

Educación en la Química

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

ISSN 2344-9683

Volumen 24
Número 2
2018

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 Buenos Aires)

Co-editora

M. Gabriela Lorenzo

(Universidad de Buenos Aires-CONICET)

Colaboradora

Andrea S. Farré

(Universidad de Río 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



ADEORA, Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química de la República Argentina, Personería Jurídica Nº 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 la Asamblea celebrada en el 18 REQ, el 7 de agosto de 2018, se ratificó la nueva comisión directiva, que quedó conformada de la siguiente manera:

Presidente: Teresa Quintero (UNRC)

Vicepresidente: Miriam Gladys Acuña (UNaM)

Secretaria: Anabela Flores (UNRC)

Prosecretaria: Ana Basso (UNC)

Tesorera: Marcela Susana Altamirano (UNRC)

Vocal 1º: Sandra Hernández (UNS- Titular)

Gladys Acuña (UNM- Suplente)

Vocal 2º: Germán Sánchez (UNL -Titular)

Andrea Farré (UNRN- Suplente)

Revisores de Cuentas:

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

2º: Marina Mansullo (UNC)

3º: Héctor Odetti (UNL)

Contacto: adeqrariocuarto@gmail.com

Editorial

NUESTRO ADIÓS AL DR. FAUSTINO F. BELTRÁN

Rosa María Haub y María Gabriela Muñoz

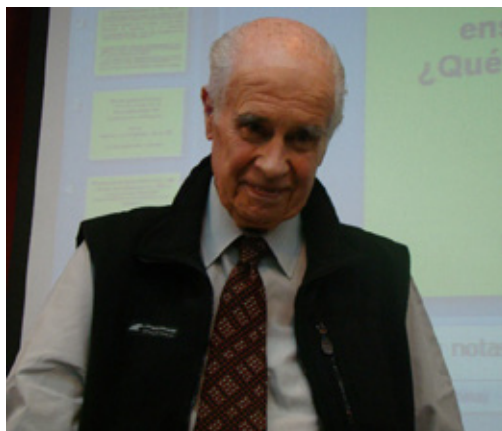
El 17 de septiembre falleció a los 88 años el Dr. Faustino F. Beltrán. Maestro, Profesor y Doctor en Química, dedicó su vida a la docencia y a la formación de nuevos docentes. Reconocido en distintos ámbitos como referente en la Enseñanza de la Química, fue ante todo un excelente ser humano, justo, honesto, siempre fiel a sus ideales. ADEQRA lo recuerda como uno de sus más apreciados socio y colaborador.

Como despedida, recordamos algunas palabras pronunciadas en su homenaje, durante la XV REQ (Reunión de Educadores en la Química):

Se sentía orgulloso de ser Maestro. Su frase favorita era "Enseñar es elegir". Frase que utilizaba en cursos de futuros profesores, refiriéndose a la permanente selección de contenidos y metodología que debe hacer el docente frente a cada grupo humano con el que trabaja. Y generalmente la complementaba diciendo: Vivir es elegir y en este recorrido eligió esforzarse para alcanzar objetivos claros y socialmente valiosos, eligió educar durante toda su vida y, además, educar con su propia vida.

Según sus palabras: "Era una persona agradecida a la vida por la suerte que tuvo de nacer en una casa en la que existían sólidos principios morales, hábitos de trabajo y una biblioteca."

Muchas anécdotas pueden servir de ejemplo, pero basta alguna como muestra de su integridad; "en cierta oportunidad renunció a un cargo muy importante en un proyecto del ministerio de Educación, porque un acomodado político entró a reemplazar a uno de los integrantes del equipo original, a pesar del perjuicio económico que esa decisión le ocasionara."



Nos inculcó que hay que sembrar por los que no siembran, ya que los profesores tenemos que sembrar el deseo de aprender y aguardar esperanzados los frutos de los que pocas veces seremos testigos presenciales. Que las huellas que podemos dejar en el corazón del otro son para toda la vida, porque aquellos valores en los que creemos, y que defendemos e inculcamos son para siempre. Aún después de muchos años solo tenemos que cerrar los ojos para recordar el rostro de ese docente tan especial que afectó nuestra vida de una manera profunda. O tal vez como en esta oportunidad podamos rendirle nuestro homenaje.

Además de lo expresado destacamos su humildad, su generosidad para brindar posibilidades de trabajo y su amor a esta profesión. Como ex-alumnas y como colegas solo sentimos admiración y agradecimiento profundos hacia Faustino.

Para profundizar

UNA VISIÓN ACTUAL AL MUNDO DE LOS "SURFACTANTES" Y LOS SISTEMAS ORGANIZADOS

Cristian C. Villa¹, Fernando Moyano², Juana J. Silber², R. Darío Falcone², N. Mariano Correa^{2*}

1.Universidad del Quindío, Programa de Química, Carrera 15 Calle 14 Norte, C.P. 630004 Armenia, Colombia.

2.Universidad Nacional de Río Cuarto, Departamento de Química, Universidad Nacional de Río Cuarto, Agencia Postal #3. C.P. X5804BYA Río Cuarto, Argentina.

