantes.

En la tabla 3 se presentan los saberes que pueden ser trabajados con esta propuesta, según los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios (NAP), incluidos en los nuevos diseños curriculares de la Nueva Escuela Secundaria, para la asignatura Química Ambiental de 4to año del Ciclo Orientado de Ciencias Naturales.

Tabla 3: Unidades curriculares conectadas

Saberes disciplinares	
<i>A recuperar</i>	<i>A construir</i>
<p>El análisis de algunas consecuencias ambientales de la solubilidad de las sustancias en distintos medios para el reconocimiento y la argumentación de estrategias de cuidado ambiental.</p> <p>La elaboración e interpretación de representaciones gráficas de la relación entre variables (volumen, solubilidad, temperatura, concentración, presión) para reconocer y explicar el comportamiento de un sistema.</p> <p>La aplicación del modelo teórico utilizado para explicar aspectos de la discontinuidad de la materia, los fenómenos de la superficie de los líquidos, los cambios de estado, como así también fenómenos de disolución.</p>	<p>El reconocimiento de las propiedades y estructura de los compuestos orgánicos de importancia para la explicación de procesos y fenómenos que se vinculan con la vida y el ambiente, implicando las características del átomo de carbono que origina gran cantidad de compuestos de diverso comportamiento químico, relacionando sus propiedades químicas y su estructura.</p>

La secuencia didáctica que se propone consta de tres etapas. La etapa I propone la recuperación de los conocimientos de los alumnos que les permita la contextualización y además actuar como inclusores y referentes de la nueva información y en simultáneo, despertar el interés sobre la temática. La etapa II, es aquella en donde se introduce la nueva información que responde a las cuestiones curriculares. Se propone una secuenciación que va desde lo cotidiano, por ejemplo, el uso de quitaesmalte para sacar una pintura de uñas, pasando por su toxicidad en el envase y al evaporarse, para luego analizar el impacto sobre la vida de las personas y el medio ambiente.

Por último, la etapa III puede considerarse como de aplicación, transferencia y socialización de los conocimientos construidos por los estudiantes que plantea el desafío de desarrollar un producto que reemplace la pintura analizada y sea amigable con la salud y el ambiente. En total, se presentan siete actividades (tabla 4) que se comentarán con mayor detalle más adelante.

Tabla 4: Esquema general de la secuencia didáctica

Etapas	Actividades	Objetivo General
I	1. Inicio y recuperación de conocimientos previos	Introducir a los alumnos en la problemática a trabajar retomando ideas previas.
	2. Acercamiento al concepto de compuestos orgánicos	Aprender química orgánica a partir de la composición de las pinturas
II	3. Exploración	Evaluar la información que proporcionan los envases de las pinturas y cotejarlas con sus fichas técnicas
	4. Prueba	Identificar los solventes orgánicos presentes en las pinturas y evaluar el tiempo que tardan en evaporarse.
	5. Relevamiento del conocimiento	Evaluar el grado de conocimiento que poseen los comerciantes acerca de los productos que venden y de la población en general, que los compra.
III	6. Elaboración	Fabricar pinturas y disolventes amigables con el ambiente según recursos disponibles.
	7. Socialización	Concientizar sobre el uso responsable de las pinturas y disolventes.

Actividad 1: Inicio y recuperación de conocimientos previos

Para promover una lluvia de ideas en la que todos los estudiantes puedan participar compartiendo con el gran grupo sus conocimientos, ideas o creencias, el docente plantea:

1. ¿Qué es el aire?
2. ¿Qué gases y en qué proporción componen el aire?

La función del docente durante esta actividad es de guía y coordinador. No es quien tiene la fuente del saber o el conocimiento, sino, quien propicia un espacio de diálogo, escucha y respeto por las opiniones.

Luego de registrar en la pizarra cada comentario, idea y fundamento, el docente convoca a copiar a los estudiantes en sus diarios de clase, y luego realizar una búsqueda bibliográfica, para profundizar lo que ellos creen sabido sobre el tema. Diversos recursos pueden utilizarse como fuentes de información: libros de texto, revistas, páginas de Internet y/o videos.

Una vez que estos dos conceptos han sido explicados y discutidos en clase, se plantean otros interrogantes para continuar indagando en las ideas previas de los estudiantes mientras se va co-construyendo un marco teórico para el trabajo posterior.

3. ¿Qué es la contaminación atmosférica?
4. ¿Qué tipo de contaminantes hay?
5. ¿Cuáles son las fuentes de contaminación?

El docente pide a los estudiantes que respondan en sus diarios de clase de forma individual primero y luego lo discutan en pequeños grupos de tres o cuatro integrantes. A continuación, les propone elegir un vocero de grupo para que comparta con el resto las conclusiones extraídas, mientras las registra en la pizarra para visar si están de acuerdo.

La siguiente clase se plantea recuperar los saberes acerca de la vaporización y lo relacionen con las variables, y entre ellas la naturaleza de las sustancias disolventes que puedan estar presentes en las pinturas.

El docente formula en la pizarra una serie de interrogantes para sondear lo que recuerdan acerca de los cambios de estado, principalmente la vaporización.

1. ¿Todos los líquidos se evaporan?
2. ¿De qué depende el proceso de evaporación?
3. ¿Qué líquidos se evaporan más rápido y cuáles más lento? ¿Por qué?
4. ¿Cómo influye la presencia de otra sustancia disuelta en la evaporación de un líquido?

Para esta actividad, al igual que en la anterior, el docente propone que formen pequeños grupos de hasta cuatro o cinco estudiantes para que respondan que respondan a las preguntas por escrito en sus diarios de clase. Luego de unos minutos, cada grupo elige un vocero quien deberá exponer oralmente sus apreciaciones. Mientras tanto, el docente registra en la pizarra los comentarios de cada grupo.

Una vez que todos los grupos completaron su exposición, el docente promueve una discusión en plenario, donde se analizan las respuestas y se señalan los aspectos positivos y aquellos que deben ser revisados o corregidos para evitar confusiones más adelante. Una vez acordados estos conceptos claves, se propone a los estudiantes el siguiente paso. En él, se les pide que, nuevamente en pequeños grupos como venían trabajando, armen un diseño experimental según recursos disponibles en la escuela o en sus domicilios, para demostrar el proceso.

A continuación, y con la supervisión del docente, los estudiantes deben llevar a la práctica el diseño propuesto, registrando mediciones de volu-

men en forma periódica en intervalos de tiempo a elección. Estos datos serán utilizados posteriormente para elaborar tablas y gráficos, que serán analizados y permitirán la elaboración de conclusiones, para generar nuevas preguntas que permitan continuar profundizando el tema.

El docente guía a los estudiantes de modo que queden claramente expuestos los conceptos sobre el tema y en particular, que la velocidad de evaporación de los líquidos depende de la naturaleza de las sustancias, de la temperatura, de la superficie de contacto con el aire y del movimiento del aire, entre otras causas.

Para la evaluación de esta primera etapa se sugiere utilizar instrumentos como los siguientes:

1. Rúbrica para evaluar el diario de clase
2. Lista de cotejo para evaluar el experimento de laboratorio
3. Lista de cotejo para co-evaluar el trabajo en grupo

Actividad 2: Acercamiento al concepto de compuestos orgánicos

El docente propone a sus estudiantes responder, primero en forma individual en sus diarios de clase, y más tarde en pequeños grupos, las siguientes preguntas disparadoras:

1. ¿A qué se llama pintura?
2. ¿Qué componentes tiene?
3. ¿Qué función cumplen dichos componentes?
4. ¿Qué tipo de pinturas conocen?
5. ¿A qué sustancias se atribuye su olor?
6. ¿Cuánto tiempo tardan en secarse y en perder el olor?
7. ¿Son tóxicas para la salud del ser humano?
8. ¿Afectan al medio ambiente? ¿Cómo?

Luego de unos minutos, los estudiantes de cada grupo eligen un nuevo vocero para compartir con el resto de la clase y sacar una definición acerca de las pinturas y sus propiedades. El docente plasma en la pizarra todas las definiciones que surgen de los grupos y orienta a unificar criterios.

Se les propone que formen un grupo por cada tipo de pintura de acuerdo con el número total de alumnos por curso para ser designados como representantes de ese tipo de pintura, cuyo nombre será exhibido en su mesa, entre los más populares de uso en la región, como figura en la Tabla 1. Cada grupo deberá investigar, con los recursos que tengan

disponible (libros de texto, revistas, páginas de Internet, videos), acerca de los disolventes que componen esos productos y el uso que poseen en la vida cotidiana. Se les proporciona un tiempo para contestarlas en clase para luego continuar con la siguiente tarea.

En el próximo encuentro, cada grupo comparte en plenario con el resto de sus compañeros la información que encontraron sobre cada producto mientras se completa un cuadro comparativo en la pizarra con la orientación del docente.

A continuación, el docente pregunta a los estudiantes acerca los llamados compuestos orgánicos volátiles o COV, y sus definiciones las registra en la pizarra.

Seguidamente, el docente entrega una ficha con el nombre de los diferentes grupos de COV (Tabla 2), a los estudiantes para realizar un trabajo individual o en parejas donde se les solicita que representen dichos compuestos orgánicos, haciendo uso de modelos moleculares. Para ello el docente aporta los elementos necesarios para el armado de los modelos como, por ejemplo: plastilina de cuatro colores diferentes para armar esferas, o bien, pelotitas de telgopor y palillos. Se trabaja sobre los conceptos de *modelo* y de *representación* de modo que las esferas o pelotitas simbolizan los elementos C, H, O y N y los palillos, los enlaces covalentes.

Al finalizar, se realiza una muestra en plenario de los diferentes modelos construidos y se debate sobre las estructuras de los compuestos fundamentando sus diseños. Se les solicita entonces hacer intercambios para buscar similitudes y diferencias, como por ejemplo los átomos que los constituyen, la forma en que se unen y la disposición que adoptan. Se completa la actividad con el dibujo de los modelos en sus diarios de clase de modo de que puedan aproximarse al modo de representación bidimensional desde un modelo 3D. Como una estrategia para incentivar a los estudiantes y aportar valor a su trabajo, responsabilidad y creatividad, sus diseños y dibujos quedan expuestos sobre una mesa y de este modo permanecen accesibles como recursos para las próximas actividades.

Actividad 3: Exploración

Esta actividad propone el análisis exploratorio de las etiquetas y envases de materiales aportados por los propios estudiantes. Para ello, en una clase anterior el docente les solicita que aporten desde sus casas, los envases con restos de pinturas de diferentes tipos, para pared, madera, anti óxidos, etc., y algún otro producto que se use para diluir dichas pinturas o limpiar los pinceles. En este caso también se propone un trabajo en pequeños grupos.

El docente guía la lectura de las etiquetas señalando los aspectos importantes como por ejemplo los pictogramas de peligro (Fig. 1). Los estudiantes deberán transcribir los pictogramas presentes en sus etiquetas en sus diarios de clase y luego se discuten en un plenario final.



Figura 1: Etiquetas y pictogramas que aparecen en los envases de las pinturas y disolventes convencionales y su significado

Otros aspectos a ser registrados son: la composición, indicaciones de uso, almacenamiento, inflamabilidad, gestión de residuos, o alguna precaución a tener en cuenta. A partir de estos datos, los estudiantes deberán realizar una búsqueda de información, a modo de pequeña investigación, sobre los efectos de cada componente, sobre la salud humana y el ambiente. La información recabada es posteriormente sintetizada por un cuadro comparativo elaborado de manera colaborativa por el docente junto con sus alumnos.

Es importante señalar que para la realización de estas actividades se recurre permanentemente al uso de la computadora y otros recursos digitales para la búsqueda de información, elaboración de resúmenes y cuadros, entre otras muchas actividades posibles. Integrando de este modo, la tecnología al espacio del aula.

A modo de cierre se les plantea un nuevo interrogante que deberán responder como tarea domiciliaria que será retomada al inicio de la siguiente clase: ¿Qué información ocultan los envases de pinturas y disolventes?

En este caso, los estudiantes deberán reutilizar las destrezas y habilidades adquiridas en el punto anterior a una nueva situación problema.

Actividad 4: Pruebas

La actividad propone un trabajo empírico para que los estudiantes efectúen pruebas que relacionen la velocidad de evaporación de los componentes de las pinturas con su estructura, así como también comprendan su toxicidad en el tiempo de exposición.

Se recomienda utilizar las pinturas y los disolventes acercados por los estudiantes en la actividad anterior, junto a pinceles que podría también solicitarse o ser facilitados por la escuela.

En un ambiente bien ventilado, los estudiantes en grupos de dos, deberán extender una o más muestras de pintura y/o disolventes, con la ayuda de un pincel, sobre hojas de cuaderno blancas. Con la ayuda de un cronómetro se registra el tiempo de secado, que deberá luego incluirse en el diario de clase. Se recomienda, repetir las pruebas de una misma muestra, en un espacio cerrado (por ejemplo, una caja) y otra, en un ambiente abierto, para poder realizar estudios comparativos. En este punto, deben extremarse las precauciones teniendo en cuenta que la evaporación puede llevar desde unos pocos minutos hasta horas. Del mismo modo deben realizarse los controles para minimizar la exposición de los estudiantes a los solventes orgánicos respetando los protocolos de seguridad (investigados precedentemente).

Asimismo, les solicita, tratar de identificar los disolventes que se utilizan para diluir pinturas, limpiar las superficies salpicadas y los pinceles luego de ser utilizados.

Con todos estos datos efectuar comparaciones, relaciones y conclusiones, en forma oral, respecto al peligro que conlleva usar este tipo de productos sin condiciones de bioseguridad y cuidado por el medio ambiente.

Por último, los estudiantes confeccionan un cuadro comparativo en la pizarra para visualizar los datos obtenidos. La discusión en plenario de los resultados permite sacar conclusiones más notorias, según síntomas y signos que provocan.

Actividad 5: Relevamiento del conocimiento del entorno social sobre el tema

En esta actividad es importante que los estudiantes tomen conciencia de la problemática, que tiene que ver con el conocimiento que sobre las pinturas y sus constituyentes tiene la sociedad en la que está inserta la escuela.

A partir de los resultados y conclusiones obtenidas en la actividad anterior, los estudiantes elaboran una encuesta para efectuar a los comerciantes de pinturas para recabar datos acerca de los tipos de pinturas que se ofertan, convencionales o de etiqueta ecológica; así como también el grado de conocimiento de las personas que las compran según sus percepciones. Se comienza con un trabajo en pequeños grupos para finalizar en una única encuesta común a la que se arriba por consenso.

Con los datos obtenidos, los estudiantes utilizando sus netbooks, realizarán un informe con la confección de tablas y gráficos. Los resultados

podrán ser discutidos empleando una presentación en diapositivas con un proyector, lo que facilitará la elaboración de conclusiones en un trabajo en plenario.

Se señala la importancia de detectar en los comercios la presencia de pinturas ecológicas, si las hubiere y documentarlas a través de una fotografía del producto. Estas etiquetas, deberán ser procesadas de manera semejante a las realizadas anteriormente.

Para relevar los comercios de venta de pinturas y disolventes, se puede organizar una salida escolar, teniendo en cuenta las reglamentaciones jurisdiccionales para cada establecimiento.

Si bien esta actividad puede llevar más de una clase, el trabajo de campo promueve un compromiso activo de los estudiantes que los ayuda a reconocer la importancia de la temática en estudio para la formación ciudadana. Para esta segunda etapa, se sugieren los siguientes instrumentos de evaluación

1. Rúbrica para evaluar el diario de clase
2. Rúbricas para evaluar la participación y compromiso de los estudiantes frente a las tareas asignadas, como por ejemplo las estructuras de los compuestos y sus nomenclaturas; el análisis exploratorio de las etiquetas y la construcción del cuadro comparativo; las pruebas relacionadas con la velocidad de evaporación y la confección de encuestas a la población.
3. Lista de cotejo para co-evaluar el trabajo en grupo

Actividad 6: Elaboración de pinturas

Esta actividad propone que los estudiantes elaboren pinturas y disolventes relacionando cada ingrediente necesario, con la estructura molecular, funcionalidad, solubilidad y su aplicabilidad.

El docente solicita que los estudiantes consulten a sus familiares o vecinos acerca de qué utilizaban para pintar en viejas épocas, cuando no existían las pinturas convencionales, o bien, una búsqueda bibliográfica acerca de cómo fabricar pinturas y disolventes ecológicos para producirlos y ofrecer a la población como alternativa menos tóxica. Aclara además que, con los datos de los componentes relevados, investiguen su función en las pinturas, es decir, si sirven de aglutinantes, de disolventes o de impermeabilizantes, entre otros.

La siguiente clase, el docente pide a los estudiantes socializar frente a sus compañeros lo que consiguieron averiguar. Luego de las exposiciones, el docente los guía para elegir tres o cuatro formulaciones que sean factibles de elaborar, con ingredientes accesibles por la escuela o que hayan conseguido los propios estudiantes.

El docente divide al curso en cuatro equipos de trabajo numerados del uno al cuatro con funciones que pueden rotar en cada clase, según acuerdos en la instancia anterior:

Grupo 1: tiene el rol de elaborar el producto para pared o para madera según lo investigado por sus compañeros.

Grupo 2: tiene la tarea de preparar la superficie a pintar y la prueba propiamente dicha, utilizando medidas de bioseguridad tales como barbijos y guantes según ingredientes.

Grupo 3: se encarga de la evaluación de la calidad del producto antes y una vez aplicado sobre las superficies y, si observan que los resultados no fueran satisfactorios, propondrían estrategias de cambio, es decir buscar una solución.

Grupo 4: tiene la función de la parte administrativa, calcular los costos de los insumos y traslado al producto, y también se dedica al marketing proponiendo una etiqueta para cada producto fabricado.

El docente propone compartir y discutir los resultados en forma diaria y en no más de dos o tres clases.

Actividad 7: Socialización

En esta actividad se propone socializar lo investigado acerca de la composición de las pinturas convencionales a otros cursos y niveles de alumnos de la Escuela, para que conozcan esta problemática y participen en la concientización del uso responsable de las pinturas.

El docente solicita a los estudiantes confeccionar folletos informativos para la población en general, para distribuirlos en la escuela y fuera de ella y lograr la concientización y cuidados, en el uso de pinturas y disolventes convencionales, así como también la gestión de los residuos que se generen.

Sería oportuno vincular este conocimiento adquirido para promover acciones comunitarias ofreciendo una alternativa de pintura más amigable con la salud y el ambiente, en jardines de infantes o centros comunitarios de la región con participación de toda la comunidad educativa.

Para esta última etapa, se sugiere utilizar los siguientes instrumentos de evaluación:

1. Rúbricas para evaluar la participación y compromiso de los estudiantes frente a las tareas asignadas en la elaboración de pintura, comunicación y acciones comunitarias.
2. Lista de cotejo para co-evaluar el trabajo en grupo

COMENTARIOS FINALES

Esta actividad se implementó en el Centro de Educación 48 (CEM 48), de la provincia de Río Negro, en 3er año 1ra división, durante el ciclo lectivo 2012. En ella participaron 22 estudiantes de ambos sexos y se involucró toda la comunidad educativa.

Con este proyecto los estudiantes participaron en Feria de Ciencias del añoR 2012, en las siguientes instancias: zonal, provincial y nacional. Debido a la repercusión obtenida y a nivel comunitario, a partir del año siguiente fue incorporado al Proyecto Educativo institucional de la escuela. Desde entonces se ha implementado en diferentes niveles de escolaridad secundaria.

Se efectuó una convocatoria, a través de las redes sociales, a toda la comunidad educativa para que participaran del proyecto en forma voluntaria. Se consiguió mejorar la calidad de la pintura y se fabricaron otras nuevas. Éstas se comercializaron mediante trueque, rifas y contribuciones, para conseguir los recursos necesarios para su financiamiento y realizar actividades escolares y acciones comunitarias.

Por eso, tomando en cuenta esta experiencia se alienta a los profesores de química a replicar estas actividades u otras que busquen el significado de la química, en las situaciones cotidianas, de modo de estimular a los estudiantes en el estudio de esta apasionante disciplina.

En este trabajo se plantearon diversas actividades que han sido implementadas como una secuencia en su totalidad. Sin embargo, es importante señalar que hemos intentado presentar una estructura flexible de modo que cada actividad pudiera ser considerada como una unidad para que pudiera trabajarse de manera individual. Invitamos a los colegas a replicarlas, adaptarlas, probarlas, mejorarlas, con sus propios estudiantes y a compartir sus experiencias con otros docentes de química.

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades del CEM 48, hoy Escuela Secundaria de Río Negro (ESRN) N° 48. A todos los alumnos, docentes, no docentes y a la comunidad en general que colaboraron con este proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abuin, G., Niño Gómez, A. y Vorobey, A. (2002). Propuesta de Mejoramiento de la Reglamentación para la Protección de la Salud del Usuario. Pinturas, lacas y barnices. *Ambiente ecológico*, 82. Recuperado de:http://www.ambiente-ecologico.com/ediciones/2002/082_02.2002/082_Columnistas_GracielaAbuin.php3 Consultado el 12 de mayo de 2017

Casanova, M. A. (2006). *Diseño curricular e innovación educativa*. Ma-

drid: La Muralla.

- Farré, A. y Lorenzo, M. G. (2016). La ciencia y la tecnología entre el bien y el mal. Un debate para la formación ciudadana. *Revista Internacional sobre Subjetividad, Política y Arte*, 12 (3), 35-42.
- Freire, P. (1997). *Pedagogía da Autonomía*. São Paulo: Paz e Terra.
- Henjemühle, A. (2005). Subjetividad: el desafío de integrar el sujeto en la educación. *Revista Lasallista de Investigación*, 2 (1), 65-75. Antioquia. Colombia
- Ibañez A. F. (2013). Pigmentos colorantes y tintes: una particular visión. Parte II. *Revista Educación en la Química*, 19 (2), 137-145.
- Membiela, P. (1997). Una revisión del movimiento educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (1), 51-57.
- Mercado, F. (1997). *Contaminantes orgánicos volátiles. Introducción a la toxicología ambiental*. Metepec: ECO, 299-313. Consulta: 13 de septiembre de 2017. <http://www.bvsde.paho.org/bvstox/fulltext/toxico/toxico-04a18.pdf>
- Puente, C. y Ramarosan, R. (2006). Medición y análisis de los compuestos orgánicos volátiles en la atmósfera: últimas técnicas, aplicabilidad y resultados a nivel europeo. *Revista ION*, 19 (1), 43-47. Consulta: 15 de septiembre de 2017. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=342030277009>
- Porlán Ariza, R., Rivero García, A. y Martín del Pozo, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las ciencias*, 15 (2), 155-171.
- Riveros Alcedo, R. G. (2017). *Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) en la industria de pinturas y sus disolventes en Perú – Análisis de caso y estrategias de gestión ambiental y salud ocupacional* (Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/8838>
- Sbarato, D. y Sbarato, V. (2009). *Contaminación del Aire*. Córdoba: Encuentro Grupo Editor.

Ideas para el aula

¡A LAVAR LOS PLATOS! ELABORACIÓN DE JABÓN

Ana V. Basso¹ y M. Gabriela Lorenzo²

1- Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Químicas. Córdoba. Argentina.

2- Universidad de Buenos Aires. Facultad de Farmacia y Bioquímica. CONICET. CABA. Argentina.

E-mail: anavalentina.basso@gmail.com; glorenzo@ffyb.uba.ar

Resumen. El jabón es uno de esos materiales que han resistido el paso de los siglos y sigue vigente en nuestros días. Dada la importancia de articular situaciones de la vida cotidiana con la realización de actividades en el laboratorio de química, en este artículo se retoma el tema de la saponificación y se propone una serie de trabajos prácticos presentados en un cierto orden con el fin de presentar alternativas para la enseñanza de la química mientras se promueve el interés de los estudiantes al trabajar con materiales conocidos por ellos y se orienta el trabajo de los profesores. Se describen cuatro actividades experimentales de laboratorio plausibles de ser realizadas en un laboratorio escolar y una de cálculos matemáticos. Esta propuesta apunta a diversificar las metodologías frecuentes de enseñanza de los lípidos, su importancia y funciones biológicas.

Palabras clave: saponificación, lípidos, jabón, actividades prácticas de laboratorio

Wash the dishes! Elaboration of Soap

Abstract. Soap is one of those materials that have withstood the passage of centuries and is still valid today. Given the importance of articulating situations of daily life with the performance of activities in the chemistry laboratory, this article takes up the subject of saponification and proposes a series of practical works presented in a certain order in order to present alternatives for the teaching of chemistry while promoting the interest of students by working with materials known to them and guiding the work of teachers. Four experimental laboratory activities are described that are plausible to be carried out in a school laboratory and one of mathematical calculations. This proposal aims to diversify the frequent methodologies for teaching lipids, their importance and biological functions.

Key words: saponification, lipids, soap, practical laboratory activities

FUNDAMENTACIÓN

El aprendizaje de la química implica no sólo aprender conceptos sino también aprender los procedimientos propios de la disciplina y desarrollar actitudes como la responsabilidad, el respeto por el otro y por el ambiente, así como el trabajo en equipo, por destacar algunos. Es por

esto que en particular, la enseñanza de la química aparece muy ligada a su práctica experimental, y el respeto por las normas de seguridad en el laboratorio que esto conlleva. De este modo se promueve una enseñanza en contextos relevantes que resignifica la enseñanza de la química para lograr una sociedad científicamente alfabetizada (Garritz, Ferreira Dos Santos y Lorenzo, 2015).

Por otro lado, la química como toda disciplina científica, recurre a un lenguaje que le es propio que incluye un conjunto de reglas compartidas por la comunidad de pertenencia (Johnstone, 1993; Lemke, 1990; Lorenzo, 2008). Podría decirse entonces que combinando acciones que propicien el uso y el desarrollo del lenguaje científico (Quilez Pardo, 2016), se favorecería el aprendizaje según este modelo.

Cabe destacar que las prácticas experimentales que utilizan el enfoque por indagación (Hernández Millán, 2012), las cuales incluyen actividades de planteo de preguntas, postulación de hipótesis, de argumentación escrita acerca de lo observado durante las actividades experimentales e instancias de reflexión, son las que se indican como las más recomendadas en estos días.

Tomando como punto de partida este modelo que concede un rol protagónico a los estudiantes en su aprendizaje, se diseñaron una serie de actividades para ser realizadas como trabajo práctico en el laboratorio escolar de química. Teniendo en cuenta que este enfoque promueve una articulación entre las situaciones de la vida cotidiana y las actividades de enseñanza, el jabón, su elaboración y sus propiedades constituyen un tópico excelente para este tipo de abordaje.

Tanto los aceites utilizados como materias primas para la elaboración de jabón a través de la reacción de saponificación, como los jabones que se obtienen a través de este proceso son materiales ampliamente conocidos por los estudiantes, con una larga tradición en la historia de la humanidad. De este modo, esta propuesta permite de una manera clara mostrar aplicaciones concretas de la química a situaciones de la vida cotidiana, favoreciendo el interés de los estudiantes, a la vez que se espera contribuir con los profesores ofreciendo alternativas para su tarea de enseñanza de la química en el laboratorio.

A continuación, se revisan los principales aspectos teóricos de la unidad de lípidos para luego presentar la propuesta de actividades.

LOS LÍPIDOS COMO CONTENIDOS DE QUÍMICA

Los lípidos son una familia de biomoléculas fundamentales para la constitución de los seres vivos y que comparten la propiedad de ser solubles en solventes orgánicos, pero no en agua. La palabra "lípidos" proviene del vocablo griego lipos, que significa "grasa" o "manteca". Por lo gene-

ral, el contenido lípido de una célula puede extraerse con el uso de un solvente no polar como éter o cloroformo. Los lípidos son una característica importante de las membranas celulares, las vitaminas liposolubles y las hormonas esteroides (Brown, 2004).

Dentro de la familia de los lípidos hay estructuras específicas que distinguen los diferentes tipos de lípidos (Figura 1). Los lípidos como ceras, grasas, aceites y glicerofosfolípidos son ésteres que pueden hidrolizarse para producir ácidos grasos junto con otros productos, incluido un alcohol. Los triacilgliceroles y glicerofosfolípidos contienen el alcohol glicerol, en tanto que los esfingolípidos contienen un alcohol llamado esfingosina (Timberlake, 2013).

Los esteroides, que tienen una estructura completamente diferente, no contienen ácidos grasos y no pueden hidrolizarse. Los esteroides se caracterizan por el núcleo esteroide de cuatro anillos de carbono fusionados.

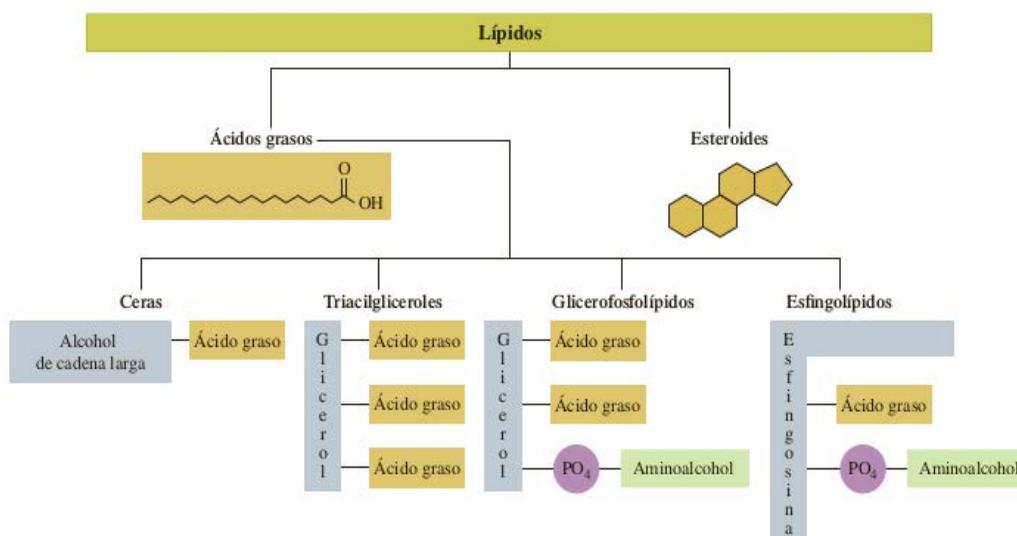


Figura 1. Clasificación de lípidos según su estructura química (Timberlake, 2013).

Los ácidos grasos son el tipo más simple de lípidos, y se encuentran como componentes de lípidos más complejos. Un ácido graso contiene una cadena larga de hidrocarburo con un grupo ácido carboxílico. Aunque la parte del ácido carboxílico es hidrofílica, la cadena larga de carbono hidrofóbica hace que los ácidos grasos sean insolubles en agua. La mayoría de los ácidos grasos que existen en la naturaleza tiene un número par de átomos de carbono, por lo general entre 12 y 20. Los ácidos grasos más prevalentes en plantas y animales son ácido palmítico (C₁₆), oleico (C₁₈), linoleico (C₁₈), y esteárico (C₁₈). Salvo raras excepciones, los ácidos grasos naturales tienen un número par de átomos de carbono, ya que su biosíntesis se produce por unión de grupos acetilo (Wade, 2011).

Otra manera de clasificar a la familia de los lípidos es en dos grandes grupos: saponificables y no saponificables. A continuación, en la Figura 2, se muestra un esquema con esta clasificación. En este punto nos tendremos a reflexionar. ¿Por qué es tan importante esta clasificación?

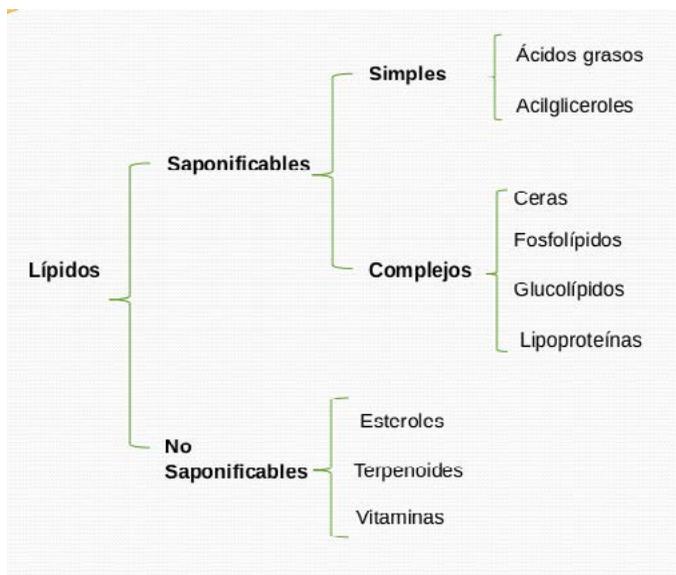


Figura 2. Esquema de la clasificación de los lípidos.

Hidrólisis de lípidos y saponificación

Todos los lípidos saponificables son ésteres y su hidrólisis enzimática produce un alcohol y un ácido graso (Brown, 2004). Es una reacción reversible en donde el proceso contrario es la esterificación, Figura 3.

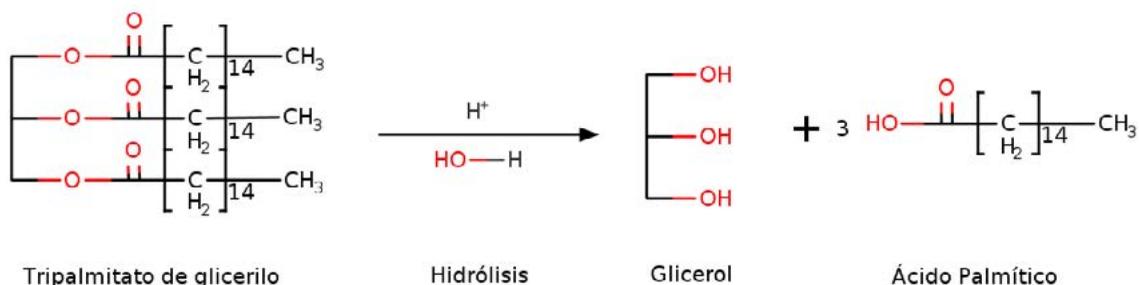


Figura 3. Reacción de hidrólisis enzimática de un triglicérido. Los productos de la reacción son el glicerol (alcohol) y los correspondes ácidos grasos.

Se puede hacer una hidrólisis sin enzimas, en la se utiliza una base fuerte, y en lugar de ácidos carboxílicos se producen sus sales, a los cuales se los denominan jabones. La hidrólisis de un éster en presencia de una base recibe el nombre de saponificación, término que proviene de la palabra latina que significa jabón (*sapon*) (Brown, 2004).

Propiedades físicas del jabón

La característica principal del jabón es la presencia en la molécula de dos zonas de distinta polaridad: una hidrófila (o lipófoba) y otra lipófila (o hidrófoba). La zona hidrófila se localiza en torno al grupo carboxilo que está fuertemente polarizado y además forma puentes de hidrógeno con las moléculas de agua. La zona lipofílica es muy poco polar y corresponde a la cadena hidrocarbonada, Figura 4 (Wade, 2011).

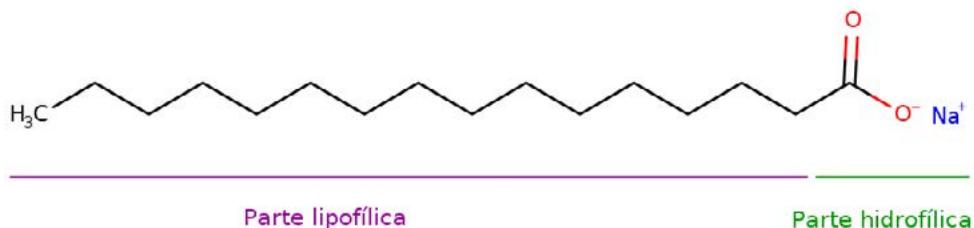


Figura 4. El jabón es la sal de sodio o de potasio (éster metálico o carboxilato) que deriva de un ácido graso. La parte lipofílica corresponde a la cadena hidrocarbonada y la parte hidrofílica, al grupo carboxilato.

Así, debido a su doble carácter hidrófilo-lipófilo (anfipático) las moléculas de jabón poseen la propiedad de solubilizar moléculas polares y no polares. Además, del hecho de su doble afinidad, las moléculas de jabón muestran una fuerte tendencia a migrar a las interfases, de forma tal, que su grupo polar se encuentra dentro del agua y su grupo apolar se encuentra orientado hacia un medio apolar como el aire o la grasa. Pueden, incluso formar *micelas*. Éstas son estructuras más o menos esféricas en la que todas las cabezas polares se encuentran interactuando con el agua (exterior) y las colas apolares están agrupadas en el interior del coloide, tal y como se observa en la Figura 5 (Wade, 2011).

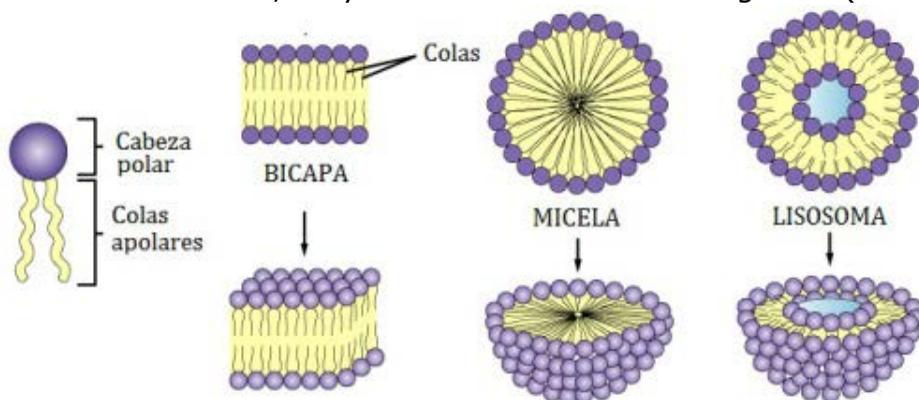


Figura 5. Representación de un lípido en medio acuoso. Las cabezas polares se ponen en contacto con el agua y las colas apolares se orientan en sentido contrario, generando estructuras de gran importancia biológica.

UNA PROPUESTA PARA LA ENSEÑANZA

En este apartado se presentan una serie de actividades a partir de la obtención de jabón empleando una reacción de hidrólisis de un aceite vegetal con una base fuerte y el estudio posterior del comportamiento del jabón obtenido en diferentes medios acuosos. Se han incluido varias actividades experimentales teniendo en cuenta la importancia que tradicionalmente se le reconoce a este tipo de trabajo para el aprendizaje de la química (Sánchez, Odetti y Lorenzo, 2016). En todos los casos se ha prestado atención al planteo de preguntas y a la redacción de las consignas de acuerdo con la relevancia que implican para la comprensión de las tareas de aprendizaje (Lorenzo, 2016).

Las actividades fueron diseñadas para el curso de química orgánica en el marco de la carrera de formación docente para profesores de biología, por lo que algunas de las actividades propuestas no pueden ser consideradas actividades experimentales simples (Reverdito y Lorenzo, 2007) y requieren de un escenario formal de laboratorio de química, aunque escolar, para su implementación.

La propuesta didáctica recurre al enfoque por indagación incluyendo cuatro fases diferenciadas:

1. *Fase inicial:* Exploración de las ideas previas de los estudiantes frente al tema del trabajo práctico a desarrollar empleando preguntas disparadoras, debate y trabajo en pequeños grupos. El docente incluye la información necesaria para realizar las actividades siguientes.
2. *Fase de investigación:* Planteamiento de una pregunta de investigación. El rol docente es el de guiar a los estudiantes y proponer un momento de debate en el aula, problematizando sobre los hallazgos teóricos. El rol del estudiante es el de buscar información utilizando libros o internet para luego debatir y responder a la propuesta. A través de la indagación en un debate dirigido, los estudiantes pueden confrontar sus saberes previos frente a la nueva información encontrada. Se cierra con un esquema teórico construido colectivamente.
3. *Fase de experimentación:* Se presenta el diseño para la realización del práctico de laboratorio. El docente facilita el protocolo a utilizar en el laboratorio el cual se explica y se discute con los estudiantes. Se plantean los posibles resultados esperables a modo de hipótesis. A continuación, los estudiantes realizan la práctica experimental trabajando en forma individual o en pequeños grupos según el caso. Los estudiantes deben registrar sus observaciones en un cuaderno de laboratorio que se comparten durante el cierre de la actividad con la puesta en común de los resultados y la confrontación con la teoría.

4. *Fase de comunicación:* Presentación escrita del trabajo. Cada estudiante elabora un informe escrito sobre el trabajo práctico realizado siguiendo determinadas pautas aportadas por el docente. El informe debe incluir las ecuaciones de las reacciones químicas involucradas, las cantidades y los cálculos realizados, así como una interpretación de las observaciones, los resultados y las conclusiones. Para el informe se sugieren los siguientes apartados: marco teórico, marco metodológico, resultados y discusión y conclusiones. Finalmente, el docente realiza una retroalimentación escrita del texto presentado.

A continuación, se presentan las cinco experiencias prácticas, cuatro de ellas para ser realizadas en los laboratorios de química a las que hemos denominado Laboratorio 1 a 4, y una actividad con un fuerte componente de matemática. Todas ellas centradas en la elaboración de jabón y el estudio de sus propiedades.

Seguridad en el laboratorio

En toda actividad práctica a realizar en el laboratorio de química debe atenderse muy especialmente a las consideraciones sobre seguridad. En este como en otros trabajos prácticos deben revisarse tanto los reactivos como los productos de las reacciones involucradas para analizar sus posibles efectos tóxicos, dañinos o peligros, tanto para las personas como para el ambiente, por lo que han de incluirse también las consideraciones sobre su descarte.

Las fichas de seguridad pueden ser aportadas por el docente, aunque la confección de estas fichas por parte de los estudiantes es una actividad formativa muy valiosa.

La soda cáustica (NaOH) necesaria para la realización de la saponificación propuesta para estos trabajos prácticos, es un producto extremadamente corrosivo e irritante. Por lo tanto, y dada la alta concentración de este reactivo, se debe evitar su contacto con las manos. En caso de contacto accidental, se debe lavar de inmediato la zona afectada con abundante agua (Galagovsky, 1999). Asimismo, evitar tocar el jabón recién obtenido con las manos hasta que no haya sido lavado exhaustivamente, dado que puede incluir el NaOH en exceso. Los demás reactivos no presentan riesgos para su manipulación.

Laboratorio 1: Obtención de Jabón

Preguntas de investigación: ¿Qué es el jabón? ¿cómo se elabora el jabón?

En un erlenmeyer de 250 mL pesar 10g de aceite vegetal, añadir 20mL de solución de NaOH 50% y 20 mL de etanol 97%. Calentar la mezcla suavemente (aproximadamente 50 °C) sobre plancha de calentamiento

durante 30 minutos, con agitación suave y constante. Seguidamente, sacar el erlenmeyer de la plancha e inmediatamente añadir a la mezcla de reacción caliente 150 mL de solución saturada de NaCl. Agitar vigorosamente y sumergir el erlenmeyer en un baño de hielo. Separar el jabón formado de la solución mediante filtración al vacío y lavarlo 3 veces con porciones de 15 mL de agua fría. Por último, recoger el jabón con una espátula y colocarlo en un molde. Dejar secar en estufa durante una semana. Ver reacción en la Figura 6.

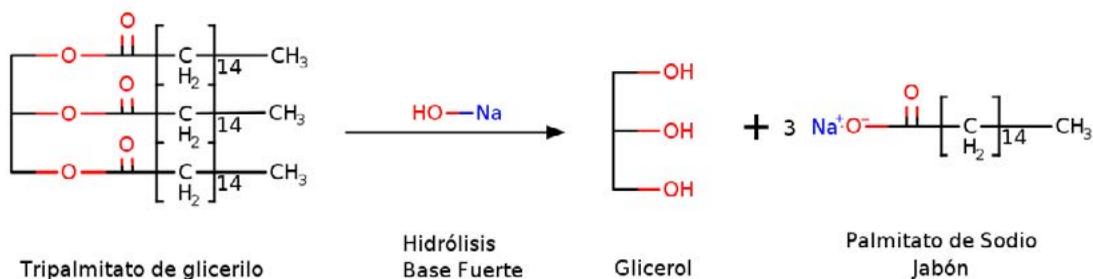


Figura 6. Reacción de hidrólisis por una base fuerte o saponificación. Productos de la reacción son el glicerol (alcohol) y la sal orgánica corresponde (jabón).

Laboratorio 2: El problema del agua dura

Preguntas de investigación: ¿Qué son las aguas duras? ¿Cómo se comporta el jabón en diferentes tipos de aguas?

Una de las desventajas del jabón es que resulta un limpiador ineficaz en aguas duras. Se denomina así a las aguas de alto contenido en sales de magnesio, calcio y/o hierro. Cuando se usa un jabón en aguas duras se forman las sales de los ácidos carboxílicos con dichos cationes, que son insolubles y precipitan en forma de coágulos o grumos. Por el contrario, en aguas blandas el jabón es un adecuado agente limpiador.

A pesar de esto, el jabón presenta dos ventajas importantes; se obtiene de materias primas naturales y es completamente biodegradable. Los microorganismos son capaces de metabolizar las moléculas lineales de jabón transformándolas en agua y dióxido de carbono.

Experiencia 1: Preparación de la solución de jabón

Colocar el jabón sintetizado (aproximadamente una espátula) en un tubo de ensayo y agregar agua destilada completando 3/4 del volumen del mismo. Determinar el pH de la solución de jabón preparada con cinta de pH. Tapar y agitar vigorosamente. Observar la formación de espuma.

Experiencia 2: Ensayo con cloruro de calcio

Tomar una alícuota de 5 mL de la solución de jabón preparada en la experiencia 1 y colocar en un tubo de ensayo. Adicionar 20 gotas de

solución de cloruro de calcio (CaCl_2) al 5 % P/V. Tapar y agitar vigorosamente. Observar e interpretar los resultados. Comparar el aspecto con el de la experiencia 1. Ver reacción en la Figura 7.

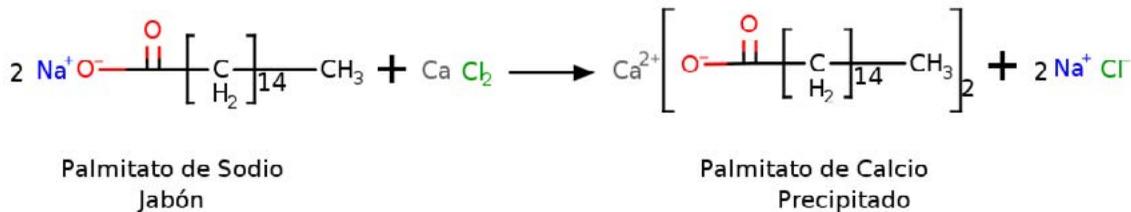


Figura 7. Reacción de precipitación del jabón producida por una sal de calcio.

Experiencia 3: Ensayo con nitrato férrico

Tomar una alícuota de 5 mL de la solución de jabón preparada en la experiencia 1 y colocar en un tubo de ensayo. Agitar. Agregar 10 gotas de solución de nitrato férrico ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$) 0,1 M. Tapar y agitar vigorosamente. Observar e interpretar los resultados. Comparar con la experiencia 1. Ver reacción en la Figura 8.

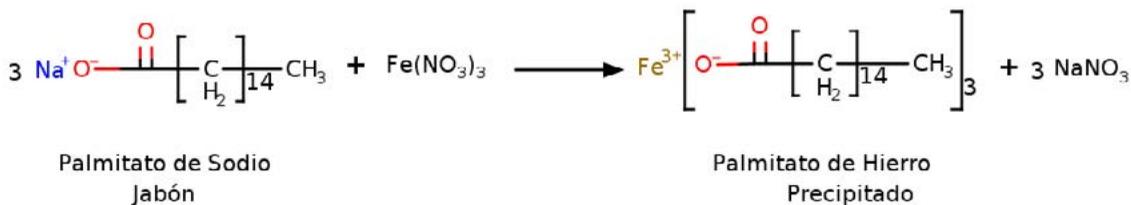


Figura 8. Reacción de precipitación del jabón producida por una sal de Hierro.

Laboratorio 3: Una posible solución desde la química

Preguntas de investigación: ¿Se puede ablandar el agua dura? ¿Qué son y cómo funcionan los detergentes?

Para evitar el inconveniente de la precipitación por aguas duras, se suele añadir al jabón sustancias que ablanden el agua. El carbonato de potasio y el fosfato de sodio precipitan los iones magnesio, calcio, etc., en forma de carbonato y fosfato insolubles. Desgraciadamente, estos precipitados pueden alojarse en los tejidos dándole un color grisáceo. Por este motivo los jabones se utilizan para el aseo personal fundamentalmente, mientras que para el lavado de la ropa se usan los detergentes que no presentan este inconveniente.