E-mail: mcorrea@exa.unrc.edu.ar

Resumen: Las micelas inversas son agregados supramoleculares que se forman al disolver moléculas anfifílicas ("surfactantes") en solventes de baja polaridad. En ellos, la parte polar se ubica hacia el interior mientras que las colas hidrocarbonadas se extienden hacia el solvente orgánico no polar. Las vesículas, son otro tipo de agregados supramoleculares que se forman al disolver surfactantes en agua, donde una bicapa encierra un volumen de agua que puede atrapar diferentes solutos solubles en dicho solvente o, solubles en la bicapa no polar. Tanto las micelas inversas como las vesículas conforman lo que se denomina sistemas organizados. Los surfactantes cataniónicos, son la clase de anfifilo que resultan de la mezcla equimolar de algún surfactante aniónico y otro catiónico, donde se han removido completamente los contraiones. En esta divulgación se realizará una crónica de los sistemas organizados y las moléculas que los forman.

Palabras clave: Sistemas Organizados, Surfactantes Cataniónicos, Química Sostenible, Micelas Inversas, Vesículas.

A current vision of the surfactant and organized systems world.

Abstract. Reverse micelles are supramolecular assemblies of surfactants formed in nonpolar solvents, in which the polar head groups of the surfactants point inward and the hydrocarbon chains point toward to the nonpolar medium. Vesicles are spherical aggregates formed in water, in which the bilayer surrounds an aqueous void volume that can be "loaded" with a wide variety of water-soluble marker or non-polar molecules. Catanionic surfactants are a class of amphiphile which result from the equimolar mixture of a cationic and an anionic surfactant, where the salt formed by the counterions is removed. In this contribution we will introduce the concepts of different organized media and, the kind of molecules that form this kind of systems.

Keywords: Organized System, Catanionic Surfactants, Green Chemistry, Reverse Micelles, Vesicles.

INTRODUCCIÓN

El siglo XXI sorprende a nuestro planeta en una conflictiva y ardua lucha entre dos tendencias muy marcadas. Por un lado, hay una sociedad de consumo invasivo vinculada a un crecimiento a tasas aceleradas de la población que tiende a destruir y agotar los recursos naturales sobre los cuales se encuentra basada la vida. Por otro, se realizan grandes esfuerzos que tienen como último fin revertir estos comportamientos e introducir gradualmente prácticas sustentables que garanticen el bienestar de futuras generaciones (Rothenberg, 2008).

Las ciencias, y en particular la química, son responsables de gran parte del desarrollo que condujo a incrementar la calidad de vida de los seres humanos. Nuestra vida cotidiana, enmarcada en ámbitos como el hogar, el trabajo y atravesada fuertemente por dimensiones centrales como la salud, está permanentemente utilizando productos provenientes de la industria química. Sin embargo, la problemática central en este desarrollo fue que los químicos, durante mucho tiempo, sólo se preocuparon en sintetizar compuestos y materiales determinados con propósitos específicos sin problematizar, poner en el centro de la discusión y ser conscientes del daño que la producción y aplicación de muchos de estos generaba en el ambiente (Halpern y col., 2008). multiscala spatial model to synthesize 17 global data sets of anthropogenic drivers of ecological change for 20 marine ecosystems. Our analysis indicates that no area is unaffected by human influence and that a large fraction (41%).

Afortunadamente, en los últimos años, la industria química ha intentado introducir gradualmente en el conjunto de sus procesos la filosofía que caracteriza a la Química Sostenible (*Green Chemistry*), entendida como "el diseño, desarrollo e implementación de productos o procesos químicos cuya intención brega por la reducción o eliminación completa del uso y/o generación de sustancias con alto grado de peligrosidad". El desafío contemporáneo de los químicos radica en el desarrollo creativo e innovador de compuestos, sistemas y metodologías orientadas a mejorar la calidad de vida minimizando los efectos adversos para la salud humana y el ambiente (Anastas y Kirchhoff, 2002; Anastas y Warner, 1998).

En este contexto, el interés por utilizar sistemas supramoleculares, en diferentes campos como la industria alimenticia, cosmética y farmacéutica ha crecido enormemente durante el transcurso de las últimas décadas (Chatzidaki y col., 2017) "ISBN": "1520-5827 (Electronic. El término supramolecular, hace referencia a aquellas estructuras que involucran agregados de moléculas y/o iones que se mantienen unidos por interacciones no covalentes, tales como electrostáticas, puentes de hidrógeno (puente de H), fuerzas de dispersión y efectos solvofóbicos (J. -M Lehn, 1990; 2002). as well as catalysis and transport. In combination with polymeric organization, they open ways towards molecular and supramole-