Los detergentes son efectivos incluso en este tipo de agua. La diferencia radica en que los detergentes contienen cadenas carbonadas rectas,

análogas a las de las grasas naturales, pero con un grupo sulfato en lugar del grupo carboxilato y las sales de hierro y calcio de estos sulfatos son solubles en agua.

Experiencia 4: Ensayo con fosfato de potasio

Trasvasar la mitad del contenido del tubo de la experiencia 2 a un tubo de ensayo y adicionar 20 gotas de solución de fosfato de potasio (K_3PO_4) al 20 % P/V. Tapar y agitar vigorosamente. Observar e interpretar los resultados. Comparar con los tubos de las experiencias 1 y 2. Repetir este ensayo con la mitad del contenido del tubo de la experiencia 3. Comparar con los tubos de las experiencias 1 y 3. Ver reacción en la Figura 9.

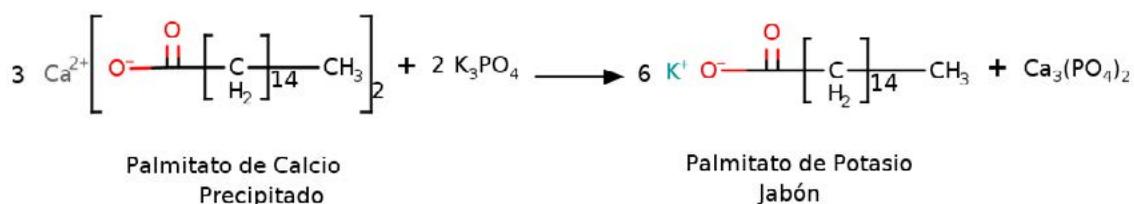


Figura 9. Reacción de recuperación del jabón producida por una reacción de intercambio iónico con una sal de fosfato.

Experiencia 5: Ensayo con bicarbonato de sodio

Trasvasar la mitad del contenido del tubo de la experiencia 2 a un tubo de ensayo y adicionar 20 gotas de solución de bicarbonato de sodio (Na_2CO_3) al 20 % p/v. Tapar y agitar vigorosamente. Observar e interpretar los resultados. Comparar con los tubos de las experiencias 1 y 2. Repetir este ensayo con la mitad del contenido del tubo de la experiencia 3. Comparar con los tubos de las experiencias 1 y 3. Ver reacción en la Figura 10.

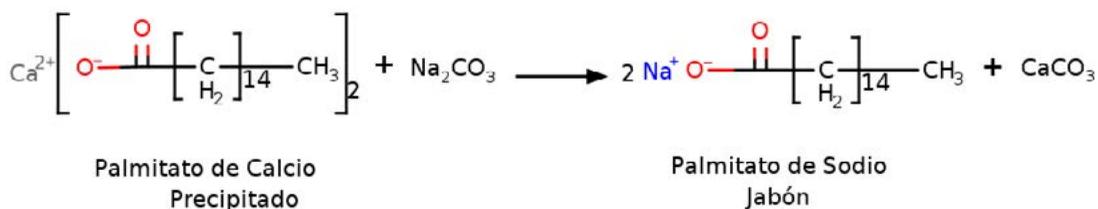


Figura 10: Reacción de recuperación del jabón producida por una reacción de intercambio iónico con una sal de carbonato.

Laboratorio 4: Probando el poder detergente del jabón

Preguntas de investigación: ¿Cómo limpia el jabón? ¿Qué son las micelas?

Debido a su doble carácter hidrófilo-lipófilo (anfipático) las moléculas de jabón poseen la propiedad de solubilizar moléculas polares y no polares.

Como consecuencia de esto, los jabones tienen las siguientes propiedades: Poder detergente o capacidad para eliminar la suciedad y la grasa de una superficie (piel, tejido etc.); poder emulgente o capacidad para producir dispersiones coloidales de grasa en medio acuoso o de agua en medio de grasa; y poder espumógeno que da lugar a la formación de espuma

El poder detergente del jabón se debe a que la cadena hidrocarbonada, lipófila, disuelve las gotas de grasa, responsables de la suciedad, y la parte polar, hidrófila, arrastra las gotas de grasa, solubilizando el conjunto en agua y arrancando la suciedad de la superficie.

Experiencia 6: Ensayo de formación de micelas

Colocar 10 gotas de aceite vegetal en dos tubos de ensayo. Al primero se le adicionan 3 mL de agua destilada y al segundo 3 mL de disolución de jabón de la experiencia 1. Se agitan vigorosamente los dos tubos, se dejan reposar y se anota lo observado.

Laboratorio 5: Una mirada matemática a las burbujas de jabón

Pregunta de investigación: ¿Por qué las burbujas de jabón son esféricas?

Hemos analizado al jabón de arriba a abajo, pero aún quedan pendientes otras preguntas: ¿Por qué las burbujas son esféricas? O mejor dicho ¿Cuál es la causa por la que adoptan la forma esférica y no otra? ¿Puede darse un modelo matemático que explique dichos fenómenos?

Primero, analicemos una gota de agua bien de cerca. Las moléculas de agua que se encuentran en el interior de la gota atraen fuertemente a las que las rodean en todas las direcciones. Mientras que las moléculas que están en la superficie sólo perciben atracciones de las moléculas que están en el interior de la gota y no del aire que las rodea. Por lo tanto, sólo existe una atracción hacia dentro de la gota de agua y esto produce una especie de piel, que es lo que se conoce como tensión superficial. Dicho en otras palabras, las fuerzas cohesivas entre las moléculas de un líquido son mayores en la superficie (Figura 11).

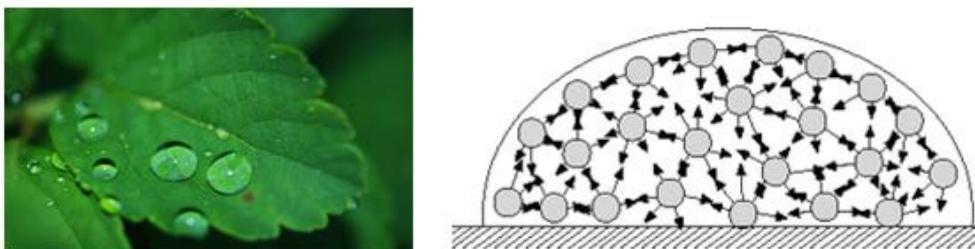


Figura 11. Izq. Fotografía de gotas de agua sobre una hoja (Imagen libre). Der. Esquema de una gota de agua. Los círculos representan moléculas y las flechas, las atracciones entre ellas. Las moléculas interiores de la gota de agua son atraídas en todas las direcciones, mientras que en la superficie, son atraídas por las laterales e interiores (imagen extraída de NASA.gov).

Todos los líquidos presentan tensión superficial, sólo que de diferentes magnitudes. Hay líquidos que poseen menor tensión superficial, como el alcohol, y otros, como el mercurio, bastante mayor (seis veces la del agua). Esto se explica a través de las fuerzas intermoleculares actuantes. Esto mismo es lo que ocurre con las pompas de jabón. Cuando se sumerge un sorbete en una solución jabonosa, luego se saca y se sopla, la tensión superficial es la responsable de mantener unidas las moléculas de jabón que encierran el aire que sale de nuestra boca y finalmente hace que se forme la burbuja (Figura 12).



Figura 12. Fotografía de una burbuja de jabón (Imagen libre).

El principio físico que hay detrás de esta forma geométrica es la tendencia de cualquier sistema mecánico a buscar un estado de menor energía. En una película jabonosa, esta energía es la tensión superficial y es proporcional a su área, de modo que al estirar la película, se necesita más energía. Por tanto, una película de jabón, o cualquier estructura jabonosa apoyada en una estructura de alambre, busca la forma geométrica que minimiza su área superficial.

En este tipo de situaciones, la esfera, o trozos de ella, son soluciones de dichos problemas físicos. De forma más general, la esfera y la circunferencia son las formas geométricas más simétricas de la Naturaleza. Ambas son las soluciones de un problema de "diseño óptimo", de mínima energía. Así, si consideramos todas las superficies que encierran un mismo volumen y nos preguntamos por aquella superficie que tenga menor área, la solución es la esfera.

Experiencia 7: La matemática atrás de la forma esferoidal de las burbujas

Calcular las áreas y los volúmenes correspondientes a seis cuerpos geométricos posibles. Para ello utilice la información presentada en la Tabla 1 a volumen constante igual a uno. Compare las relaciones entre área y volumen. De todos los cuerpos que encierran un mismo volumen y explique cuál es el de menor superficie.

Tabla 1. Fórmulas para los cálculos de las áreas y volúmenes de seis cuerpos geométricos posibles, en donde, a es la arista y r es el radio. La cuarta columna corresponde a la relación área/volumen cuando el volumen es igual a uno.

Cuerpo geométrico	Área	Volumen	Área/ Volumen
Tetraedro	$a^2 \cdot \sqrt{3}$	$(a^3 \cdot \sqrt{2})/12$	7,2
Cubo	$6a^2$	a^3	6,0
Octaedro	$2a^2 \cdot \sqrt{3}$	$(a^3 \cdot \sqrt{2})/3$	5,72
Dodecaedro	$3a^2 \cdot (\sqrt{(25+10\sqrt{5})})$	$(a^3(15+7\sqrt{5}))/4$	5,31
Icosaedro	$5a^2 \cdot \sqrt{3}$	$(5a^3(3+\sqrt{5}))/12$	5,15
Esfera	$4\pi r^2$	$(4/3)\pi r^3$	4,84

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

La importancia de los lípidos y sus funciones biológicas se pueden explicar y fundamentar a partir de las fuerzas intermoleculares, solubilidad, interacciones de tensión superficial y propiedades químicas que éstos poseen. Cada uno de estos aspectos fue explorado en las actividades experimentales propuestas y debería ayudar a responder preguntas tales como: *¿Cómo se fabrica el jabón? ¿Cómo funciona un jabón? ¿Por qué hace burbujas? ¿Por qué y cómo limpia? ¿Cómo pueden modificarse las propiedades del jabón? ¿Por qué es un inconveniente usar jabones en regiones con agua dura? ¿Cómo podría solucionarse este problema? ¿En qué se diferencian un jabón y un detergente? ¿Qué son los compuestos tensioactivos? ¿Por qué las burbujas son esferoidales?*

En principio, puede decirse que han sido cubiertos una gran parte de los contenidos incluidos en los programas de química. Sin embargo, a partir de este trabajo han surgido nuevos desafíos y posibles actividades interdisciplinarias, que dependiendo del nivel educativo donde se implementen podrían llevarse a cabo. Entre ellas, hemos comenzado a trabajar sobre los siguientes aspectos:

- Incorporación de aspectos históricos para la enseñanza de la química. El jabón es un material que es conocido desde la antigüedad que se fabricaba a partir de grasas animales y cenizas. Revisar los cambios sufridos por este producto con el correr de los siglos permitiría mostrar y debatir sobre las intrincadas relaciones sobre la ciencia y la tecnología.
- El impacto del jabón y sus derivados en la promoción de la salud.

Hoy se sabe que la limpieza y especialmente el lavado de manos es la medida profiláctica más efectiva para la prevención de las enfermedades contagiosas. Incluir estos aspectos ofrecería un nuevo ángulo para el análisis de las propiedades del jabón y su importancia.

- Tomando como punto de partida a los lípidos se puede fabricar un importante combustible: el biodiesel. ¿Qué mejor manera de darle un cierre a este tema que invitando a nuestros estudiantes a ser ellos quienes diseñen el experimento de obtención y exploración de propiedades de este biocombustible?

Este tipo de actividades favorecen a la reflexión y la integración, no sólo entre las disciplinas evidentemente involucradas (biología, química, física y matemáticas) muchas veces inconexas entre los estudiantes; sino que además, permite desarrollar actividades de lectocomprensión, escritura, comprender las relaciones entre la cultura de las sociedades y la economía en el desarrollo de la ciencia y la tecnología, así como su impacto en la vida cotidiana de las personas.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Martín Ludueña por sus sugerencias para los cálculos matemáticos referidos a la forma esferoidal de las burbujas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brown, T., LeMay, E., Bursten, B. y Burdge, J. (2004). *Química. La ciencia central*. (9na. Ed.). México: Pearson Educación.
- Galagovsky, L. (1999). *Química Orgánica: Fundamentos teórico-prácticos para el laboratorio*. Buenos Aires: Eudeba.
- Garritz, A., Dos Santos, B. F., y Lorenzo, M. G. (2015). Science-technology-society as a feasible paradigm for the relevance of chemistry education in emerging countries. In: Ingo Eilks & Avi Hofstein (Eds.), *Relevant Chemistry Education* (pp. 241-261). Rotterdam: Sense Publishers.
- Hernández Millán, G. (2012). Enseñanza experimental. ¿Cómo y para qué? *Educación Química*, 23 (núm. extraord. 1), 92-95.
- Johnstone, A. (1993). The development of chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, 70, 701-705.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. (Ed. Norwood) NJ: Ablex Publishing Corp.
- Lorenzo, M. G. (2008). Destilación fraccionada de ideas condensadas. Una invitación al debate sobre la naturaleza de la química, *Educación en la Química*, 14 (1), 17-24.

- Lorenzo, M. G. (2016). El discurso científico sobre el papel: la importancia de la redacción de tareas, *Aula Universitaria*, 18, 91-101.
- Martínez Grau, M. A. y Csáky, A. G. (2001). *Técnicas Experimentales en Síntesis Orgánica*. Madrid: Síntesis.
- Quilez Pardo, J. (2016). ¿Es el profesor de Química también profesor de lengua? *Educación Química*, 27 (2), 105-114.
- Reverdito, A. y Lorenzo, M. G. (2007). Actividades experimentales simples. Un punto de partida posible para la enseñanza de la química, *Educación en la Química*, 13 (2), 108-121.
- Sánchez, G. H., Odetti, H. S. y Lorenzo, M. G. (2016). Conocimiento didáctico de profesores universitarios sobre los trabajos prácticos de química inorgánica. *Educación en la Química en Línea*, 22 (2), 111-124.
- Timberlake, K. (2013). *Química general, orgánica y biológica. Estructuras de la vida*. (4ta. Ed.) México: Pearson Educación.
- Wade, L. (2011). *Química Orgánica*. (7ma. Ed.) México: Pearson Educación.

Ideas para el aula

JUGUEMOS A LA TABLA PERIÓDICA

Patricia Carabelli¹ y Andrea S. Farré²

1-Profesora en el área de Ciencias Naturales, Instituto de Formación Docente Continua, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.

2-Profesorado de Química, Universidad de Río Negro, Sede Andina, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.

E-mail: patriciacarabelli@outlook.com; asfarré@unrn.edu.ar

Resumen. Docentes, filósofos y didactas de la Química coinciden en que la ley periódica es un contenido que resulta fundamental en la enseñanza y que presenta ciertas dificultades en su aprendizaje. La búsqueda de estrategias y recursos que permitan despertar la motivación de nuestros estudiantes y, al mismo tiempo, construir conocimiento es una tarea compleja pero a la vez creativa y necesaria. Emplear juegos es una manera de promover actitudes favorables hacia los aprendizajes de la tabla periódica. Presentamos dos experiencias en base a dos versiones de un juego de mesa que emplean otras formas de representar la ley periódica. Las evaluamos mediante la reflexión sobre la práctica de la primera autora, observaciones no participantes, el análisis de la producción de los alumnos y como estos evaluaron el juego. Ambos juegos favorecieron la conceptualización de aspectos relacionados con la naturaleza y aplicaciones de la tabla periódica, motivando el aprendizaje.

Palabras clave: Ley periódica, motivación, juegos en la enseñanza, tabla periódica.

Let's play periodic table

Abstract. Teachers, philosophers and researchers in Chemistry Education agree that the periodic law is a fundamental topic in Chemistry teaching though students experience difficulties to learn it. Looking for strategies and resources that motivate our students while allowing them to build knowledge, is a complex but creative and required task. Use of games promotes favourable attitudes towards learning the periodic table. We present two experiences about the implementation of two versions of a board game that represent the periodic law in unusual ways. Different ways of assessing the experiences included first author's reflection on her own practice, non-participative observations, analysis of students' production and students' evaluation of the game. Results showed both games favoured conceptualization of different aspects of periodic table nature and its applications while motivating learning.

Key words: Periodic law, motivation, games for teaching, periodic table.

INTRODUCCIÓN

Como docentes, estamos siempre en una búsqueda, intentando encontrar estrategias y recursos que permitan a nuestros alumnos construir conocimiento y desarrollar competencias, que al mismo tiempo transformen las clases y los motiven. Es decir, que los alumnos puedan disfrutar tal como lo hicimos nosotras en algún momento de esta aventura de aprender. Esta búsqueda se redobla cuando lo que enseñamos es Química. Dentro de las Ciencias Naturales, la Química se caracteriza por su muy mala reputación: la gente desconfía de ella y cree que es una ciencia compleja e incomprensible (Chamizo, 2011). Además de este imaginario, existen dificultades reales, ya que, como toda Ciencia Natural, muchas veces resulta contraintuitiva. Por lo tanto, están ausentes conceptos inclusores o sostén que permitan nuevas relaciones para construir aprendizajes significativos o sustentables (Galagovsky, 2004).

Dentro de los contenidos, uno que ha sido reconocido como fundamental por filósofos de la Química y docentes de la asignatura es la periodicidad química. La ley periódica se presenta como la ley fundamental de la Química debido a que resume el comportamiento y las propiedades de los distintos elementos. Tal como señala Scerri (2008, p. 234), la tabla periódica: *"Captura la esencia de la química en un diseño elegante. La tabla periódica proporciona una forma concisa de entender cómo reaccionan entre sí todos los elementos conocidos y se enlazan químicamente, y ayuda a explicar las propiedades de cada elemento que lo hacen reaccionar de tal manera."*

En tanto, docentes de distintas latitudes (Franco-Mariscal y Oliva-Martínez, 2012, Mokiwa, 2017) coinciden, y entienden que es importante enseñar este contenido en la escuela secundaria y le asignan a la tabla periódica funciones didácticas (facilita la enseñanza) y organizativas (sirve para ordenar, predecir y confirmar propiedades periódicas). Además, consideran que el estudio de la tabla permite diferentes lecturas, pudiéndose obtener gran cantidad de información sobre los elementos en general y sobre cada uno de ellos en particular. Sin embargo, cuando se les pregunta si los alumnos llegan a valorar y comprender la importancia de la tabla periódica, suelen sostener que en gran medida esto depende de la forma en que se lo enseña. Muchos docentes han señalado, por ejemplo, que si se propicia la memorización con conceptos altamente abstractos y limitando el papel de la tabla periódica a un uso instrumental como recurso para la escritura de fórmulas químicas, los alumnos llegan a tener aversión por la tabla periódica. Además, dentro de los conceptos que reconocen como difíciles de construir con sus alumnos está el de periodicidad ya que implica un alto nivel de abstracción, entre otras cosas porque requiere considerar diferentes variables al mismo tiempo, aunar un criterio para ordenar los elementos y concomitantemente ser conscientes de la regularidad de las propiedades.

Coincidimos con estos docentes en que las estrategias didácticas que se

empleen permiten distintos acercamientos a los contenidos y que es necesario elegir los mejores modos de representarlos para que los alumnos puedan comprenderlos. Dentro de las estrategias y recursos posibles, se ha observado que los juegos empleados para enseñar tabla periódica motivan y desarrollan actitudes favorables hacia los aprendizajes (Franco-Mariscal, Oliva-Martínez y Almoraima-Gil, 2015). De hecho, en la bibliografía se pueden encontrar distintos tipos de juegos que se han empleado para enseñar el tema que difieren en sus objetivos de aprendizaje (Franco-Mariscal, Oliva-Martínez y Bernal-Márquez, 2012a, 2012b). Se los puede dividir entre los que favorecen la memorización de los elementos y los que favorecen la conceptualización de aspectos relacionados con la naturaleza y aplicaciones de la tabla periódica. Estos últimos, han consistido mayormente en bingos, juegos de cartas, tarjetas para ordenar y analogías. Solamente se ha referenciado un juego que utiliza a la tabla periódica tradicional como tablero, el cual tiene como propósito la enseñanza de la escritura de configuraciones electrónicas.

También en los juegos sucede que a pesar de la existencia de diferentes propuestas para representar la periodicidad de las propiedades de los elementos generalmente se emplea la icónica matriz rectangular conocida por todos como "la tabla periódica". Solamente en uno de los encontrados en la bibliografía (Franco-Mariscal, Oliva-Martínez y Bernal-Márquez, 2012b), se utiliza una representación alternativa espiralada, que recupera las diferentes clasificaciones de los elementos químicos realizadas a lo largo de la historia en una pantalla interactiva. Sin embargo, aunque esta última opción es de libre acceso (<http://www.periodicspiral.com/>), es de difícil uso en nuestro contexto ya que se encuentra solamente en inglés.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, en este trabajo presentamos dos versiones de un juego de mesa que emplean otras formas de representar la ley periódica. Los mismos están inscriptos dentro de los que promueven la conceptualización de aspectos relacionados con la naturaleza y aplicaciones de la tabla periódica y fueron puestos a prueba en los años 2016 y 2017 en dos escuelas de gestión privada de la ciudad de San Carlos de Bariloche.

LA PRIMERA VERSIÓN DEL JUEGO

Teniendo en cuenta los antecedentes presentados, en el año 2016 la primera autora de este artículo desarrolló un juego de mesa que permitiera trabajar la relación entre la configuración electrónica externa (CEE) de los elementos y su posición en la tabla interpretando, y al mismo tiempo, el concepto de periodicidad (Carabelli y Farré, 2016). Se hizo de esta manera porque en la secuenciación de contenidos conceptuales, éste siguió al del modelo atómico actual, así al jugar los alumnos podían lograr nuevos conocimientos a partir de los ya construidos.

Para ayudar a pensar la idea de periodicidad, en este primer intento se empleó una tabla periódica que fuera ideada en el año 2008: *The angular form of periodic table*, disponible en una base de datos de tablas periódicas que se encuentra en Internet (http://www.meta-synthesis.com/webbook/35_pt/pt_database.php). Esta tabla consiste en dos círculos uno principal en el que se encuentran los elementos representativos y de transición y otro auxiliar en el que se presentan los elementos de transición interna. Para construir el tablero de juego se utilizó únicamente el círculo principal (Figura 1).

Se propone que los estudiantes formen grupos de 5 personas como máximo, cada grupo trabaja con una tabla periódica circular como tablero de juego, un dado y un mazo de cartas (Figura 1); mientras que, individualmente cada estudiante tendrá una tabla periódica tradicional con el número atómico como única información. Se define quien empieza y luego la ronda sigue hacia la izquierda, el primer jugador tira un dado y avanza sobre el tablero los casilleros que corresponda, caerá en algún elemento de la tabla, luego saca una carta. En todas las cartas aparece la siguiente indicación: "Escriba el símbolo del elemento y la CEE (configuración electrónica externa) en su tabla" y, además, dirá: "pierde el turno", "vuelve a jugar", etc. Así, los estudiantes van completando su tabla en blanco con los elementos y sus CEE en donde corresponde. Gana el jugador que más elementos tiene en su tabla blanca luego de que se terminen las cartas o un tiempo determinado de juego (lo que primero ocurra). Las cartas pueden ser entre 50 y 100.

Una vez que los estudiantes terminan de jugar, como es de suma importancia planificar una actividad que vincule el juego con la construcción del aprendizaje que queremos lograr, se confeccionó un cuestionario (Figura 1) que les permitiera relacionar el ordenamiento de los elementos con su CEE, analizar qué implica el ordenamiento periódico y reflexionar sobre la tabla periódica de los elementos como una construcción humana e histórica.

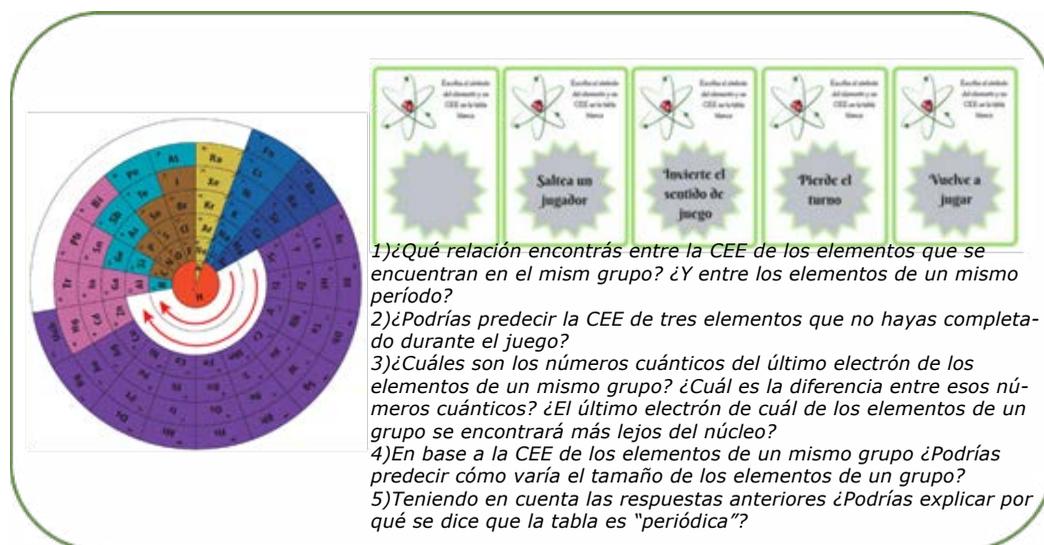


Figura 1. Componentes de la primera versión del juego

Evaluación de la propuesta

Para analizar la experiencia, además de la reflexión sobre la práctica de la primera autora, la segunda autora de este trabajo realizó observaciones no participantes al momento de que los alumnos respondieron el cuestionario. A partir de esto podemos decir que la experiencia fue muy positiva en cuanto a los objetivos propuestos. Los estudiantes se sintieron motivados a través del juego, se entusiasmaron. Durante su desarrollo manifestaron explícitamente la motivación que sentían por jugar y ganar. Al retomar el juego, en la siguiente clase y hacer la puesta en común, seguían señalando lo divertido que había sido jugar "a la tabla periódica". Por otra parte, al responder el cuestionario, se hizo evidente cómo los estudiantes podían relacionar lo que estaban aprendiendo con lo que ya habían construido anteriormente. Pudieron encontrar nuevas relaciones de significado entre conceptos. Esto sin contar que también pudieron apropiarse de la tabla periódica tradicional desde otro lugar, ya que para contestar el cuestionario alternativamente miraban la tabla periódica muda que ellos habían completado, así como la tabla periódica tradicional.

A partir de este análisis surgieron igualmente algunos aspectos que podrían ser revisados en una nueva versión del juego. Uno de ellos estaba relacionado con la forma de representar la ley periódica, ya que las distintas formas de representación pudieran conllevar diferentes aprendizajes, incluso hasta obstaculizarlos. Esta hipótesis se inspira en la historia de la disciplina, ya que el mismo Mendeleev analizó y empleó distintas formas de representar la ley periódica porque ninguna de ellas por sí misma le resultaba totalmente satisfactoria. Y si bien, como se señaló anteriormente, hoy casi sólo conocemos a la famosa "tabla periódica", la misma comenzó a hacerse popular dentro de la comunidad científica en la década de 1960 y recién fue adoptada por la IUPAC en la década de 1980 sin discutir las ventajas y desventajas de este tipo de representación (Bensaude-Vincent, 2001).

Otro aspecto a revisar en la propuesta lúdica era la periodicidad, ya que en esta primera versión del juego, la tabla periódica se convertía en una ilustración de la teoría cuántica y no una representación de las propiedades físicas y químicas de los elementos. Sin embargo, la teoría cuántica no explica completamente la periodicidad, ni la repetición de todas las longitudes de los periodos. De hecho, la tabla periódica continúa siendo un área de investigación activa para los físicos y químicos (Scerri, 2008). Con lo cual solamente trabajar con la CEE implica una enseñanza con una imagen de la Química reducida a la Física y, además, intenta enseñar la estructura del átomo en función de los modelos vigentes pero no le da prioridad a los criterios químicos (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2009).

LA SEGUNDA VERSIÓN DEL JUEGO

En función de los aspectos a mejorar, durante el año 2017, se revisó el juego y se incluyeron en primer lugar diferentes representaciones de la tabla como tableros de juego (Figura 2).

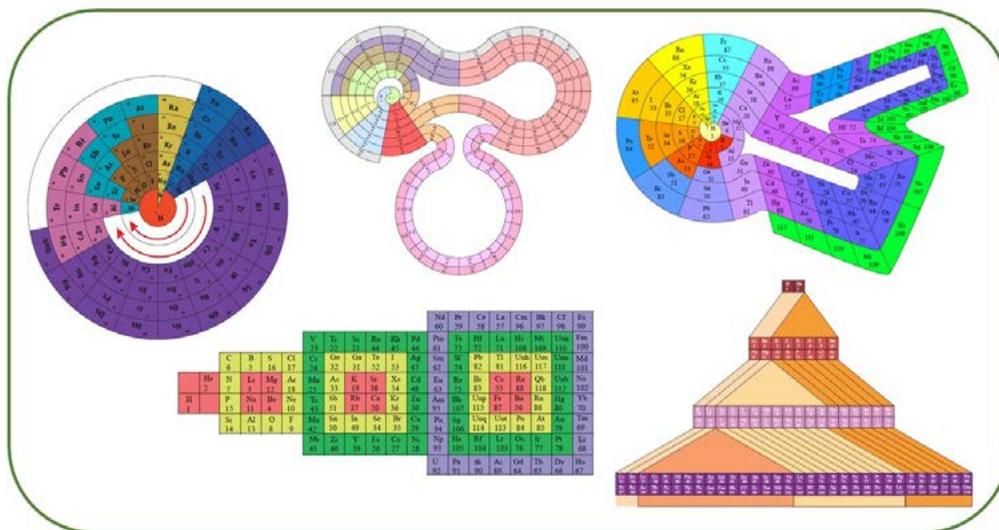


Figura 2. Tablas periódicas que hicieron las veces de tableros de juego

Así, cada grupo juega con un tablero distinto y se incorporan otras propiedades periódicas: el radio atómico, la energía de ionización, la densidad y los puntos de fusión y ebullición. También se trabaja con la CEE pero no es la única información que se emplea para la posterior comprensión de la periodicidad. Para recuperar la información que se pide en estas nuevas cartas (Figura 3), los estudiantes descargan en sus celulares alguna aplicación que proporciona las propiedades atómicas de todos los elementos como por ejemplo "Merk PTE" que posee datos en castellano. Nuevamente gana quien escribe más elementos en la tabla periódica blanca luego de un tiempo de juego o hasta que se terminen las cartas.

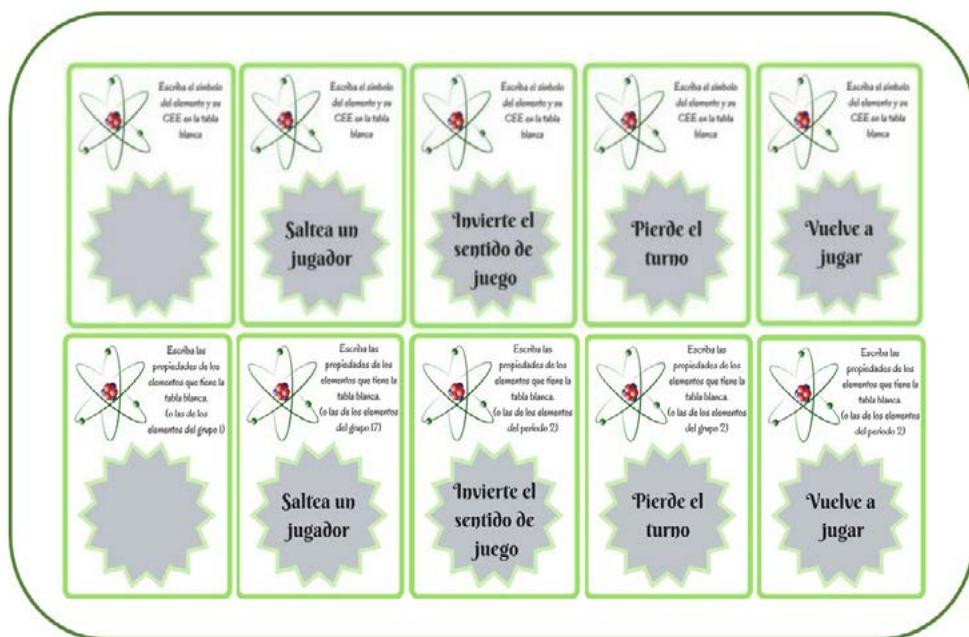


Figura 3. Cartas empleadas en la segunda versión del juego

También acá a partir de la información obtenida los alumnos debieron responder un nuevo cuestionario, que fue construido con la intención de incluir en el análisis de la periodicidad todas las propiedades que se piden en esta nueva versión (Figura 4). Dicho cuestionario estuvo inspirado en una actividad perteneciente al "Libro de actividades. Química. Estructura y transformaciones de la materia" de la Editorial Estrada (Fumagalli, 2000).

De esta forma, los estudiantes además de emplear representaciones en forma de tabla para entender la periodicidad, al responder al cuestionario tienen que construir gráficos que representen la periodicidad. Esta opción fue la usada por Lothar Meyer, aunque empleando las masas atómicas. Si bien Mendeleev la rechazó porque podría interpretarse como una variación continua de las masas atómicas (Bensaude-Vincent, 2001), la hemos incluido porque al graficar en función de los números atómicos esta aparente continuidad no es tal y pudiera servir para comprender la ley periódica.

“Clasificación de los elementos”

- 1) Analicen las propiedades de los elementos presentes en su tabla blanca, busquen semejanzas y diferencias. Para ello realiza las siguientes gráficas:
 - a) Tendencias de una propiedad física
 - Selecciona los datos de punto de fusión o bien de punto de ebullición o densidad, y rotula el eje y.
 - Rotula el eje x con los números atómicos de los elementos.
 - Grafica los datos de la tabla
 - Une los puntos adyacentes con líneas rectas.
 - b) Tendencias periódicas
 - Selecciona los datos de radio atómico o bien de Energía de Ionización y rotula el eje y.
 - Rotula el eje x con los números atómicos de los elementos.
 - Grafica los datos de la tabla
 - Une los puntos adyacentes con líneas rectas.
 - c) ¿Revela alguna de las gráficas un patrón repetitivo?
 - d) ¿Qué hubiera sucedido si la gráfica se hubiera hecho con los pesos atómicos y no con los números atómicos?
- 2) Reordénalos, de modo tal que queden encolumnados los elementos que poseen propiedades semejantes. ¿Qué puedes decir de la CEE de los elementos de cada columna?
- 3) Escriban en la tabla blanca los números de grupo y período. ¿Qué relación hay entre la CEE de los elementos que se encuentran en el mismo grupo? ¿Y entre los elementos de un mismo período? ¿Qué relación hay entre la CEE y la posición de los elementos en la tabla periódica? ¿Podrías predecir la CEE de tres elementos que no hayas completado durante el juego?
- 4) Investiga cómo se llegó a la tabla periódica actual y relacionalo con el trabajo realizado.
- 5) Con base a este trabajo, ¿Por qué se llama tabla periódica a la organización de los elementos que hace el químico?

Figura 4. Cuestionario de la nueva versión

Implementación y evaluación de la segunda versión

Nuevamente para evaluar la experiencia recurrimos a la reflexión sobre la práctica de la primera autora, pero en este caso analizamos también la producción de los alumnos y la propia evaluación del juego que ellos hicieron.

Al implementarlo demandó más tiempo del planificado porque se les pidió un número excesivo de propiedades de cada elemento. Así que

luego de jugar, para hacer un cierre de la clase se les pidió una opinión y sugerencias para mejorar el juego y también, que en función de lo realizado, respondan por qué se llama periódica a la tabla de los elementos.

En principio, podemos decir que, aunque se notó un cierto desinterés por parte de los alumnos en el desarrollo del juego, otra vez fue bien recibido. Así, ellos explícitamente señalaron que:

- “El juego nos pareció interesante ya que es una mejor forma de aprender y recordar lo que aprendemos”
- “Es astuto pero le falta velocidad y que sea dinámico”
- “En nuestra opinión el juego estaba bueno y entretenido, sirve para aprender, pero le falta variar en las consignas de las cartas”

En esta versión entonces, la función lúdica del juego, que es aquella que propicia diversión y placer, fue opacada por las tareas, por la función educativa del juego (Soares, 2016).

La primera conceptualización de periodicidad a la que llegaron en esta clase, nos permitió hacer una revisión del cuestionario con una primera pregunta que ponga en cuestión algunas concepciones. Por ejemplo, los estudiantes relacionaban la periodicidad con un orden, con una complejidad creciente, o con que los elementos tienen diferentes características. Luego de esto sí se retomaba el cuestionario planificado (Figura 4).

A partir de este cuestionario, los alumnos, además de comprender las propiedades y su periodicidad, complejizaron las concepciones iniciales. Así, al responder la pregunta 4 del cuestionario original (Figura 4, quinta del realmente implementado) pudieron entender que la tabla es periódica ya que “las propiedades de los elementos se repiten cada cierto número de elementos y esas propiedades son parecidas, aunque no iguales”. Además, pudieron aprender a construir gráficos, ya que se presentaron dificultades al realizarlos, pero llegando a concluir que en los gráficos “hay patrones repetitivos, ya que (la propiedad) aumenta y disminuye repetitivamente” o que “se puede identificar que cada cierta cantidad de elementos los puntos de fusión son similares” y que las distintas propiedades como la densidad o la energía de ionización muestran relaciones similares.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Pensamos que ambas versiones del juego nos han posibilitado abordar el estudio de la tabla periódica de los elementos logrando tanto la construcción de saberes como la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de la química. Permitieron trabajar no solo con los conceptos teóricos sino también reflexionar sobre su construcción y lo que significa la clasificación periódica. En este sentido, los juegos en sus dos versiones permitieron relacionar diferentes representaciones de la pe-

riodicidad de los elementos. Si bien, todavía hay que ajustar el balance entre lo lúdico y lo educativo del juego en su última versión, creemos que con pequeños ajustes como por ejemplo cambiando las cartas y pidiendo una sola de las propiedades, dicho balance se logrará.

Intentamos en la evaluación de los juegos propuestos no ser ingenuas y realizar una discusión de lo que posibilitaron y no posibilitaron los mismos. Evaluar de manera crítica (Soares, 2016) sin presentar obviedades como que los alumnos señalaron solamente lo bueno que fue jugar y lo mucho que aprendieron. Además, contar la experiencia de construcción del juego argumentando sobre las decisiones didácticas, indicando cómo surgieron las ideas y explicitando los objetivos de aprendizaje.

En este sentido, presentamos la experiencia porque entendemos que resulta una propuesta versátil, ya que además de poder trabajar con diferentes propiedades de los elementos, podría emplearse para otros fines. Solamente hace falta diseñar un nuevo mazo de cartas para cada propósito y luego como siempre una actividad que permita la sistematización de los conceptos a trabajar. Además, las actividades de sistematización no necesariamente tienen que tratarse de un cuestionario como los propuestos en este trabajo, se podría trabajar con otro tipo de estrategias o recursos que sean innovadores.

La idea, entonces, de esta comunicación, es que cada docente puede adaptar el recurso a sus contextos particulares, para no solo enseñar los contenidos conceptuales, sino para elegir qué contenidos procedimentales y actitudinales quiere que los alumnos aprendan. Cada versión del juego, en este caso permitió la apropiación de la ley periódica pero en las dos versiones se trabajó en forma diferente la construcción de la competencia gráfica (*graphicacy*). Además, en ambos casos, al emplear los juegos como recursos para favorecer el aprendizaje posibilitó que los alumnos respetasen a sus compañeros al aceptar las reglas del juego que en este caso fueron explícitas y predefinidas por la docente.

Decidimos comunicar nuestra experiencia, porque entendemos como Litwin (2005) que la réplica no es necesariamente una propuesta de escaso valor educativo. Esta autora nos recuerda por ejemplo a (p. 8):

"(...) Picasso, genial pintor del siglo XX, al que la réplica le permitió maravillosas creaciones del arte. Replicó, por ejemplo, a otro maestro de la pintura española: Velásquez, en "Las Meninas" creando un producto paradigmático de la producción artística. Picasso confeccionó 59 réplicas de Las Meninas. Y, las creó en la plenitud de su vida. Desde esa perspectiva, detenernos a pensar el sentido de la réplica utilizando nuevos soportes nos haría seguramente preguntarnos a cada uno de nosotros en la posibilidad de inspirarnos en las obras paradigmáticas de la ciencia o la cultura aun cuando sepamos que difícilmente nuestra réplica nos transforme en Picasso."

En este sentido es que nos replicamos a nosotras mismas en una y otra versión de juego y que invitamos a otros a replicarlos teniendo en cuenta sus contextos. Lejos (o cerca) de Las Meninas, de Velázquez y de Picasso, los docentes al ser buscadores de, como decíamos al comenzar este artículo, estrategias y recursos que permitan a nuestros alumnos construir conocimiento y desarrollar competencias y que al mismo tiempo transformen las clases y los motiven, nos convertimos en replicadores. También, invitamos entonces a que otros docentes cuenten sus experiencias para que nosotros podamos replicarlas a modo de homenaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bensaude-Vincent, B. (2001). Graphic representations of the periodic system of chemical elements. En: U. Klein (ed.), *Tools and Modes of Representation in the Laboratory Sciences* (pp. 133-161). Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, Holanda.
- Carabelli, P. y Farré, A. S. (2016). Juguemos a la tabla periódica: Recuperando lo lúdico para enseñar Química. *Jornadas Pedagógicas. Los educadores como productores de conocimiento pedagógico. Problemáticas y desafíos comunes en el contexto actual*. Instituto de Formación Docente. San Carlos de Bariloche, Río Negro.
- Chamizo, J. A. (2011). La imagen pública de la química. *Educación química*, 22(4) 320-331. Recuperado el 28 de noviembre de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2011000400007&lng=es&tlng=es.
- Franco-Mariscal, A. J., Oliva-Martínez, J. M. y Almoraima-Gil, M. L. (2015). Students' Perceptions about the Use of Educational Games as a Tool for Teaching the Periodic Table of Elements at the High School Level. *Journal of Chemical Education*, 92(2), 278-285.
- Franco-Mariscal, A. J., Oliva-Martínez, J. M. (2012). Dificultades de comprensión de nociones relativas a la clasificación periódica de los elementos químicos: La opinión de profesores e investigadores en educación química. *Revista científica*, 16(2), 53-71. Recuperado el 28 de noviembre de 2017, de: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/issue/view/380>
- Franco-Mariscal, A. J., Oliva-Martínez, J. M., y Bernal-Márquez, S. (2012a). Una revisión bibliográfica sobre el papel de los juegos didácticos en el estudio de los elementos químicos: Primera parte: los juegos al servicio del conocimiento de la Tabla Periódica. *Educación química*, 23(3), 338-345. Recuperado el 28 de noviembre de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2012000300003&lng=es&tlng=es.
- Franco-Mariscal, A. J., Oliva-Martínez, J. M., y Bernal-Márquez, S.

- (2012b). Una revisión bibliográfica sobre el papel de los juegos didácticos en el estudio de los elementos químicos: Segunda parte: los juegos al servicio de la comprensión y uso de la tabla periódica. *Educación química*, 23(4), 474-481. Recuperado el 28 de noviembre de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2012000400008&lng=es&tling=es.
- Fumagalli, L. (Coord.)(2000). *Libro de actividades. Química. Estructura, propiedades y transformaciones de la materia*. Ed. Estrada: Buenos Aires.
- Galagovsky, L. R. (2004). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable Parte 1: Modelo teórico. *Enseñanza de las ciencias*, 22(2), 229-240. Recuperado el 28 de noviembre de 2017, de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/issue/view/1823/showToc>
- Izquierdo-Aymerich, M. y Adúriz-Bravo, A. (2009). Physical Construction of the Chemical Atom: Is it Convenient to Go All the Way Back? *Science & Education*, 18(3-4), 443-455.
- Litwin, E. (2005). De caminos, puentes y atajos: el lugar de la tecnología en la enseñanza. *Conferencia Inaugural del II Congreso Iberoamericano de EducaRed "Educación y Nuevas Tecnologías"*. Recuperado el 28 de noviembre de 2017, de <http://www.saidem.org.ar/docs/Uces2016/Litwin%20E.%20De%20caminos%2C%20puentes%20y%20atajos%20...pdf>
- Mokiwa, H. O. 2017. Reflections on Teaching Periodic Table Concepts: A Case Study of Selected Schools in South Africa. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(6), 1563-1573. Recuperado el 28 de noviembre de 2017, de <http://www.ejmste.com/Issue-6-2017,1787>
- Scerri, E. (2008). El pasado y el futuro de la tabla periódica: Este fiel símbolo del campo de la química siempre encara el escrutinio y el debate. *Educación química*, 19(3), 234-241. Recuperado el 28 de noviembre de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2008000300012&lng=es&tling=es.
- Soares, M. H. F. (2016). Jogos e atividades lúdicas no ensino de química: Uma discussão teórica necessária para novos avanços. *REDEQUIM. Revista Debates em Ensino de Química*, 2(2), 5-13. Recuperado el 28 de noviembre de 2017, de <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1311>

Un poco de historia

DE UNA FÁBRICA QUÍMICA PIONERA A LA NUEVA SEDE DEL GOBIERNO DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

(Extractado del libro: La Nueva Sede del Gobierno de la Ciudad. Una historia de fábricas y guetos en Parque de los Patricios, del autor)

Claudio Salvador

Asociación Química Argentina

E-Mail claudio.salvador@yahoo.com.ar

Resumen: En abril de 2015 se trasladó la Jefatura de Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires a una nueva sede en el barrio de Parque de los Patricios ubicada en la manzana limitada por las calles Uspallata, Iguazú, Atuel y Los Patos. La noticia se difundió poniendo énfasis en las características arquitectónicas del edificio, su ubicación junto al Parque, y el hecho novedoso de que las autoridades del Gobierno de la Ciudad se instalen en barrios de la zona Sur. La construcción se había presentado como el aprovechamiento de una manzana vacía en un barrio postergado. Pero este predio tenía una larga historia de usos que reflejan transformaciones del barrio. El objetivo del libro fue reunir información original sobre este lugar basada en mapas, planos, guías, avisos, documentos. En esta nota se resume la historia y se señala que allí funcionó una de las fábricas pioneras de la industria química: la fábrica de óleo margarina de Seeber. Ésta tuvo un final extraño: terminó convertida en un gueto para confinar indigentes.

La Historia del predio de la actual sede: Zona de quintas

La sede de Jefatura de Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires se trasladó en 2015 a Parque de los Patricios; está ubicada en la manzana limitada por las calles Uspallata, Iguazú, Atuel y Los Patos.

En esta nota se reseñará la historia de esa manzana durante el último siglo y medio, ubicando sus distintos usos y actividades.

Las historias barriales, como LLanes (1974) y otros, recuerdan la presencia de quintas en la zona en el siglo XIX; algunas de varias hectáreas, otras más pequeñas; una de las más recordadas es la de Francisco Moreno, donde hoy está el Instituto Bernasconi; otra era la de la familia Escalada, en Caseros y Monasterio; después pasó a Navarro Viola.

Para instalar los mataderos en la zona se compró el terreno de Mejía; quedaron otros en los alrededores, como el de Day; la manzana objeto de nuestro estudio, donde hoy está la Nueva Sede de Gobierno, corresponde a la entonces quinta de Florencio Lima. Ver Figura1.

Muchas eran quintas de descanso, aunque algunas tenían alfalfares, árboles frutales y otras plantaciones.

La zona de quintas sufrió un cambio importante cuando se instaló el matadero en la meseta. Comenzaron actividades relacionadas con el aprovechamiento de subproductos de la ganadería, se instalaron tranvías para trasladar a la gente, y con el tiempo se fueron ubicando viviendas.



*Figura1. Mapa Arana, 1875
La oblea roja señala la actual Sede*

Al mismo tiempo se instalaron en la zona actividades "indeseables" para el área urbana, como la disposición de las basuras; en general no parecen compatibles con el matadero si se lo considera como fuente de un importante alimento, que debe guardar medidas de higiene, pero si se lo ve como una actividad que movilizaba diariamente gran cantidad de animales que entraban por el barro, y cuya faena generaba olores, y desperdicios líquidos, empieza a comprenderse la ubicación: El matadero era una actividad indeseable más.

Durante muchos años se estableció una población marginal en la zona, El Pueblo de las ranas; estaba centrado en Amancio Alcorta y Zavaleta, pero tenía una gran extensión.

En la zona también se realizaron otras actividades que no parecen acordes al matadero; una de ellas es la descarga de materia fecal en un terreno municipal frente a los mataderos.

En los años siguientes se sucedían subdivisiones y loteos que marcaban el camino de la urbanización; sin embargo, al sur del matadero, (y luego del Parque) fue muy lento el amanzanamiento, como se puede ver en sucesivos planos.

Estación de tranvías

Desde la instalación del matadero en la zona, se establecieron tranvías

que permitieron la comunicación con el núcleo urbano de la ciudad.

La primera línea de tranvías que llegó al barrio fue la "11 de septiembre" de Méndez, por Monteagudo y Rioja a principios de 1871; eran por supuesto tranvías a caballo; no tenía estación, estacionaba en un baldío en la actual Plaza Pringles, desde donde se podían tomar coches de plaza.

Posteriormente la línea pasó a manos de la empresa Ciudad de Buenos Aires.

Estos datos fueron reseñados por Horacio Méndez Montarcé (Ateneo de Parque Patricios, 1971).

El plano de Bianchi de 1882 ubica una estación de tranvías en la actual manzana comprendida entre Los Patos, Uspallata, Iguazú y Atuel. Exactamente en la esquina de Atuel y Los Patos. Corresponde a esta línea Ciudad de Buenos Aires.

El edificio y los terrenos de la estación fueron posteriormente vendidos al industrial Carlos Seeber que estableció allí su nueva fábrica a mediados de la década de 1880.

En el interín se habían instalado otras líneas de tranvías, y se siguieron produciendo cambios en la ubicación de las estaciones.



*Figura 2. Plano de Bianchi, 1882
El N° 139 indica la Estación de tranvía
Estaba ubicada en la manzana que hoy ocupa la Sede*

La Batalla de los corrales en 1880

Se desarrolló en esta zona un cruento episodio de la revolución; dice Luis J. Martín, en "Los Mataderos y el barrio", también publicado por el Ateneo de Estudios Históricos de Parque de los Patricios: "En 1880 la sangre que manchó la meseta no fue solo de las reses. Una vez más el enfrentamiento entre hermanos ventiló las cosas políticas como se acostumbró en la Patria: a tiros. Nuestra gente fue riflera de Tejedor. Mitrista por simpatía y valientes por nacimiento, hicieron, como decía, la "pata ancha" y consiguieron un montón de muertos y heridos, que la ciudad se federalizara, y que la hacienda acorralada aumentara el pánico ante tanta bala". Después del enfrentamiento se encontraron cuerpos en los corrales, en la estación de tranvía, (o sea en la manzana objeto de nuestro estudio) y las quintas cercanas.

Como resultado de las acciones la provincia de Buenos Aires debió aceptar las condiciones impuestas por el Gobierno Nacional, y se logró la federalización de Buenos Aires y la consolidación del Estado.

Fábrica de Carlos Seeber

A mediados de la década de 1880 el industrial Carlos Seeber compró los terrenos y galpones de la estación de tranvías para trasladar su fábrica procesadora de grasas, aprovechando la ubicación inmediata al matadero, fuente de materia prima.

Distintas publicaciones sobre Historia de la Industria han mencionado la fábrica de Carlos Seeber entre las pioneras de la industria; por ejemplo Dorfman, en su "Historia de la Industria Argentina", y Vaquer en la "Historia de la Ingeniería en la Argentina".

La Cámara de la Industria Química y Petroquímica en su publicación "El Bicentenario y la Evolución de la Industria Química Argentina" dice:

"Entre la lista de empresas fundadas en Argentina entre 1838 y 1890 se destacan las siguientes fábricas químicas: en 1870 de óleo margarina de Carlos Seeber, de perfumes y jabones de Egidio Colonelli, de hormiguicidas de Antonio Gubba, de alcohol de maíz de Devoto, Rocha y Cía., de gelatina alimenticia y cola fuerte de Latourrete,.." sigue con otras de carbón, aceites, perfumes, negro animal, alcoholes, almidón, ácido sulfúrico, etc.

Seeber se dedicó a actividades rurales, y luego: "... elaboración de óleo margarina que trajo como derivado inmediato la fabricación de jabones.

A tal efecto abrió una fábrica del mencionado producto en las actuales calles Paraguay y Azcuénaga. Fabricó de esta manera estearina, jabón y velas, y colocó su establecimiento a la altura de las primeras de Sud América. Fue un precursor y un pionero de la industria argentina. Falleció en Buenos Aires el 20 de enero de 1907". (diccionario

biográfico de Vicente Cutolo).

La búsqueda de informaciones originales aportó más detalles:

Algunos expedientes que se encuentran en el Archivo Histórico de la Ciudad de Buenos Aires muestran situaciones relativas a la fábrica de grasas de Seeber en Azcuénaga y Paraguay, cuyos vecinos no parecían tener la misma consideración que los estudiosos de la Historia de la Industria; por el contrario, la consideraban una molestia, presentaban quejas y pedidos de clausura.

Estas situaciones son conocidas y se repiten casos similares: la ciudad creció rápidamente, y las reglamentaciones sobre la localización de industrias se complicaban: El Estado intentaba interceder entre las industrias que se establecían en lugares descampados, y los vecinos que en poco tiempo construían sus viviendas a su alrededor.

Se puede ver en la Carpeta 5642. (Año 1882).

“En la sesión que tuvo lugar el día 28 de febrero de 1879 la Municipalidad concedió permiso al Sr. Seeber para establecer una fábrica de extracto de grasa y de estearina y de aceites vegetales en la calle Paraguay esquina Azcuénaga.

Como el punto indicado aunque despoblado entonces, estaba en el radio prohibido por la Ordenanza... sobre establecimientos industriales considerados incómodos, peligrosos o insalubres, esta Oficina al informar el expediente 4656 lo manifestó así y pidió que se oyera al Consejo de Higiene Pública al efecto de saber si Eran aquellas de que habla el artículo 6º de la Ordenanza de 28 de agosto de 1860, pues así lo aseguraba el solicitante.

Previa audiencia de dicho Consejo se acordó otorgar el permiso bajo la condición de que los residuos se extrajeran diariamente fuera del municipio”.

Menciona quejas del vecindario sobre olores, que motivaron una inspección; la misma mostró que la fábrica había modificado sus procesos, y era ahora una fábrica de sebo para exportación. Se procesaba sebo procedente de la campaña, que se derretía en tachos abiertos y producía las emanaciones que molestaban a los vecinos.

Un Acta del 28 de Febrero de 1882 señalaba que “Carlos Seeber obtuvo permiso de la Comisión Municipal para elaborar grasas y sebos provenientes de los mercados con el objeto de separar la óleo margarina de la estearina, siguiendo el procedimiento bien conocido de Megè Mouries. Según los términos de su solicitud se proponía emplear los sebos más limpios y de mejor calidad y se comprometía a sacar del establecimiento los residuos líquidos provenientes de la fabricación.

Una preparación del sebo por el procedimiento indicado no puede causar molestia al vecindario ni ser tachada de incómoda ni de insalubre”.

Señalaba que además de los equipos, en perfecto estado de funcionamiento, hay otros, no previstos, que originaron las quejas; Seeber explicó que de los 3.000 kg de sebo procesados por día, 1.500 se hallaban en malas condiciones para la preparación de oleo margarina, pues la grasa estaba mezclada con carne, formando la llamada mucanga. Se habían instalado dos tachos para fundir el sebo no apto, y no desperdiciarlo; se obtenía así una grasa ordinaria, y restos que se usaban como combustible.

En los alrededores de la fábrica se encontraba el Hospital Buenos Aires, y numerosas casas recién construidas.

En consecuencia, el Dr. Pedro Arata, firmante del Acta, terminaba: “puede mantenerse el permiso acordado anteriormente al Sr. Seeber en los términos de su solicitud, es decir para fabricar óleo margarina, y estearina, pues esta industria no es insalubre ni incómoda, pero que debe prohibirse la fusión a fuego directo del sebo...” (Carpeta 7695. Año 1882)

Los vecinos se dirigen al Presidente de la Municipalidad y piden la clausura del establecimiento de Seeber.

Aclaremos que Megè Mouries fue un químico francés que inventó y patentó el método para fabricar óleo margarina, un sustituto de la manteca. Impuso el nombre “margarina”, debido al llamado ácido margárico que la componía; posteriormente se encontró que en realidad era mezcla de ácido grasos. Pero el nombre quedó.

(No es la margarina actual, desarrollada posteriormente, que se obtiene a partir de aceites vegetales).

Megè Mouries recibió un premio del gobierno francés; vendió su invento a una firma holandesa que encaró su producción; fue una de las formadoras de la importante multinacional Unilever.

La fábrica de Seeber se trasladó junto al Matadero, zona entonces descampada.

Manuel Chueco (1886), describe el establecimiento ya ubicado en el actual barrio de Parque de los Patricios.

“La gran fábrica de óleo margarina de Carlos M. Seeber está perfectamente instalada en adecuado y bien ubicado local. Ocupa el terreno y el edificio de la estación del antiguo Tramway Anglo- Argentino, situada al lado mismo del Matadero Público, lo que le permite recibir y empezar a elaborar las gorduras inmediatamente después de faenadas las reses, es decir, completamente frescas, inapreciable ventaja que, a la vez que tiene gran importancia en el orden económico, la tiene en lo relativo a

la higiene”.

Este dato es clave para explicar su ubicación; con el traslado puede solucionar los problemas que tenía en Paraguay y Azcuénaga.

Por otro lado, confirma que trabajó en la manzana objeto de nuestro estudio, que es donde estaba la estación de tranvía.

Describe el proceso para obtener óleo margarina, sin productos químicos. Utilizaba calentamientos, prensado, etc. para obtener un producto libre de estearina, de mejor sabor. La estearina separada se destinaba a la elaboración de velas.



Figura3. Fábrica Seeber en Parque de los Patricios. Caras y Caretas,1909

Sigue Chueco:

“Una de las industrias más recientemente implantadas en el país, pero también una de las que más deben ocupar nuestra atención por la importancia que tiene y su relación íntima con nuestra principal fuente de riqueza –la ganadería– a la vez que por las provechosas reformas higiénicas que introduce en la alimentación del hombre, es la fabricación de óleo margarina”.

A Carlos M. Seeber, activo y laborioso compatriota nuestro, se debe la implantación en el país de tan importantísima industria.

...

Tan pronto como le fue posible hacerse de las máquinas y aparatos que son necesarios para la elaboración del nuevo producto, fundó su nueva gran fábrica y se consagró por completo a la industria que merced a su perseverancia, a su inteligencia y a su actividad, ya merece figurar entre las más importantes del país”.

...

“Y el jefe competentísimo de nuestra Oficina Química Dr. Pedro Arata después del análisis verificado en la óleo margarina fabricada por Carlos Seeber declara que “no contiene ninguna materia conservadora de origen mineral ni orgánico y que por consiguiente el artículo analizado es un producto perfectamente apto para alimentarse”.

“El procedimiento... fue descubierto recién en 1872 por el célebre químico francés Mège Mouries...”

Menciona fábricas recientemente instaladas en París, Alemania, Nueva York y otras ciudades americanas, Viena, etc.

En cuanto al proceso: “Antes de perder por completo el calor natural, entra en el vasto taller de la fábrica la grasa que va a ser convertida en óleo margarina; allí inmediatamente se clasifica y se despoja a cuchillo de todo lo que no es gordura, y en seguida se lava perfectamente en dos aguas, en aparatos apropiados. En este estado se entrega a dos grandes máquinas movidas a vapor que la cortan y desmenuzan a fin de poderla derretir sin hacerla hervir como en efecto se hace, disolviéndola en una cuba de madera sobre una pequeña cantidad de agua apenas caliente operación que se hace echando paulatinamente en la cuba la materia triturada para evitar su disolución y conservando la temperatura por medio de una leve corriente de vapor libre.

El líquido oleoso que resulta se decanta con cuidado y se deposita en un baño maría estañado hasta que por el reposo de algunas horas se ha asentado y clarificado perfectamente.

De este baño maría pasa a una cámara caliente en recipientes estañados, donde por medio de una temperatura de 30 a 35° se consigue la cristalización de la parte esteárica en el término de 36 horas más o menos.

En esta condición, va la materia a las prensas hidráulicas, cuya presión extrae en estado líquido la óleo margarina, quedando en las prensas la parte sólida que caso en su totalidad es estearina.

La óleo margarina que despiden las prensas es recogida en grandes baldes de latón con los cuales se transporta a un baño maría especial, muido de una canilla que sirve para llenar los tarros en que se expende”.

Durante muchos años la fábrica ocupaba solo la manzana de Iguazú, Los Patos, Uspallata, y Atuel.

Así aparece claramente en los mapas de Obras Públicas de la Municipalidad.

Producía 11.000 toneladas anuales de jabón amarillo, 450 toneladas de óleo margarina, 1.500 toneladas de grasa, y 380.000 cajones de 25 paquetes de velas de estearina; 800 toneladas de estearina en bruto, 300 toneladas de glicerina para exportación, y grandes cantidades de sebo, chicharrón, etc.

El primer Congreso Argentino de Química, realizado en 1919 por la Asociación Química Argentina, muestra un trabajo sobre la "Industria de los jabones y bujías esteáricas".

Calculamos que para la fecha del Congreso el establecimiento de Seeber ya estaba inactivo.

"En 1910 el Señor Carlos Seeber hizo reclamaciones a la Municipalidad a causa de disposiciones por las que ordenaba colocar campanas y chimeas de gran altura para recoger y esparcir los vapores emanados durante la saponificación a la vez que se disponía a cercar con altos muros el terreno en donde estuvieran instaladas las fábricas reglamentando también la manipulación de cerca de grandes calderas. El señor Seeber sostuvo que dada la pureza de los sebos elaborados ellos no despiden emanaciones nocivas."

"Los establecimientos han pasado por una serie de renovaciones pero la fabricación de jabón, velas y glicerina reunidas se halla limitada a muy pocos".

Evidentemente uno de los pocos había sido hasta corto tiempo antes el de Seeber.

El fundador, Carlos Seeber había fallecido en 1907; sus sucesores llevaron adelante la actividad durante varios años. La última figuración de Seeber en Guías la encontramos en 1917.

Hacia 1920 la fábrica había quedado inactiva, y la sucesión de Seeber preparaba el loteo y venta de los terrenos.

Asilo Policial

La fábrica Seeber ya estaba preparada para su loteo y venta cuando se produjo un hecho que cambió su destino por unos años. Sorprendentemente en un barrio que progresaba, esta ubicación privilegiada fue destinada a armar una especie de "Gueto" para alojar indigentes.

Sobre el origen del Asilo Policial, el 18 de abril de 1921 el Jefe de Policía, Elpidio González, decía:

"Con ocasión del crecido número de familias desalojadas de sus viviendas por mandatos judiciales y ante la situación de indigencia que les creaba a ellas el encarecimiento de los alquileres..."

En nota del 30 de noviembre del 1920 al Ministro del Interior, el Jefe de

Policía decía:

"...Dentro de la misión fundamentalmente preventiva atribuida a la policía, como órgano del estado en contacto permanente con las necesidades y exigencias de la vida local, cabe la función de protección decidida y amplia, ejercitada por modo permanente sobre todos aquellos a quienes una eventualidad extraordinaria coloque en situación comprometida en un momento dado.

.. a las personas transitoriamente sin hogar, corresponde ejercitar esta función desde ya en un local espacioso como el arrendado a tal fin en la calle Monteagudo y Los Patos en el cual, con carácter provisorio, se aliviará la situación de aquellas."



Figura 5. La fábrica transformada en "Asilo". Atlántida, 1920

Romay, (1963) rescata informaciones de Memorias Policiales y otros Documentos

"Inmediatamente se comenzaron a recibir donaciones procedentes de distintos establecimientos, consistentes en colchones y frazadas". (1921).

"Instalado como solución de emergencia, el Asilo no recibió ayuda alguna"

Algunas familias se retiraron al encontrar mejor ubicación y su lugar fue ocupado por otros elementos.

Esto y la precariedad del lugar hicieron el resto, sin que la Policía pudiera, por falta de recursos, mejorar la situación".

En La Prensa del 11 de noviembre 1922 se puede leer:

"El asilo policial, Una vergüenza de la ciudad; no se ha realizado el desalojamiento.

En ese lugar viven en promiscuidad, en ambientes favorables para todos los vicios y enfermedades 1.500 personas de ambos sexos, de toda edad. La Prensa se ha ocupado varias veces de ese antro existente en la metrópoli: ha descripto lo que son esos cuchitriles formados con lonas viejas y materiales inútiles en caballerizas y galpones que fueron de una fábrica de jabón, junto al Parque de los Patricios, y se abandonaron por inservibles y deteriorados; señaló la falta de servicios sanitarios, la improvisación de retretes y la acumulación de aguas servidas y desperdicios, así como el funcionamiento de locales sin control oficial; ha mostrado con fotografías las características de la población y de los tugurios”.

En sentido contrario, una nota de la revista Atlántida mostraba el uso del agua y jabón, la presencia femenina, los chicos, y hablaba de los trabajadores con problemas.



*Figura 6. Parte de los 800 niños confinados en la fábrica Seeber
Atrás se ve un policía*

Varios autores estiman que los habitantes del Asilo eran en realidad los “cirujas” del Pueblo de las Ranas, que había sido desmantelado.

En 1922, finalmente se ordenó el desalojo del Asilo Policial.

Afortunadamente este predio en una excepcional ubicación, recuperó su uso industrial.

La fábrica de bulones de Pablo Máspero

Según el Diccionario Biográfico Ítalo Argentino:

Máspero, Pablo

“Industrial. Nació en Como, (Italia) en 1854. Llegó a la Argentina en

1882 y fue uno de los precursores de la industria metalúrgica en nuestro medio, al que llegó ya munido de conocimientos técnicos en su campo específico.

Comenzó como obrero y muy pronto llegó a ser jefe de sección. En 1887, instaló una fábrica especializada en trabajos de hierro forjado y en artículos rurales. Más tarde, emprendió asimismo la fabricación de bulones, tornillos y artículos afines. En el sector de su competencia, su industria llegó a ser una de las principales de la Argentina, y lleva todavía el nombre de su fundador”.

Las Guías Kraft de distintos años, y otras publicaciones, junto con las referencias familiares permitieron reconstruir su trayectoria.

Pablo Máspero se inició con un taller en Pichincha e Independencia. Se llamó “San Cristóbal”.

Posteriormente se dedicó a la fabricación de bulones, se ubicó en Estados Unidos 2864; se expandió a la vuelta, por Deán Funes, en establecimientos comunicados.

En la década de 1910 la empresa estaba en Estados Unidos 2864; quedaron interesantes catálogos que permiten conocer con detalle su actividad.

En el surtido de artículos aparecen:

Bebederos para hacienda, Baldes volcadores y artículos relacionados, depósitos, carros aguateros, portones, verjas, aparatos para estirar alambre, cocinas económicas.

Caras y Caretas, julio 1933 decía:

“Vista parcial de la sección “Prensas a frío” de la fábrica de bulones tornillos y remaches de los señores Pablo Máspero e hijos, establecidos en 1887, domiciliados en Buenos Aires en Deán Funes 926. Esta fábrica produce 7.000 artículos diferentes, Ocupa 150 personas entre obreros y empleados. Tiene una producción anual de 1.800 toneladas de un valor de \$1.500.000 m/n. En combustible nacional paga anualmente \$50.000. Se distingue en la fabricación de artículos para tranvías, ferrocarriles, astilleros, frigoríficos, ingenios, y telégrafos, etc.”.

Mostraba las prensas en el interior del taller

En 1934 la fábrica inició la actividad en la calle Uspallata, en una manzana, (Uspallata, Atuel, Los Patos, Iguazú), con las más modernas máquinas en las amplias instalaciones, espaciosas, y con un aspecto casi rural, junto al Parque de los Patricios.

Una nota de la revista de la UIA, Argentina Fabril, abril 1937 recuerda el 50 aniversario de la empresa.

Ya había fallecido el fundador, Pablo, el 26 de noviembre de 1935, y la empresa estaba en manos de sus hijos: Enrique, Rafael, Ángel y Martín Máspero.

El festejo consistió en un lunch para 500 personas, entre ellas el Presidente de la UIA Unión Industrial Argentina, Luis Colombo y otros directivos, familiares, entre ellos su hermano Luis, y numerosos empresarios.



Figura 7. Vista aérea de la bulonera Máspero *Figura 8. Interior. Argentina*
Fabril, 1937

La manzana tenía, (y sigue teniendo), un fuerte desnivel, bajando desde Uspallata a Los Patos.

Quedan unos 20 metros de largo de barranco sobre Los Patos, no edificados; en la parte aplanada, con frente a Uspallata se ubican: a la izquierda depósitos de materia prima (alambre, hierro, etc.); en el centro taller y garaje; arriba oficinas; adelante playas con caminos y balanza; a la derecha, sobre Atuel, la planta de producción, con siete naves, en total más de 2.000 m².

A fines de la década del 1950, época de políticas desarrollistas, la empresa encara un proceso de expansión: se construye una nueva nave de dos plantas sobre Los Patos, y se efectúa un importante reequipamiento, que incluye un grupo electrógeno Caterpillar de 400 HP; matricería, roscadoras, equipos de electroerosión.

En la década de 1960 la planta ocupaba unas 220 personas sumando las que trabajaban en producción, oficinas, talleres, etc.

En los años 1960 se produjeron dificultades financieras; la empresa Máspero intentó concretar asociaciones con empresas proveedoras, pero a fines de la década la planta cerró.

No obstante, funcionó muchos años, y es recordada por los vecinos.

Cuando todavía funcionaba la fábrica de Parque de los Patricios, parte de

la familia Máspero estableció una empresa comercializadora de bulones, que trabajaba parcialmente en relación con la fábrica familiar.

El titular fue Alberto, nieto de Don Pablo. El negocio se inició en la calle Benito Juárez, y en la década del 1970 se instaló en la calle Segurola 2362, su ubicación actual, en el barrio de Monte Castro.

Hoy la actividad la lleva adelante Jorge Máspero, hijo de Alberto, y por tanto bisnieto del fundador de la empresa, Pablo Máspero.

Conservan la marca "Bulones Máspero", adquirida al resto de la familia, y siguen en el rubro bulonería después de más de un siglo de trayectoria.

Un lote vacío en un barrio "postergado"

Existió un proyecto para edificar viviendas que no había avanzado. El edificio de Uspallata había sido parcialmente demolido.

La curtiembre La Francia Argentina estaba al lado, en diagonal a la sede. Se ubicó allí a mediados de la década de 1910.

La Francia desapareció antes que Máspero; durante años la manzana de Monteagudo, Pedro Chutro, Iguazú y Los Patos, y la manzana de la ahora sede del Gobierno, estaban casi vacías, y daban a la zona una sensación de abandono; en las dos manzanas se habían intentado proyectos de viviendas, que no avanzaron; 10 años atrás, seguían en ese estado.

Pero las grandes superficies disponibles hicieron posible encarar nuevos proyectos.

La manzana de la actual sede, era propiedad del Instituto para la Vivienda de la Ciudad; el objetivo era erigir un complejo para socios de la Cooperativa para la Vivienda del Sindicato Luz y Fuerza.

En los primeros años de este siglo, sobre la calle Los Patos quedaba en pie una construcción industrial de hormigón de dos plantas, a lo largo de toda la cuadra, con una superficie total de más de 4.000 m² cubiertos.

Créase o no, la situación de instalación de indigentes en este predio, que ocurrió hace un siglo, estuvo a punto de repetirse en pleno siglo XXI.

Se trata del hecho ocurrido en febrero de 2007 que las crónicas periódicas llamaron "el episodio de Villa El Cartón".

Pero esta vez la historia fue diferente debido a la dura oposición de los vecinos.

El problema se inició al producirse un incendio en un asentamiento conocido como "Villa El Cartón" del barrio de Villa Soldati. Los habitantes que perdieron sus casillas se encontraban viviendo en precarias tiendas

levantadas en Parque Roca, a la espera de una solución. Un temporal arrasó las tiendas, y la caída de las estructuras que las sostenían hirió a varias personas, y provocó la muerte de una mujer.

Las autoridades trataron de dar respuesta a la situación y anunciaron que alojarían a las personas afectadas por este problema en una estructura industrial ubicada en Iguazú y Los Patos; es decir en la construcción mencionada, en la manzana motivo de nuestro estudio, que nuevamente sufría las oscilaciones entre ser una industria pionera, o una especie de "Gueto" para confinar indigentes.

Pero esta vez no se concretó: el 26 de febrero de 2007 los vecinos reaccionaron y se congregaron en el lugar en que empleados del Ministerio de Espacios Públicos de la ciudad realizaban ya tareas de limpieza previas a la llegada de los nuevos habitantes.



*Figura 9. "Pueblada" en la calle Los Patos
Fotos cortesía de la vecina Graciela Porro, 2007*

La movilización vecinal duró varias horas y concluyó por la noche con la llegada de los bomberos, la policía y los principales canales de televisión.

A pesar de que ante la oposición vecinal el gobierno suspendió la medida, al día siguiente los vecinos volvieron a reunirse en la puerta de la ex fábrica con el fin de impedir potenciales ingresos de personas a la edificación, de realizar una asamblea para "organizar la lucha".

El Diario Página 12 titulaba: "Por Temor a los pobres" Vecinos de Parque de los Patricios incendiaron una fábrica abandonada

El diario Perfil publicó un texto similar, pero agregaba un comentario de una vecina:

“Nadie va a poder pasar a esta fábrica. Queremos defender nuestra propiedad privada, que tiene un valor determinado. Si dejamos que se ocupe el espacio con una villa, nuestras propiedades van a valer dos centavos”, explicó una vecina.

El Proyecto del Banco Ciudad

El Banco Ciudad decidió construir una nueva sede central en Parque de Los Patricios. Se decidió construir un nuevo y único edificio corporativo central. Después de analizar varias alternativas se optó por la manzana propiedad del Instituto de la Vivienda de la Ciudad en Uspallata, Atuel, Los Patos e Iguazú.

En el libro “Banco Ciudad Nueva Sede” editado por el Banco en 2011 para presentar el proyecto, decía Federico Sturzenegger, entonces Presidente del Banco:

“Pocas veces se da que un proyecto combine una utilidad tan trascendental para una institución y al mismo tiempo, para su ciudad. La construcción de la nueva sede del Banco Ciudad en el barrio de Parque de los Patricios no solo representará un cambio radical en la manera de trabajar para la organización, sino también un cambio en el eje gravitacional de las áreas con potencial para el desarrollo urbano dentro del ámbito de la ciudad”.

Para definir las características del edificio se formó un comité integrado por Presidente, Vice, Gerente General; Subgerentes generales, Gerentes de áreas, Comisión interna, etc.

Se realizó un Concurso Público, con las etapas: Antecedentes empresariales y de diseño, Oferta técnica, Oferta económica.

El Jurado estuvo integrado por los Arquitectos María Teresa Egozcue, Pablo Katz, Alberto Varas y Francisco Mangado.

Se presentaron 17 propuestas; quince de ellas pasaron a la segunda etapa.

El Proyecto ganador fue el presentado por el Arquitecto inglés Norman Foster, junto con el estudio Berdichevsky- Cherny y Asociados, Edgardo Minond, y CRIBA Constructora.

El proyecto dispone las plantas de oficinas en forma de bandejas que se van retirando en altura, formando palcos sobre el parque. Genera en la planta baja un espacio de múltiple altura. El parque abarca toda la fachada principal.

La cubierta ondulada flota como paisaje sobre las copas de los árboles, y aloja a todos bajo un mismo techo.

El sistema de aire acondicionado, impulsado desde el piso, refrigera

prioritariamente el aire usado por las personas y evita el tendido de conductos.

Sobre la calle Uspallata, vinculada al Parque de los Patricios, se crea un gran espacio cívico cubierto, una plaza de ingreso, que comunica el carácter institucional del edificio.

Cuando la construcción estaba muy avanzada, cambió su destino: pasó a ser la Nueva Sede del Gobierno de la Ciudad.

La Nueva Sede del Gobierno de la Ciudad

Se toma una nota de diarios:

Macri inaugurará la nueva sede del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires

1 de abril 2015 Diario Perfil.

“Se tratará de la primera oficina pública de Sudamérica con normas de calidad ambiental.

El jefe de Gobierno porteño, Mauricio Macri, inaugurará hoy la nueva sede del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, en Parque de los Patricios, en un acto del que participarán invitados especiales y el arquitecto Norman Foster, quien lideró el proyecto de construcción del que es el edificio oficial con mejor estándar medioambiental de Sudamérica.

El edificio, ubicado en la manzana delimitada por las calles Uspallata, Atuel, Los Patos e Iguazú, tiene 38.000 metros cuadrados divididos en tres plantas de oficinas, más las de recepción, mantenimiento y garaje, con una capacidad para 1200 empleados y dispone de 400 cocheras, comedor y salón auditorio, entre otros. Las instalaciones fueron diseñadas para reducir al mínimo la utilización de energía artificial”.

.....

“Cuando inició el período de sesiones ordinarias de la Legislatura porteña, Macri lo describió como “símbolo de una ciudad integrada” porque “marca un antes y un después en la historia de Buenos Aires”.

La descripción publicada (proyecto del Banco) dice:

“Una nueva imagen que alude a la identidad y memoria del lugar en relación a su historia como barrio industrial.

El techo de bóvedas de hormigón visto y su tamaño referencia a la escala de un edificio fabril.”



*Figura 10. Sede del Gobierno de la Ciudad, frente al Parque
Foto del autor, 2015*

Conclusión

La sede del gobierno de la Ciudad se ubicó en 2015 en la manzana comprendida entre las calles: Uspallata, Iguazú, Atuel y Los Patos. A lo largo del tiempo, allí funcionó una estación de tranvías, fue parte de la batalla de los Corrales en 1880, funcionó la fábrica Seeber procesadora de grasas, y elaboradora de velas, jabones, óleo margarina, etc. En 1920 alojaba más de 1000 indigentes en la fábrica inactiva, convertida en Asilo Policial; en la década de 1930 se instaló la bulonera Máspero; pero en los años 1960, esta fábrica también quedó inactiva; y en 2007 estuvo a punto de volver a alojar indigentes. Finalmente se construyó la moderna sede del Banco Ciudad, que se redestinó para sede del Gobierno de la Ciudad.

Esta historia se complementa, en el libro, con aspectos históricos importantes como la Cuestión Capital, las características de la zona, la instalación de los mataderos, el posterior reemplazo del matadero por el Parque de los Patricios, virtual nacimiento del barrio, la ubicación en la manzana contigua de la curtiembre más importante del país, la decadencia de los últimos años, y el actual resurgimiento de la zona, basado en la llegada del Subte H, la creación del Distrito Tecnológico, y otras acciones.

La instalación de la Sede de Gobierno es un factor clave en esta etapa.

Por tanto este libro refleja algunos aspectos parciales, pero importantes de la historia del barrio de Parque de los Patricios: avances y retrocesos, largos abandonos, y usos marginales, que parece haber llegado a su fin, e imponerse una concepción progresista para la zona, acorde a su excelente ubicación, y a las posibilidades que brinda.

Basado en el libro:

Salvador, Claudio, *La Nueva Sede del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Una historia de fábricas y guetos en Parque de los Patricios*. Bs. As., 2016.

Más información: www.parquepatriciosnuevasede.blogspot.com

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cutolo, V., (1985). *Nuevo Diccionario Biográfico Argentino*, Buenos Aires, Elche

Chueco, M., (1886). *Los pioneros de la Industria Nacional*, Buenos Aires, La Nación

Llanes, R. (1974). *El barrio de Parque de los Patricios*, Buenos Aires, Municipalidad de Buenos Aires

Romay, F., (1963). *Historia de la Policía Federal Argentina*, Buenos Aires, Editorial Policial

Union Industrial Argentina, (1895). *Guía descriptiva de los principales establecimientos industriales*, Buenos Aires

Revistas

Caras y Caretas, 1909 y 1933

Atlántida, 1920

Argentina Fabril, 1937

Trabajos

Actas del Primer Congreso Nacional de Química, 7 al 17 de julio de 1919; Volumen IV, Sección Técnica, pág. 155. Industria de los jabones y bujías estéricas, José María Ferreiro, Doctor en Química.

Album "Banco Ciudad Nueva Sede" editado por el Banco en 2011

Cámara de la Industria Química y Petroquímica, "El Bicentenario y la Evolución de la Industria Química Argentina" 2010

Ateneo de Estudios Históricos de Parque de los Patricios, fascículos varios

Archivo Histórico de la Ciudad de Buenos Aires, Legajos varias

Informaciones y novedades

DEBATES SOBRE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN LA TIERRA DEL SOL Y DEL BUEN VINO

IX Congreso Iberoamericano de Educación Científica - I Seminario de Inclusión Educativa y Social-Digital

Reseña realizada por Prof. César Nahuel Moya, Universidad de Buenos Aires y Lic. Germán Hugo Sánchez, Universidad Nacional del Litoral- CONICET.

E-mails: nmoya@ffyb.uba.ar, gsanchez@fcb.unl.edu.ar

Durante los días 14, 15, 16 y 17 de marzo de 2017 se celebró el *IX Congreso Iberoamericano de Educación Científica (CIEDUC 2017)* organizado por las Facultades de Educación y de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo) y la Cátedra UNESCO de Educación Científica para América Latina y el Caribe (EDUCALYC). El evento tuvo lugar en el Centro Universitario de la Ciudad de Mendoza, Argentina (Figura 1). En el marco del congreso se desarrolló el *I Seminario de Inclusión Educativa y Social-Digital*.



Figura 1. A la izquierda: afiche de presentación del CIEDUC 2017. A la derecha, flamante sede de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional de Cuyo.

El congreso contó con la participación de investigadoras/es, profesoras/es, estudiantes de posgrado y estudiantes de profesorado de diferentes

países iberoamericanos, tales como Argentina, Brasil, Chile, Colombia, España, México, Panamá, Uruguay y Venezuela. Entre las/os asistentes, se contó con la presencia de reconocidas/os investigadoras/es, dentro de los cuales podemos mencionar a Daniel Meziat (Universidad de Alcalá, España), María Gabriela Lorenzo (Universidad de Buenos Aires, Argentina), Mario Quintanilla (Pontificia Universidad Católica de Chile), Beatriz Macedo (Uruguay), Diego Golombek (Universidad Nacional de Quilmes, Argentina), Elsa Meinardi (Universidad de Buenos Aires, Argentina), Lydia Galagovsky (Universidad de Buenos Aires, Argentina), Luis Bengochea (Universidad de Alcalá, España), Roberto Follari (Universidad Nacional de Cuyo, Argentina), Teresa Salinas (Universidad Ricardo Palma, Perú), Mónica Castilla (Universidad Nacional de Cuyo, Argentina), Silvina Casablancas (FLACSO, Argentina), Nora Valeiras (Universidad Nacional de Córdoba, Argentina) y Amelia Calonge (Universidad de Alcalá, España).

La conferencia inaugural (Figura 2) se realizó en el Salón de Grado de la Facultad de Derecho (UNCuyo) y estuvo a cargo del Dr. Juan Ignacio Pozo (Universidad Autónoma de Madrid, España), prestigioso psicólogo del aprendizaje español. Su disertación se tituló "Aprender y enseñar ciencias desde el cuerpo: un enfoque experimental de la educación científica". En la misma remarcó el papel fundamental que tienen los cuerpos en la construcción de nuestras representaciones acerca del mundo en la vida cotidiana y dentro de las aulas escolares. Subrayó la importancia de promover prácticas educativas que involucren tanto el desarrollo de las mentes de las/los estudiantes como así también el de sus cuerpos. La conferencia completa se encuentra disponible en línea en el siguiente link:

<http://educacion.uncuyo.edu.ar/accede-aqui-a-la-conferencia-psicologia-cognitiva-y-aprendizaje-cientifico>.



Figura 2. La conferencia inaugural estuvo a cargo del Dr. Juan Ignacio Pozo

Además de la conferencia del Dr. Pozo, a lo largo de los cuatro días en los que se desarrolló el congreso se realizaron las siguientes conferencias:

- *"Acerca de los desafíos que plantea la educación científica a la universidad: contextos, objetivos y experiencias en el área de formación docente y para la investigación"*. Disertante: Dr. Armando Fernández Guillermet (Instituto Balseiro - UNCuyo, Argentina).
- *"Inclusión digital, gestión personal de la información y acceso al conocimiento"*. Disertante: Dr. Jesús Salinas (Universidad de las Islas Baleares, España).
- *"Inclusión laboral de personas con discapacidad: valores, evidencias y desafíos"*. Disertante: Dra. Cristina Jenaro Ríos (Universidad de Salamanca, España).

También se presentaron cuatro mesas de expertos:

- *"Desarrollo del pensamiento científico"*. Disertantes: Dra. Lydia Galagovsky, Dr. Diego Golombek, Dr. Roberto Follari y Dra. Teresa Salinas (Figura 3).
- *"De la enseñanza al aprendizaje de las ciencias"*. Disertantes: Dra. Elsa Meinardi, Dra. Nora Valeira, Dra. Amelia Calonge y Dra. Beatriz Macedo.
- *"La complejidad de la inclusión educativa"*. Disertantes: Dra. Mónica Castilla, Dra. Silvina Casablanca y Dr. Luis Bengochea.



Figura 3. Mesa de expertos "Desarrollo del pensamiento científico" a cargo de Diego Golombek, Teresa Salinas, Roberto Follari y Lydia Galagovsky (de izquierda a derecha).

Al mismo tiempo, docentes e investigadoras/es de toda Iberoamérica

presentaron 320 trabajos en dos modalidades: 303 comunicaciones orales y 17 pósteres (figura 4). Estos trabajos se organizaron en torno a ocho ejes (Tabla 1).

Tabla 1. Ejes del congreso.

Eje	Título
1	Calidad de los procesos formativos de los Docentes de Ciencias: formación inicial, formación permanente y formación avanzada
2	Pedagogía y Didáctica de las Ciencias Experimentales, de las Matemáticas y de las Ingenierías
3	Currículo CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad), Educación para la Salud y Ambiental
4	Integración curricular de las TIC a la enseñanza y aprendizaje
5	Gestión y evaluación de proyectos educativos Institucionales
6	Apropiación social y aprendizaje de las Ciencias en ambientes educativos no formales
7	Investigación e innovación en educación
8	Inclusión Educativa y socio-digital



Figura 4. A la izquierda: una sesión de comunicaciones orales. A la derecha: la sesión de pósteres.

Estos trabajos fueron presentados en 51 sesiones de comunicaciones orales y 1 sesión de pósteres donde se pudo debatir y poner en común ideas y perspectivas. En la Figura 5 puede observarse la distribución de los trabajos presentados según los ejes propuestos. El eje con mayores presentaciones fue el 7 (investigación educativa e innovación en educación) seguido por el eje 2 (pedagogía y didáctica de las ciencias experimentales, de las matemáticas y de las ingenierías) y el eje 4 (integración curricular de las TIC a la enseñanza y aprendizaje), mientras que aquel con menores presentaciones fueron el eje 5 (gestión y evaluación de proyectos educativos institucionales) y el eje 6 (apropiación social y aprendizaje de las ciencias en ambientes educativos no formales).

Todos los trabajos aceptados, junto a las disertaciones de las/os expertos, han sido compiladas en un libro llamado "Educación Científica e Inclusión Digital". Este libro será editado y publicado por el Servicio de

Publicaciones de la Universidad de Alcalá (Alcalá de Henares, España) durante el año 2017.

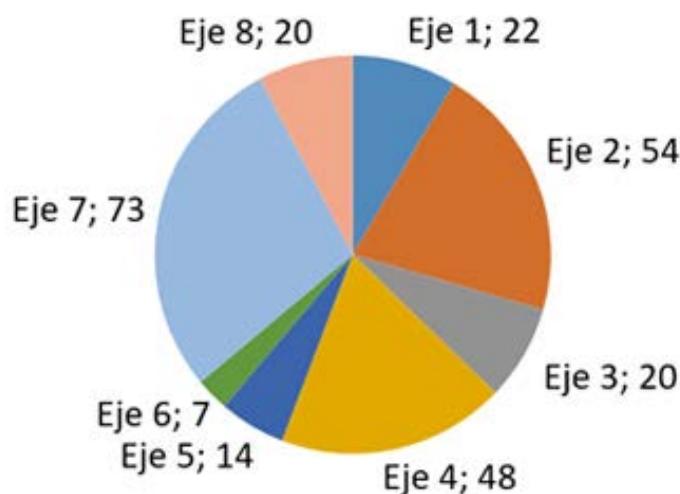


Figura 5. Distribución de los trabajos presentados en las comunicaciones orales según los ejes propuestos. Se indica el Eje seguido del número de trabajos.

NUESTRA PARTICIPACIÓN

Las/os integrantes del Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC) participamos como expositores en las sesiones de comunicaciones orales (figura 6). Esta modalidad nos permitió poner en debate nuestras investigaciones con colegas de toda Iberoamérica, enriqueciéndonos con las perspectivas aportadas allí.



Figura 6. Nuestra participación en sesiones de comunicaciones orales. A la izquierda: César Moya. A la derecha: Germán Sánchez.

Además, la Dra. María Gabriela Lorenzo, directora del CIAEC y Representante de la Universidad de Buenos Aires en la EDUCALYC, formó parte del comité científico del congreso, evaluando trabajos y coordi-

nando algunas sesiones de exposiciones orales y la conferencia del Dr. Guillermet.

MOMENTOS DE ENCUENTRO

La participación en el congreso tuvo muchos aspectos positivos. Por un lado, nos permitió conocer en qué temas están trabajando nuestras/os colegas, escuchar a las/os referentes del área y presentar los resultados de nuestras investigaciones y experiencias a la comunidad educativa y científica. Por otro lado, pudimos encontrarnos con amigas/os y colegas de otras latitudes y longitudes del mundo, crear nuevas amistades y fortalecer las ya existentes. Quedamos muy contentos por el reencuentro con algunas colegas que se formaron con nosotros, quienes en esta oportunidad llevaron sus propios trabajos, como la Dra. Andrea Farré (Universidad Nacional de Río Negro, Argentina) y Mag. Miriam Gladys Acuña (Universidad Nacional de Misiones, Argentina). Fue una invitación al reencuentro con la/el otra/o (Figura 7).

Siendo un congreso de carácter iberoamericano, se mostró parte de nuestra cultura a través de la comida (empanadas, bizcochos, medialunas, mate cocido, vino mendocino), como así también de la música. Los artistas mendocinos que participaron cantando y bailando interpretaron primeramente obras del cancionero popular argentino (zambas, tonadas, tangos, chacareras). También invitaron a los extranjeros a sentirse como en casa a través de un repertorio que incluyó canciones de diferentes regiones del continente.



Figura 7. A la izquierda: Germán Sánchez, Gabi Lorenzo, Nacho Pozo y Nahuel Moya. A la derecha: Gabi Lorenzo, Andrea Farré, Nahuel Moya y Germán Sánchez.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Durante el congreso se debatieron y pusieron en discusión algunos aspectos importantes para reflexionar y tener en cuenta a la hora de perseguir una educación científica de calidad. A modo de cierre de la pre-

sente reseña, queremos enunciar parte de las ideas debatidas.

En primer lugar, apareció como idea clave la necesidad de lograr una educación inclusiva, dando lugar a los siguientes interrogantes: ¿A qué llamamos inclusión? ¿Cómo podemos alcanzarla? ¿Inclusión para qué y para quiénes? ¿Qué actores deberían intervenir y de qué manera para lograr que la educación sea inclusiva? ¿Las TIC pueden colaborar para alcanzar esta meta?

En segundo lugar, y retomando la última pregunta, se produjo un consenso general en cuanto a la necesidad de incorporar las TIC en las escuelas y en las aulas. En este marco, surgieron preguntas interesantes: ¿Cómo introducirlas? ¿Cuáles son las principales dificultades para conseguirlo? ¿Cómo incorporarlas a la evaluación?

Finalmente, una tercera cuestión que surgió como fundamental a la hora de pensar en mejorar las prácticas de enseñanza fue la necesidad de tener en cuenta los diferentes contextos en los cuales se desarrollan las mismas.

La última mesa del evento, realizada antes del acto formal de cierre, estuvo a cargo de la Dra. María Ximena Erice (Representante de la UNCuyo en la EDUCALYC) y otros miembros del Comité Organizador del Congreso. La misma se tituló: "Hacia dónde vamos y cómo proyectamos hacia el futuro", y consistió en una actividad en la cual se invitó a que los asistentes dijeran una palabra que expresara lo que el congreso les había dejado. Algunas de ellas fueron: motivación, interdisciplinariedad, compartir, optimismo, cultura digital y aprender. Luego, las coordinadoras de la mesa recogieron estas ideas para elaborar las conclusiones finales.

Durante el acto de cierre, a cargo del Dr. Daniel Meziat (director de la EDUCALYC) y la Dra. María Ximena Erice se anunció que el próximo congreso, CIEDUC2019, se celebrará en la ciudad de Montevideo, Uruguay. ¡Esperamos encontrarnos entonces!

Para consultar mayor información sobre los trabajos presentados ingresar a la página del evento: <http://www.cieduc.org/>.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos los aportes económicos para la participación en el congreso de la UBA, Programación Científica 2014-2017, UBACyT, 20020130100073BA: *La co-construcción de conocimiento científico en clases de ciencias naturales y de la salud. Profesores y estudiantes en interacción*; y del CONICET, Proyecto de investigación PIP N° 11220130100609CO (2014-2016): *La co-construcción de conocimiento científico en química y física. Profesores y estudiantes en interacción*.

VOCES Y MIRADAS SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

XI Jornadas Nacionales y VIII Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica

Reseña realizada por la Dra. Ana Valentina Basso, Universidad Nacional de Córdoba y Lic. Germán Hugo Sánchez, Universidad Nacional del Litoral-CONICET.

E-mails: anavalentina.basso@gmail.com, gsanchez@fcb.unl.edu.ar

Una vez más, como sucede cada dos años, la Asociación Química Argentina (AQA) convocó a toda la comunidad de químicos, profesores y maestros de química a reencontrarse en las XI Jornadas Nacionales y VIII Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica (JEQUSST 2017). El evento tuvo lugar en el histórico edificio Sede de la AQA en Capital Federal durante los días 24, 25, 26 y 27 de octubre de 2017 (Figura 1). Se contó con la participación de investigadoras/es, profesoras/es, estudiantes de posgrado y estudiantes de profesorado tanto de nuestro país como también de colegas provenientes de Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica y Uruguay, entre otros.

XI Jornadas Nacionales y VIII Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica

24 al 27 de Octubre de 2017

ASOCIACIÓN QUÍMICA ARGENTINA

Sánchez de Bustamante 1749. Ciudad de Buenos Aires, Argentina.



Figura 1. Afiche de presentación de las JEQUSST 2017.

La ceremonia de apertura de las jornadas estuvo a cargo de Lydia Galagovsky (Universidad de Buenos Aires, Argentina), Presidente de las JEQUSST 2017. A continuación, tuvo lugar la disertación inaugural a cargo del Dr. Martín Negri (Director del Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química-Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires) titulada "Principales

problemas que afrontan actualmente los docentes y las instituciones en las carreras terciarias de química". En la misma, remarcó que el objetivo central de quienes tienen responsabilidades institucionales es lograr explicitar cuáles son los problemas centrales que se deben abordar en ellas. Realizó una corta presentación de dichos problemas, entre ellos: el gran desconocimiento que nuestra sociedad tiene de carreras centradas en la enseñanza de la química y otras ciencias naturales y experimentales, la falta de vinculación entre las instituciones académicas terciarias con colegios y escuelas, la todavía escasa vinculación con empresas e industrias, la falta de capacidad de reacción para modificar los planes de estudio y las líneas de investigación. Además, afirmó que no abordar estas cuestiones genera nuevos problemas, como por ejemplo: muy pocos jóvenes interesados en estudiar este tipo de carreras; las empresas no saben cuáles son las competencias y capacidades de nuestros graduados; escasos sueldos y fondos para la docencia y la investigación, con única fuente de financiación estatal, así como también, cursos de posgrado que no tratan sobre problemáticas cruciales. En este sentido, el Dr. Negri dejó en claro que las JEQUSSST son un ámbito para aprender y también para reflexionar sobre los graves problemas que afrontan nuestras carreras terciarias del área de las ciencias naturales y exactas. Finalmente dejó una estrategia en forma de invitación a la comunidad para la resolución de estos problemas consistente en explicitarlos y resolverlos de manera colectiva, es decir, cuando las personas que integran la institución tienen convencimiento de los problemas no pueden delegar completamente en las autoridades las acciones que son necesarias, sino que deben involucrarse en la resolución de los mismos y acompañar el alcance de los objetivos finales.

Las jornadas presentaron un conjunto de actividades simultáneas a lo largo de los días: talleres y sesiones de póster. Los talleres estuvieron a cargo de expertos y dirigidos a tanto a investigadores como a docentes de química de todos los niveles. Los mismos abordaron diferentes temáticas sobre la enseñanza de la química, muchos de ellos resultantes de la línea de investigación llevada a cabo por los disertantes durante años, siendo esta instancia una forma de transferencia de los resultados de la investigación en didáctica a profesores en ejercicio que puedan llevar estas innovaciones a sus aulas. A continuación se detallan sus títulos:

1. La otra mitad de la historia. Las representaciones de la mujer en la ciencia.
2. Contenidos de química bajo la óptica de las capacidades.
3. Edulcorantes no nutritivos: mitos, evaluación toxicológica, legislación y usos en el país.
4. Algunas reflexiones sobre la enseñanza de las propiedades eléc-

tricas de la materia.

5. Simulaciones en la enseñanza de la química
6. Si la práctica educativa no tiene "sentido" para el alumno... ¿tiene "sentido" para el docente?
7. La "carga teórica" de las preguntas en la clase de química. Cómo promover el pensamiento competencial.
8. Enseñanza basada en indagación. Otras formas de llevar la ciencia al aula.
9. Estequiometría y equilibrio químico: Algoritmos vs. Conceptos.
10. El síndrome "Alicia en el país de las maravillas".
11. La química instrumental al servicio forense
12. Del papel al hacer. El "arte" de la práctica en las clases de química.
13. Fluorescencia y reacciones de quimioluminiscencia. Experimentos escolares en contexto.
14. Recuperación de componentes de las pilas: ¿Posibilidad o utopía?
15. La comprensión de conceptos y la producción de textos en clases de ciencias.
16. El perfume, la fuerza de la persuasión.
17. Gral. San Martín: desde los porqué químicos de la dieta de su ejército, hasta lo que no cuenta su "historia oficial".
18. ¿Enseñamos química?... ¿iCuándo enseñamos química!?. Una mirada a la evaluación.
19. Química, tecnología y sociedad, una manera de abordar temas disciplinares en el aula.
20. Criterios para el diseño de secuencias de enseñanza y aprendizaje en química con inclusión de realidad aumentada.
21. Estudiantes con discapacidad visual. ¿Estamos preparados en ciencias naturales?
22. Sabores, sentidos y percepciones.
23. Ciencias naturales para maestros: aprender desde el asombro.
24. ¿Qué química necesitamos enseñar en el siglo XXI? Un enfoque desde la nanociencia.
25. Cinética química vs equilibrio químico: contradicciones desde su enseñanza.
26. Uso responsable de las sustancias químicas, conocimiento científico y de las tecnologías asociadas.

27. Cambia, todo cambia... Miradas macro, micro y submicroscópicas sobre la materia, en escuela primaria
28. Los colores en la naturaleza. Pigmentos y tintes vegetales.
29. La química en la tele y viceversa: el caso breaking bad y el profesor White.
30. Metodología TPACK para la integración de TIC en propuestas didácticas.
31. Cambia, ¿todo cambia? Propuesta para el nivel primario.
32. Experimentos mágicos.
33. Las moléculas de la vida: perspectivas desde la ciencia.
34. El laboratorio de investigación forense como puerta de entrada para enseñar química.
35. Quimicuentos: cuentos y experiencias para ciencias naturales en primaria y secundaria.
36. Experiencias divertidas de electroquímica casera.
37. Aspectos histórico-epistemológicos en la tabla periódica de los elementos
38. La química en la organización de las disciplinas científicas: su incidencia en la enseñanza
39. Luces de colores en la química y la física
40. Experimentos: ¡Scientíficamente en acción!

En la Figura 2 se muestran diferentes momentos vividos durante los talleres.



Figura 2. El Dr. Hector Odetti (UNL) durante el dictado de su taller denominado "La comprensión de conceptos y la producción de textos en clases de ciencias".

Durante las jornadas se presentaron 135 trabajos bajo la modalidad de

póster y organizados en torno a diez ejes (Tabla 1). En la Figura 3 se muestra a los participantes en plena sesión de exhibición de pósters.

Tabla 1. Ejes del congreso.

Eje	Título
1	Enseñanza de Química en la articulación nivel medio-universidad
2	Enseñanza de temas de Química Inorgánica y Físico-Química
3	Enseñanza de temas de Química Orgánica y Química Biológica
4	Enseñanza de temas de Química Analítica y Química Ambiental
5	Enseñanza de Química como base para otras carreras
6	Enseñanza de temas de Química en contexto y en interdisciplina
7	Historia y epistemología de la Química y de su enseñanza
8	Investigaciones educativas sobre enseñanza y aprendizaje de la Química
9	Enseñanza de Química y Ciencias Naturales en la escuela primaria
10	Nanociencia, química y sociedad, divulgación, popularización de la ciencia



Figura 3. Participantes durante la sesión de póster.

En la Figura 4 se muestra la distribución de trabajos según los ejes propuestos. El eje con mayores presentaciones fue el 8 (Investigaciones educativas sobre enseñanza y aprendizaje de la Química) seguido por el eje 2 (Enseñanza de temas de Química Inorgánica y Físico-Química) y el eje 6 (Enseñanza de temas de Química en contexto y en interdisciplina), mientras que aquellos con menores presentaciones fueron el eje 9 (Enseñanza de Química y Ciencias Naturales en la escuela primaria) y el eje 10 (Nanociencia, química y sociedad, divulgación, popularización de la ciencia).

Todos los trabajos aceptados han sido compilados en un libro llamado "Libro de memorias de las XI Jornadas Nacionales y VIII Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Se-

cundaria y Técnica – JEQUSTT 2017”. Este puede ser consultado en la siguiente página web <https://aqa.org.ar/images/Edu>.

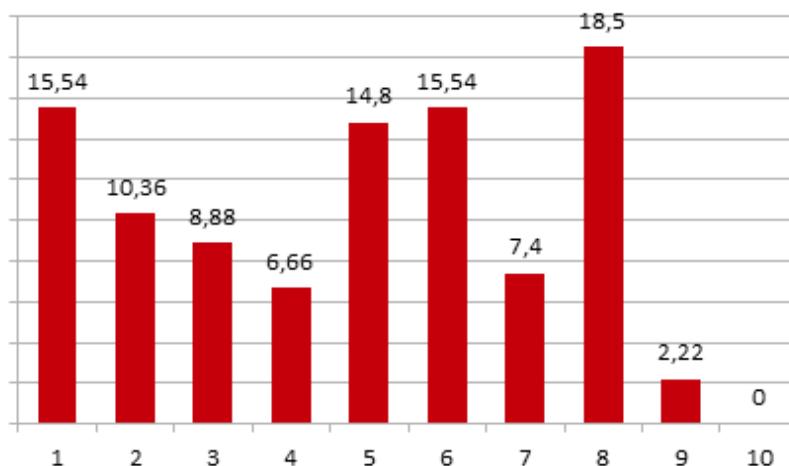


Figura 4. Porcentaje de distribución de los trabajos presentados en la modalidad poster según los ejes propuestos.

ESCUCHANDO DIVERSAS VOCES

Las Jornadas fueron un espacio de encuentro entre diferentes actores de la comunidad de personas vinculadas a la química. A continuación, presentamos los comentarios y opiniones de diversos asistentes que participaron.

La opinión de la Prof. Mabel Giles

Nuestra primer entrevistada fue la Prof. Mabel Giles, profesora en química farmacéutica en Uruguay, quien además ofrece cursos de formación docente y ejerce como química independiente asesorando a empresas.



Figura 5. Prof. Mabel Giles

Qué nos dijo sobre los talleres

"Venir y participar de las jornadas que organiza la asociación me aportan en todos los aspectos. Fui a un taller de bromatología sobre endulzantes. Fue muy interesante, de alto nivel y me aportó muchísimo con sus ejemplos de entalpía y de azúcares. La disertante en el taller explicó la parte más formal de la química y dio ejemplos de la vida cotidiana que podríamos bajar a clase haciendo mucho más interesante la química a nuestros estudiantes, y realizar preguntas del estilo: ¿Por qué siento ese frescor cuando como un caramelo? y encontrar que no es sólo por la menta.

En otro taller que estuve sobre equilibrio químico se pusieron en evidencia conceptos muy básicos que uno a veces los repite sin pensar mucho porque son estructurantes de la ciencia y cree que los sabe pero [la disertante] demostró como no se los sabe bien en profundidad o que repiten, a veces, en versitos aprendidos de libros."

Qué nos dijo sobre los posters

"La sesión de presentación de posters es muy valorada porque en Uruguay no se acostumbra a publicar ni a hacer poster. En ese sentido, me llevo muchas fotos para mis alumnos, para vean lo importante que es participar en la investigación."

Qué nos dijo sobre las colaboraciones

"Sería muy interesante más colaboraciones entre los países del MERCOSUR, tenemos a la Red Latinoamericana de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales donde nos vamos ayudando, pasando información, pero sería muy bueno que exista una política que también acompañe a mejorar la educación."

La opinión de la Prof. Marcela Fernández

Nuestra segunda entrevistada fue la Prof. Marcela Fernández, representando al Instituto Tecnológico, Escuela de Ciencias Naturales y Exactas de la sede San Carlos, que se encuentra en la parte central norte de Costa Rica. Es una zona rural y de escasos recursos.

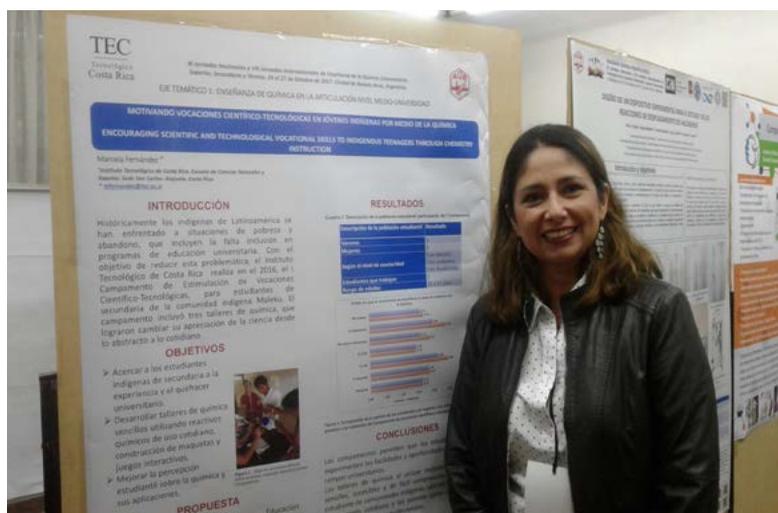


Figura 6. Prof. Marcela Fernández

Qué nos dijo sobre su propuesta

"Nuestra propuesta son campamentos de ciencia dirigido a comunidades indígenas con el objetivo de atraer a los estudiantes de los últimos años del colegio secundario a estudiar en la Sede y que vivan la experiencia de estar en la universidad por una semana. A estos estudiantes se les ofrecen talleres de química, matemática, robótica y biología. También cuentan con tutorías desde la universidad para mejorar su rendimiento académico. Concretamente se trabajó con diez estudiantes, cinco varones y cinco mujeres, quienes realizaron trabajos prácticos de laboratorio, en donde se pasó de lo abstracto a lo cotidiano y viceversa de manera lúdica."

Qué nos dijo sobre las colaboraciones

"Es importante el intercambio de conocimiento con otros colegas que están en otras realidades y también exponer lo que nosotros estamos haciendo. Son realidades bien diferentes y por eso es tan importante llevarnos contactos para proyectar trabajos en conjunto. Aunque estamos un poco lejos, pero en esta era tecnológica creo que se pueden hacer muchas cosas. Esperamos tener profesores argentinos en nuestro país. En enero del próximo año se dará a lugar el IV Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales en San José de Costa Rica y esperamos verlos y recibirlos."

La opinión del Prof. Mauruvan Ramos

Los siguientes entrevistados fueron la estudiante Sra. Estrella Thomaz y el Prof. Mauruvan Ramos de la Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) en Porto Alegre, Brasil.



Figura 7. Sra. Estrella Thomaz y el Prof. Mauruvan Ramos de la PUCRS, Porto Alegre, Brazil.

El Profesor Ramos cuenta con una experiencia de más de 40 años en docencia universitaria de la química y actualmente es el Coordinador de las carreras de posgrado de su universidad. Nos visitó junto a la estudiante Sra. Thomaz y compartieron lo siguiente con nosotros.

Qué nos dijeron sobre las jornadas

"Tenemos interés en saber que están haciendo en la Argentina en relación a la enseñanza de la química. Principalmente en relación a la Investigación en enseñanza de la química. A nosotros nos gustaría conocer personas que trabajen en ésta línea para tener una proyección sobre algún trabajo de investigación en conjunto. Lamentablemente Brasil y Argentina están muy apartados en este tema. Sin dudas es una oportunidad de conocer colegas."

Qué nos dijeron sobre su proyecto

"En Brasil es muy fuerte la intención de la inserción social, y por lo tanto investigar la enseñanza para mejorar la sociedad. Existe un programa con el objetivo de disminuir la distancia entre lo que se plantea como investigación y lo que se hace en el aula. Para ello se divulga en los cursos de licenciatura y los cursos de formación docente las investigaciones que se llevan a cabo. Aún no se tienen las encuestas si esta estrategia provee los resultados esperados pero se espera que se promueva a que todas las investigaciones que se realizan en la universidad tengan como finalidad la práctica. Esto genera equipos de profesores investigadores y docentes de colegios en donde la teoría se convierte en práctica."

Qué nos dijeron sobre los talleres

"Las discusiones y reflexiones que se dijeron en el taller que asistimos (Odetti) fueron muy cercanas a lo que nosotros estamos proponiendo como por ejemplo, trabajar con el lenguaje. Algunas actividades probablemente las intentaremos replicar o rehacer o reformular pero con la misma base, porque nos trajeron unas ideas que nos parecieron interesantes."

La opinión del Sr. Tco. Qco. Claudio Salvador

También entrevistamos al Sr. Tco. Qco. Claudio Salvador, quién es miembro de la comisión directiva de la Asociación Química Argentina (AQA). Actualmente es Profesorero y colaborador en la organización de las jornadas.



Figura 8. Tco. Qco. Claudio Salvador, miembro de la comisión directiva de la Asociación Química Argentina (AQA).

Qué nos dijo sobre la asociación

"La asociación tiene más de 105 años de existencia y organiza congresos de química desde 1919. En ese primer congreso tuvo una enorme cantidad de trabajos y de áreas, entre ellos, la educación en química en la Argentina. Entonces podría decirse que, desde hace un siglo ya era importante para la asociación, la educación en química."

La Asociación Química Argentina es la única con reconocimiento internacional y gran trayectoria. Brinda cursos destinados a profesionales de la industria, por donde pasan centenares de personas. También organiza congresos que apuntan al área de investigación. Los últimos congresos han sido en la sede."

Qué nos dijo sobre eventos que organiza la AQA

"Éstos son importantes en muchos sentidos, primero porque son espacios de encuentro de gente muy distinta, por ejemplo, en los cursos, gente de la industria; en los congresos, científicos y en este en particular, docentes e investigadores de todas partes y segundo porque se intercambian experiencias y se enriquecen los trabajos. Al margen de lo bueno que sean todas las actividades virtuales hoy, los encuentros presenciales son fundamentales. Entonces estas jornadas sirven para contactarse, enriquecerse, difundir, etc."

Qué nos dijo sobre los talleres

"El cambio de modalidad de conferencias a talleres ha sido bien recibido por el público en general. Sin adelantarnos tanto, podría llegar a decir que estas jornadas han sido un éxito."

MOMENTOS DE ENCUENTRO

Como ya lo expresaron nuestros colegas en las entrevistas, los congresos, y en especial estas jornadas, brindan la posibilidad de reencontrarnos una vez más, esto es sumamente importante para nuestro grupo de trabajo ya que en el Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC) participamos y colaboramos investigadores y docentes de diferentes puntos del país (Figura 9).



Figura 9. Álvaro Lemos (UBA), Germán Sánchez (UNL), Marina Masullo (UNC), Gabi Lorenzo (UBA), Tere Quintero (UNRC), Ana Basso (UNC) y Andrea Farré (UNRN).

Las/os integrantes del CIAEC participamos activamente de las jornadas: la directora del Centro, Dra. M. Gabriela Lorenzo, formó parte de la comisión organizadora, y además presentamos tres pósters (Figura 10)

y un taller (Figura 11). Esta modalidad nos permitió poner en debate nuestras investigaciones con colegas, enriqueciéndonos con las perspectivas aportadas allí.

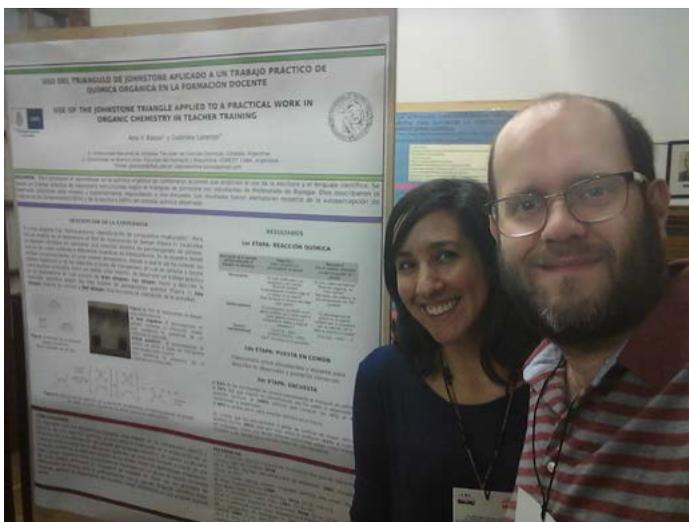


Figura 10. Nuestra participación en la sesión de poster, Germán Sánchez (UNL) y Ana Basso (UNC).

El taller presentado fue el denominado “La química en la tele y viceversa: el caso Breaking Bad y el Profesor White” a cargo de la Dra. Irene Cambra Badii (UBA – CONICET) y la Dra. M. Gabriela Lorenzo (UBA – CONICET). En ese espacio se propuso una estrategia para trabajar aspectos de la química y de su enseñanza a partir de la reconocida serie Breaking Bad (Estados Unidos, 2008-2013, Figura 11 Derecha). Utilizando al cine como disparador finalmente se reflexionó y debatió sobre la propia práctica docente y sus diferentes aspectos en la enseñanza de la química.

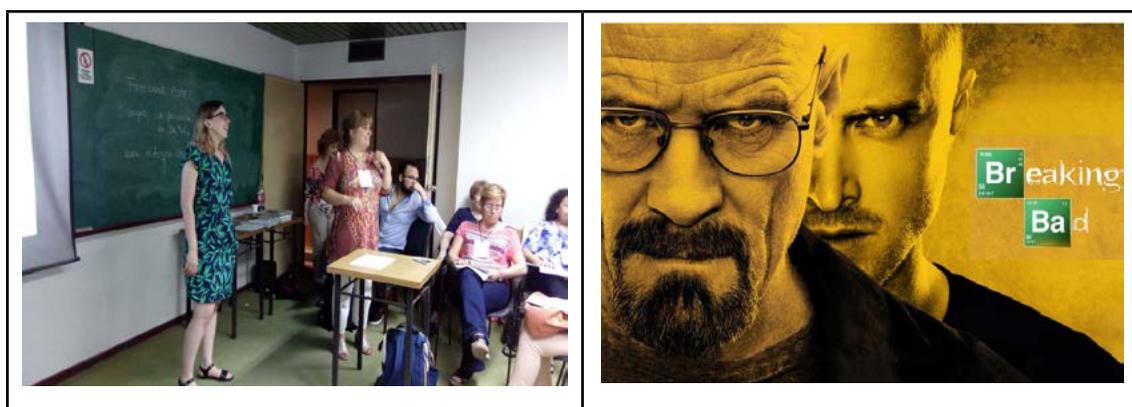


Figura 11. Izquierda: Momentos vividos en el Taller a cargo de Dras. Irene Cambra Badii y M. Gabriela Lorenzo (UBA-CONICET). Derecha: Afiche de la serie Breaking Bad alusivo al taller “La química en la tele y viceversa: el caso Breaking Bad y el Profesor White”.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

A modo de cierre, nos gustaría realizar una breve reflexión respecto de este tipo de eventos. Creemos que la existencia de espacios de encuentro, discusión y reflexión de las prácticas educativas no se debe a la mera existencia de los educadores, sino a varios factores:

- En primer lugar, se requiere de un grupo de personas comprometidas a la realización de este tipo de reuniones, lo que implica trabajo, esfuerzo, dedicación y mucha voluntad para llevarlo a cabo, sin lugar a duda, sin el comité organizador, estas jornadas no se hubieran llevado a cabo.
- Segundo, las instituciones que dan cobijo a las ideas de quienes se dan a la tarea de la organización, que apoyan y dan la estructura para que las mismas tomen forma.
- Por último, un conjunto de personas interesadas en la temática, que invierten una gran cantidad de dinero personal para asistir, a fin de capacitarse, actualizar sus conocimientos y presentar lo que acontece en cada una de sus aulas.

Invitamos al lector a seguir participando de las diferentes iniciativas que existen en nuestro país con el fin de fortalecer la Educación en la Química.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros entrevistados, quienes con muchísimo entusiasmo participaron y compartieron sus opiniones.

VENTANA AL MUNDO, DESTINO: DOS CONGRESOS EUROPEOS

12th Conference of the European Science Education Research Association y X Congreso Internacional sobre Investigación en la didáctica de las ciencias

Reseña realizada por la Dra. María Gabriela Lorenzo, Universidad Nacional de Buenos Aires-Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica-CONICET y Lic. Germán Hugo Sánchez, Universidad Nacional del Litoral-CONICET.

E-mails: glorenzo@ffyb.uba.ar, gsanchez@fbc.unl.edu.ar

Cada cuatro años, ocurre la celebración casi simultánea de dos de los congresos más importantes cuando se habla de didáctica de las ciencias y su investigación: la conferencia de la Asociación Europea de Investigación en Didáctica de las Ciencias (ESERA por sus siglas en inglés) y el congreso que organiza la prestigiosa revista Enseñanza de las Ciencias.



CONFERENCIA DE ESERA: DESTINO DUBLÍN

La Asociación Europea de Investigación en Didáctica de las Ciencias (<https://www.esera.org/>) fue fundada en 1995 y desde entonces organiza cada dos años uno de los eventos más importantes para los

investigadores en esta área: la conferencia ESERA. En 2017 fue celebrada la 12va. Conferencia, teniendo lugar durante una semana (del 21 de agosto hasta el 25 de agosto) en la ciudad de Dublín, capital de la República de Irlanda. Esta conferencia fue coorganizada en conjunto por la Universidad de la Ciudad de Dublín (DCU-Dublin City University) y la Universidad de Limerick (University of Limerick).

En esta oportunidad, hubo diferentes modalidades de participación, dentro de ellas, se podían presentar trabajos originales como parte de sesiones de presentaciones orales o póster interactivo (con la posibilidad de presentar hasta tres diapositivas) o la organización de simposios.

Estos trabajos (992 en total) se encontraban subdivididos en las 18 líneas de interés propuestas por la ESERA. En la tabla 1 se presentan la frecuencia de trabajos según la línea en cuestión.

Tabla 1. Ejes temáticos ESERA Conference 2017

Línea	Comunicaciones en sesiones orales	Posters
Learning Science: Conceptual Understanding	54	24
Learning Science: Cognitive, Affective, and Social Aspects	61	28
Science Teaching Processes	32	10
Digital Resources for Science Teaching and Learning	34	19
Teaching-Learning Sequences as Innovations for Science Teaching and Learning	18	14
Nature of Science: History, Philosophy and Sociology of Science	42	7
Discourse and Argumentation in Science Education	38	26
Scientific Literacy and Socio-scientific Issues	43	14
Environmental, Health and Outdoor Science	51	17
Science Curriculum and Educational Policy Curriculum development.	32	9
Evaluation and Assessment of Student Learning and Development	29	13
Cultural, Social and Gender Issues in Science and Technology Education	29	12
Pre-service Science Teacher Education	66	26
In-service Science Teacher Education, Continued Professional Development	59	19
Early Years Science Education	18	5
Science in the Primary School	23	7
Science Teaching at the University Level	29	9
Methodological Issues in Science Education	4	1
Summer School	-	61

Durante la reunión, se presentaron 662 trabajos en sesiones orales, 260 con la modalidad poster, 12 simposios externos y 10 simposios de revistas invitadas. Además, se contó con la presentación de 62 trabajos en formato póster correspondiente a participantes de la Escuela de Verano de la Asociación (<https://www.esera.org/summer-school>), estos trabajos surgen de la discusión de resultados de jóvenes doctorandos que se encuentran desarrollando tesis sobre educación científica.

Como puede verse más abajo, en la Figura 1, las líneas con mayor cantidad de trabajos presentados (36,5%) correspondieron a las Líneas: L13. *Formación inicial de docentes de ciencia*, L2. *Aprendiendo ciencia: Aspectos cognitivos, afectivos y sociales*, L1. *Aprendiendo Ciencia: Entendimiento conceptual* y L14. *Formación en ejercicio de docentes en ciencia*, lo que pone en evidencia el interés a nivel mundial por la formación y la capacitación de los profesores de ciencia y las interrelaciones entre la afectividad y el contexto social en el aprendizaje de las ciencias.

En el extremo opuesto, las líneas con menor cantidad de trabajos dan pistas sobre áreas emergentes en las que ha comenzado a incursionar las investigaciones en didáctica de las ciencias, como es el caso de la enseñanza de las ciencias en niños pequeños (L15) y en educación primaria (L16). Que haya habido sólo cinco trabajos en un total de 992, que abordaran cuestiones metodológicas para la enseñanza de las ciencias (L18) quizá merezca un análisis más completo.

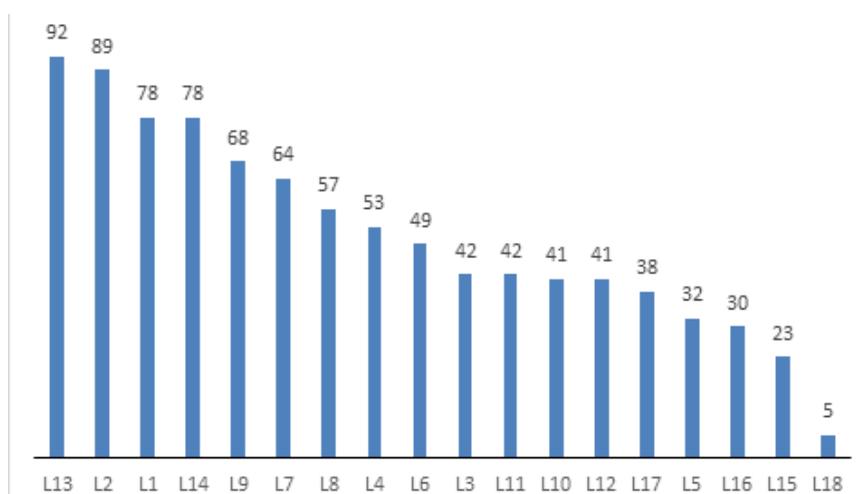


Figura 1. Cantidad de trabajos presentados por Línea

Si bien es uno de los congresos más importantes de la especialidad, con la participación de 1500 investigadores de todo el mundo, la Argentina quedó representada por seis participantes, entre ellos, los autores de este informe, en representación del CIAEC, el Dr. Agustín Aduriz-Bravo

(CeFIEC-UBA) y la Dra. Leticia García de la Universidad Nacional de Córdoba.

Todos los trabajos aceptados y presentados a la conferencia tienen la posibilidad de ser ampliados para la publicación de un libro de actas que será publicado en el futuro cercano.



Figura 2. Argentinos en Dublín participantes de la ESERA Conference 2017

CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN LA DIDÁCTICA DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: DESTINO SEVILLA

Actualmente el congreso organizado por la Revista Enseñanza de las Ciencias se celebra cada cuatro años (<http://ensciencias.uab.es/>) en colaboración con instituciones universitarias españolas. Su primera edición fue en el año 1985.

En 2017, estuvo coorganizado por la Universidad de Sevilla y la Universidad de Almería con sede en la ciudad de Sevilla del 5 al 8 de septiembre y correspondió al X Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas "La investigación en Didáctica de las Ciencias. Logros del pasado y retos del futuro".

La organización planteó tres desafíos a modo de invitación a la reflexión sobre temas urgentes para la enseñanza de la ciencia:

Desafío 1: ¿Cómo reducir la brecha entre investigación y práctica docente?

Desafío 2: ¿Qué educación científica es relevante en el contexto científico actual?

Desafío 3 ¿Qué educación científica es relevante en el mundo actual? que incluía dos subtemas: ¿Qué educación científica es relevante en un mundo tecnológico? y ¿Qué educación científica es relevante en un mundo en decrecimiento?

El congreso contó con una apertura de conmemoración a cargo de la Dra. Mercé Izquierdo Sanmartí, quien se encargó de recordar los nueve congresos pasados, junto con una breve reseña sobre la historia de la revista. Se realizaron cuatro "Diálogos" y una "Tertulia" correspondientes con los desafíos propuestos, entre los disertantes estaban los doctores Carla Zembal-Saul, José López Barneo, María Pilar Jiménez Aleixandre, Eduardo García, Antonio Turiel, Yishay Mor, Neus Sanmartí, César Bona, Rafael López Gay y Melina Furman.

La conferencia inaugural titulada "Investigación en Didáctica de las Ciencias y Compromiso con el Cambio Educativo y Social" estuvo a cargo del Dr. Rafael Porlán; mientras que la conferencia de cierre estuvo a cargo del Dr. Norman Lederman titulada "The increasing importance of nurturing scientific literacy in a changing global community".



Figura 3. Conferencia de cierre

Teniendo en cuenta que los idiomas oficiales del evento eran el español, el portugués y el inglés, para las conferencias, tertulias y debates se contó con una aplicación de doblaje simultáneo y Wi-Fi para poder escuchar en directo la misma.

Los trabajos podían presentarse bajo modalidad poster con una defensa oral de la comunicación presentada o a través de la conformación de simposios temáticos (entre tres y cinco trabajos de un mismo tema).

En esta ocasión, el congreso tuvo un elevado estándar de evaluación para las propuestas de trabajos a cargo de un comité internacional. De

un total de 1500 comunicaciones presentadas, solo fueron aceptadas 900. En la tabla 2 se presentan el número de comunicaciones y simposios por línea/desafío.

Como puede verse allí, las líneas con mayor cantidad de trabajos correspondieron al Desafío 1 ¿Cómo reducir la brecha entre investigación y práctica docente?; la Línea 2 Educación científica en contextos formales en Educación Secundaria; la Línea 6 Formación inicial y permanente de profesorado de Educación Secundaria y Universidad, la Línea 7 Educación Ambiental y la Línea 14 Diseño, implementación y evaluación de programas y propuestas didácticas.

Tabla 2

Desafío/Línea	Comunicaciones - Pósters	Simposios (Comunicaciones)
Desafío 1 ¿Cómo reducir la brecha entre investigación y práctica docente?	32	6 (24)
Desafío 2 ¿Qué educación científica es relevante en el contexto científico actual?	7	5 (22)
Desafío 3a ¿Qué educación científica es relevante en un mundo tecnológico?	9	2 (9)
Desafío 3b ¿Qué educación científica es relevante en un mundo en decrecimiento?	4	3 (14)
Línea 1 Educación científica en contextos formales en Educación Infantil y Educación Primaria	41	-
Línea 2 Educación científica en contextos formales en Educación Secundaria	56	-
Línea 3 Educación científica en contextos no formales, informales y virtuales	26	1 (4)
Línea 4 Educación científica en la universidad.	39	1 (4)
Línea 5 Formación inicial y permanente de profesorado de Educación Infantil y Educación Primaria	38	4 (12)
Línea 6 Formación inicial y permanente de profesorado de Educación Secundaria y Universidad	118	3 (11)
Línea 7 Educación Ambiental	57	2 (10)
Línea 8 Historia y naturaleza de la ciencia	41	4 (18)
Línea 9 Aprendizaje de las ciencias	57	1 (4)
Línea 10 Progresiones de aprendizaje y modelización	13	4 (18)
Línea 11 Lenguaje y argumentación	30	2 (8)
Línea 12 Educación científica en contexto y controversias sociocientíficas	23	-
Línea 13 Interdisciplinariedad, globalización y complejidad	18	4 (15)
Línea 14 Diseño, implementación y evaluación de programas y propuestas didácticas	70	1 (4)
Línea 15 Educación científica y género	12	-

Entre otras participaciones de integrantes de nuestro equipo, el CIAEC tuvo la responsabilidad de organizar dos simposios:

- I. "Recursos visuales en la comunicación de las ciencias" en el marco de la línea temática: 13.
- II. "El conocimiento didáctico del contenido en los contextos iberoamericanos. En la huella de Andoni Garritz" en el marco del desafío 1. ¿cómo reducir la brecha entre investigación y práctica docente?

I. El primero atendió a las interacciones entre diferentes dispositivos visualmente sensibles que participan en la construcción de las ciencias naturales. Esta dialéctica, entre el objeto representativo y las ideas o fenómenos a los que refiere, se convierte en la base para el desarrollo del conocimiento científico. Es decir que, como parte de un lenguaje científico, los recursos visuales son herramientas para el pensamiento, facilitan la creación de nuevos significados y permiten la transmisión de conceptos de una generación a otra. Muchos de ellos, se integran entre sí en el marco de ciertos modelos teóricos que operan con un conjunto de normas rigurosas y reglas específicas para su interpretación, lo que los convierte en verdaderos sistemas de representación externa. Existen por tanto, variados recursos visuales, a los cuales recurren los científicos en su labor de hacer ciencia; pero también, forman parte de los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias en cuanto son imprescindibles para la comunicación entre estudiantes y profesores durante las prácticas educativas mientras se intenta construir significados compartidos.

En este simposio nos propusimos reflexionar y debatir sobre distintos aspectos en los que intervienen diferentes recursos visuales y la forma en que estos recursos se construyen, se transforman y hasta se naturalizan durante la comunicación de las ciencias.

El trabajo *El abordaje de cuestiones bioéticas en la enseñanza de las ciencias naturales y de la salud a través del cine*, de Irene Cambra Badii, Gabriela Lorenzo y Juan Fariña, de la Universidad de Buenos Aires y CONICET, exploraba las interrelaciones entre el cine y las prácticas de investigación que incluyen experimentación con seres vivos desde la bioética y cómo son mostradas y percibidas por los estudiantes. Desde la perspectiva de la naturaleza de la ciencia, se cuestiona sobre los potenciales beneficios del cine para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

La ponencia, *La imagen de las ciencias en el diseño curricular y su incidencia en la formación de profesores de biología*, de Andrea Pacífico de

la Universidad Nacional del Litoral, indagaba sobre los recorridos que se proponen desde los documentos curriculares hacia la explicitación de las ideas de las metaciencias, en la última reforma de los planes de estudio para la carrera de formación de profesorado de Biología de nivel secundario en Santa Fe, Argentina.

El trabajo *La importancia del contexto para el uso efectivo de imágenes en el aula universitaria*, de Norma González de la Universidad Nacional de La Plata, se enfocaba en la comunicación que se promueve a través de los entornos virtuales de aprendizaje para analizar los diferentes recursos visuales con fines educativos para la enseñanza universitaria de la Histología.

Por último, la ponencia de Ignacio Idoyaga y Gabriela Lorenzo, de la Universidad de Buenos Aires y CONICET, *La información en gráficos cartesianos. Procesamiento conceptual e influencia del contenido*, buscaba explorar el nivel de procesamiento de la información gráfica alcanzado por estudiantes de un curso universitario de Física y evidenciar la influencia del contenido representado.

El circuito transitado por los distintos aportes de este simposio, mostró la relevancia de las imágenes, en sus diferentes formatos, categorías y soportes, en diferentes aristas de la conceptualización científica. Se puso en evidencia un complejo entramado donde los recursos visuales atraviesan disciplinas como la Física y la Histología, y se integran con otras como la Bioética y las Metaciencias. Estos diversos lenguajes de representación están presentes en todos los niveles educativos e intervienen de manera crucial en los procesos de aprendizaje científico a lo largo y a lo ancho de este nuevo mundo multicultural en el que habitamos.

II. Hace ocho años atrás, surgía la idea de armar el Primer Simposio sobre los Avances iberoamericanos del conocimiento didáctico del contenido para presentarlo en el VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, que se celebraba Barcelona en septiembre 2009. Con la coordinación general del Profesor Andoni Garritz, fue tal el éxito que alcanzó la convocatoria que fue necesario desdoblarse el simposio en dos partes. Así, la Parte I. Teoría y afectividad se orientó hacia los aspectos teóricos del concepto del conocimiento didáctico del contenido y se incorporaba una nueva dimensión para el análisis relacionado con las particularidades emocionales y afectivas del modelo. Mientras que en la Parte II. Ejemplos de captura se incluían resultados empíricos obtenidos de la investigación. En aquel entonces participamos investigadores de tres países (España, México y Argentina).

Mucha agua ha corrido desde entonces y el modelo del conocimiento didáctico del contenido fue fructificando como programa de investigación

en lengua castellana y demostró una gran potencialidad como estrategia versátil y efectiva para la formación y la capacitación de los docentes. Resulta apropiado entonces, realizar un balance que recorra una vez más, el camino transitado desde aquel primer simposio, para reconocer los logros y para plantearnos nuevos desafíos.

Como miembros activos de la Red Latinoamericana de Enseñanza de las Ciencias, en esta oportunidad presentamos este simposio con dos objetivos fundamentales:

- Rendir un merecido homenaje a nuestro querido mentor, Andoni Garritz, quien fuera nuestro maestro y guía en el campo de la didáctica de las ciencias y nos abriera las puertas acerca del modelo del conocimiento didáctico del contenido.
- Compartir con la comunidad de investigadores de didáctica de las ciencias, los avances producidos en la línea de investigación bajo el modelo del conocimiento didáctico del contenido presentando y debatiendo trabajos realizados en suelo americano.

Dos de los trabajos *Explorando el cambio del conocimiento didáctico del contenido con profesores de física de bachillerato* (Viviana Melo, Colombia) y *Visión de futuros profesores de física hacia la planificación de clases como herramienta para utilizar el Conocimiento Pedagógico del Contenido* (Carla Hernández, Chile), describían los resultados obtenidos en programas formativos del profesorado de física en cuanto a la modificación de su conocimiento didáctico del contenido.

Por su parte, los trabajos *El conocimiento pedagógico del contenido y la enseñanza del enlace químico en el bachillerato* (Kira Padilla, México); *La práctica docente en el laboratorio universitario y el conocimiento didáctico del contenido de química inorgánica* (Germán Sánchez, Héctor Odetti y Gabriela Lorenzo, Argentina) empleaban una metodología de análisis de casos para documentar el CDC de profesores en activo de química, en los dos primeros y de un profesor en formación de ciencias naturales en el tercero.

En su totalidad, los trabajos abordaban y describían diferentes aspectos del CDC de los profesores de ciencias, ofrecen alternativas para el trabajo en el aula y muestran la potencialidad de esta línea de investigación.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

La participación en este tipo de reuniones siempre es una excelente oportunidad para actualizar nuestros saberes sobre el tema, compartir

con colegas y reencontrarnos con amigos de todo el mundo. Nos permite a su vez medir nuestras propias producciones y capacidades en el contexto más amplio del escenario internacional.

En ambos congresos pudo verse una importante participación de colegas brasileños, y por supuesto, una participación masiva de investigadores latinoamericanos en el congreso celebrado en Sevilla aunque dicha participación tuvo una representatividad escasa en roles destacados de la reunión lo que motivó algunas críticas entre los asistentes quienes reclamaban un mayor protagonismo que reconociera la excelente calidad de las investigaciones que en el campo de la didáctica de las ciencias se desarrollan en nuestro territorio.

En este sentido, la visibilidad de los trabajos que se llevan a cabo en nuestro país es un tema central para el reconocimiento a nivel internacional y también, a nivel nacional. Si bien, asistir a estas reuniones implica un alto costo económico, los beneficios para el grupo de investigación impactan en el mediano plazo, por lo que vale la pena hacer el esfuerzo. Y otro punto importante, que no siempre suele ser tenido en cuenta, es que los libros de resúmenes suelen actualmente estar disponibles on-line de manera gratuita en las páginas Web de los congresos, lo cual es un recurso inestimable para conocer los principales avances y las tendencias hacia donde nos lleva la investigación en didáctica de las ciencias alrededor del mundo, destino: el futuro.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los proyectos que financiaron nuestra participación: CONICET PIP N° 11220130100609CO, ANPCYT-FONCYT PICT-2015-0044, UNL-PROMAC 2017-18.

Congresos, Jornadas y Seminarios de Aquí y Allá...

Informe elaborado por Dra. Andrea S. Farré, Universidad Nacional de Río Negro, Sede Andina.

IV CONGRESO LATINOAMERICANO DE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

Organizado por la Red Latinoamericana de Didáctica de las Ciencias (REDLAD)

Envío de comunicaciones: Hasta 15 de Noviembre de 2017

24 al 26 de Enero de 2018, San José, Costa Rica.

<http://www.colaidici.una.ac.cr/es/>

X CONGRESO INTERNACIONAL DIDÁCTICAS DE LAS CIENCIAS

XV TALLER INTERNACIONAL SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Organizado por el Ministerio de Educación de la República de Cuba

2 al 6 de Abril de 2018, La Habana, Cuba.

<http://www.didadcienc.com/>

V CONGRESO INTERNACIONAL DE DOCENTES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA Y JORNADAS SOBRE INVESTIGACIÓN Y DIDÁCTICAS STEM (CIENCIA, TECNOLOGÍA, INGENIERÍA Y MATEMÁTICAS)

Organizado por el Colegio Profesional de la Educación de la Comunidad de Madrid (CDL), la Editorial Santillana, la Universidad Complutense de Madrid (UCM) y el Grupo de Investigación "Epinut" de la UCM.

Inscripción y presentación del resumen de las ponencias: Hasta 15 de Enero de 2018

17 al 20 de Abril de 2018, Facultad de Educación, Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España

<http://www.epinut.org.es/CDC/5/index.htm>

VII CONGRESO NACIONAL y V INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Políticas y prácticas de producción y circulación de conocimiento. A 20 años del primer congreso de investigación educativa en la Universidad Nacional del Comahue

Organizado por la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional del Comahue

18 al 20 de Abril de 2018, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Nacional del Comahue, Cipolletti, Río Negro

Informes: congresoinvestigacionface@gmail.com

<http://faceweb.uncoma.edu.ar/2012/index.php>

VI JORNADAS NACIONALES Y II LATINOAMERICANAS DE INGRESO Y PERMANENCIA EN CARRERAS CIENTÍFICO – TECNOLÓGICAS (IPECyT)

Organizadas por la Facultad de Ingeniería, Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires

Envío de resúmenes y trabajos completos: Hasta 02 de Marzo de 2018

18 al 20 Mayo de 2018, Olavarría, Argentina.

<http://www.fio.unicen.edu.ar/ipecyt2018/>

IV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS SIEC 2018

Un congreso online de investigación en enseñanza de las ciencias

Organizado por la Universidad de Vigo.

Envío de comunicaciones: Hasta 15 de Marzo de 2018

11 a 14 de Junio 2018.

<http://siec2018.org/>

XIII CONGRESO DE TECNOLOGÍA EN EDUCACIÓN Y EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA 2018 TE&ET

Organizado por Facultad de Cs Exactas y Tecnología, UNT

Envío de trabajos: hasta el 23 de abril de 2018

14 y 15 de junio de 2018, Facultad de Cs Exactas , Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones. Posadas, Misiones

teyet2018@fceqyn.unam.edu.ar

II WORKSHOP DE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES Y EXPERIMENTALES/ II WIDICINYE

Organizado por el Consorcio de Grupos de Investigación en Educación en Ciencias Naturales (CONGRIDEC) y la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral. Auspiciado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica y Cátedra UNESCO.

Incluye Escuela de Otoño

27 al 29 de Junio de 2018, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina

Informes: congridec@gmail.com

25TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CHEMISTRY EDUCATION (ICCE 2018)

Organizado por el Chemistry Education Group de la University of Sydney y el Royal Australian Chemical Institute.

Envío de resúmenes: Hasta 19 de Febrero de 2018

Inscripción temprana: Hasta 26 de Marzo de 2018

10 al 14 de Julio de 2018, University of Sydney, Sydney, Australia.

<http://www.icce2018.org/>

25TH BIENNIAL CONFERENCE ON CHEMICAL EDUCATION

Organizada por University of Notre Dame

Envío de resúmenes: Hasta 20 Febrero de 2018

29 de Julio al 2 de Agosto de 2018, University of Notre Dame in South Bend

<http://bcce2018.org/>

XVIII REQ 18 - REUNIÓN DE EDUCADORES EN LA QUÍMICA

Organizada por la Universidad Nacional de Río Cuarto y ADEQRA

6 al 8 de Agosto de 2018, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Córdoba.

28 ENCUENTROS DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

Iluminando el cambio educativo

Organizados por el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidade da Coruña y promueve la Asociación Española de Profesores e Investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales (ÁPICE)

Incluye 4ª Escuela Doctorado antes de los Encuentros: 3 al 4 de Septiembre 2018 (**Envío de propuestas:** Hasta el 19 de Marzo de 2018)

Envío de trabajos: de 15 de Diciembre de 2017 a 28 de febrero de 2018

5 al 7 de Septiembre 2018, Facultade de Ciencias da Educación. Campus de Elviña s/n. 15071 A Coruña, España

<http://www.udc.es/28edce/>

10mo CONGRESO DE CIENCIAS QUÍMICAS, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN, QUIMICUBA' 2018 y 33º CONGRESO LATINOAMERICANO DE QUÍMICA CLAQ 2018

Organizado por la Sociedad Cubana de Química (SCQ) y la Federación Latinoamericana de Asociaciones Químicas (FLAQ)

Fecha límite de envío de resúmenes y solicitud de inscripción: 20 de Julio de 2018

9 al 12 de Octubre del 2018 en La Habana, Cuba.

<http://www.chemistrycuba.com/>

Pedido de aportes: Si los lectores han participado de algún evento y quieren reseñarlo o si quieren difundir alguna reunión científica, pueden escribir a asfarre@unrn.edu.ar

18 REQ XVIII

Invitamos a participar de la **XVIII Reunión de Educadores en la Química (REQ XVIII)**, a realizarse los días **6, 7 y 8 de agosto de 2018 en la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC)**, Río Cuarto, provincia de Córdoba.

El evento es organizado conjuntamente por la Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química de la República Argentina (ADEQRA) y el Departamento de Química de la Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales de la UNRC.

La REQ propicia el intercambio y la cooperación entre educadores e investigadores en ciencias, para diseñar acciones tendientes al mejoramiento de la enseñanza de la Química en todos los niveles de la educación. Es un espacio de actualización y perfeccionamiento docente, que posibilita estrechar vínculos entre docentes e investigadores e intercambiar vivencias y saberes que contribuyen al enriquecimiento mutuo.

En breve, se presentará la primera circular de la reunión con mayores datos. El correo electrónico para comunicarse por el evento es info18reqxviii@gmail.com

Los esperamos en Río Cuarto para continuar intercambiando conocimientos y buenos momentos.

Marcela S. Altamirano
*Vicepresidente del Comité
organizador REQXVIII*

Teresa del C. Quintero
Presidente ADEQRA

Para profundizar

Compuestos de coordinación... ¿tan complejos? <i>Silvana Irene Torri, Silvia Catán y Erika Pacheco Rudz</i>	5
--	---

Para reflexionar

¿Cómo nos pueden ayudar las simulaciones en el tema ácido-base?: detección de problemas de aprendizaje y posibles secuencias de enseñanza <i>Andrés Raviolo y Andrea S. Farré</i>	27
--	----

Actitudes de estudiantes hacia los trabajos prácticos de química analítica <i>Marcela Alejandra Sadañoski y Jeannette Baumann</i>	42
--	----

De interés

Caracterización de los trabajos prácticos de laboratorio de química analítica <i>Jeannette Baumann y Marcela Sadañoski</i>	52
---	----

El Premio Nobel de Química 2016.....	60
--------------------------------------	----

Ideas para el aula

Enseñando química con significado en secundaria a partir de pinturas y disolventes <i>Isabel Aurora Velázquez y María Gabriela Lorenzo</i>	73
---	----

¡A lavar los platos! Elaboración de jabón <i>Ana V. Basso y María Gabriela Lorenzo</i>	90
---	----

Juguemos a la tabla periódica <i>Patricia Carabelli y Andrea S. Farré</i>	105
--	-----

Un poco de historia

De una fábrica química pionera a la nueva sede del gobierno de la ciudad de Buenos Aires <i>Claudio Salvador</i>	117
---	-----

Informaciones y novedades

Debates sobre la educación científica en la tierra del sol y del buen vino <i>César Nahuel Moya y Germán Hugo Sánchez</i>	137
--	-----

Voces y miradas sobre la enseñanza de la química <i>Ana Valentina Basso y Germán Hugo Sánchez</i>	144
--	-----

Ventana al mundo, destino: dos congresos europeos. <i>María Gabriela Lorenzo y Germán Hugo Sánchez</i>	157
---	-----

Congresos, Jornadas y Seminarios de Aquí y Allá <i>Andrea S. Farré</i>	167
---	-----