cular devices for information processing and signal generation. The development of such devices requires the design of molecular components performing a given function (e.g., photoactive, electroactive, ionoactive, thermoactive, or chemoactive). Estos sistemas supramoleculares autoensamblados (también conocidos como medios organizados) existe un cierto "orden" en las entidades que los conforman. La existencia de distintos microentornos en estos sistemas, es una de las características principales que permiten que los mismos sean utilizados en diferentes áreas, como por ejemplo en catálisis química, hidrólisis enzimática, electrosíntesis orgánica y en síntesis de nanopartículas, entre otras. Particularmente, la nanomedicina se ha convertido en los últimos años en uno de los campos más promisorios con respecto a las diversas aplicaciones de los sistemas organizados donde, por ejemplo, se estudian y utilizan frecuentemente para el transporte de fármacos (*drug delivery system*) a través del organismo (Gaucher y col., 2010). Asimismo, vale resaltar las características biomiméticas que presentan estos sistemas, dado que pueden conformar "modelos simplificados" que simulan el comportamiento de estructuras altamente complejas como lo son las membranas biológicas (Dutta y col., 2017). "ISSN": "15205207"; "abstract": "Interactions with surfactant molecules can significantly alter the structure of interfacial water. We present a comparative study of water–surfactant interactions using two different spectroscopic approaches: water at planar surfactant monolayers by sum frequency generation (SFG).

¿Qué son los sistemas organizados autoensamblados?

Los sistemas organizados representan un conjunto de agregados supramoleculares que, aunque difieren entre sí, comparten características concernientes a la orientación, agregación y formación de estructuras. Generalmente estos sistemas se forman por la asociación de moléculas en un medio fluido, que en la mayoría de los casos es agua. También pueden formarse por el agregado de un tercer o cuarto componente, resultando en sistemas binarios, terciarios o cuaternarios, respectivamente. Las soluciones que contienen sistemas organizados, son soluciones "microheterogéneas" ya que, aunque a simple vista presentan una sola fase, a nivel microscópico están formadas por dos o más fases. Asimismo es importante destacar que la mayoría de los sistemas microheterogéneos, son soluciones ópticamente transparentes, isotrópicas y termodinámicamente estables, requerimientos necesarios para el desarrollo de estudios espectroscópicos (Myers, 2006).

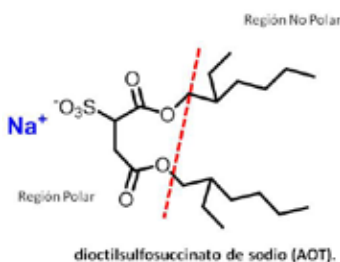
¿Qué clase de moléculas son capaces de formarlos?

Los surfactantes, del inglés *surfactant* (*surface active agent*), son moléculas anfifílicas que se identifican por tener dos grupos que difieren marcadamente en la propiedad de solubilizarse en solventes de diferente polaridad. Estas dos partes también reciben comúnmente el nombre de

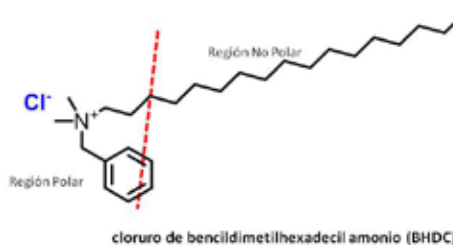
cabeza y cola, para indicar respectivamente la parte polar y no polar de la molécula. Generalmente la parte no polar de los surfactantes está constituida por cadenas hidrocarbonadas lineales o ramificadas usualmente mayores a 8 átomos de carbono, en ocasiones asociadas a anillos aromáticos. La parte polar de la estructura está constituida habitualmente por grupos con carga eléctrica neta, tales como los grupos carboxilato y amonios o en el caso de los surfactantes no iónicos por cadenas de polióxido de etileno, entre otros (Bourrel y Schechter, 1988). Los surfactantes pueden clasificarse según su estructura química en agua y la carga de su cabeza polar en cuatro grupos: surfactantes aniónicos, catiónicos, no iónicos y zwitteriónicos. En la Tabla 1 se muestran algunas de las estructuras más representativas de cada uno de estos grupos de surfactantes (Menger y Keiper, 2000).

Tabla 1. Clasificación de surfactantes según la carga de su cabeza polar. (Villa, 2014)

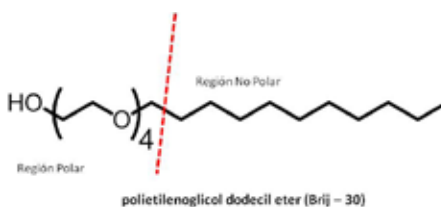
Surfactante aniónico: Presentan una carga (-) en su cabeza polar.



Surfactante catiónico: Presentan una carga (+) en su cabeza polar.



Surfactante no iónico: No presentan una carga neta en su cabeza polar.



Surfactante zwitteriónicos: Presentan cargas (-) y (+) en su cabeza polar.



¿Qué tipo de sistemas organizados pueden formar los "surfactantes"?

Los surfactantes se ensamblan espontáneamente en una gran variedad de estructuras: micelas directas, micelas inversas, microemulsiones, liposomas, bicapas, vesículas entre otras. El agregado lipídico que se constituye, su concentración, su forma y su tamaño dependen del solvente, y de la estructura de la molécula anfifílicas. Sus formas de organización son llamadas en conjunto *agentes imitadores de membrana* (Evans y Wennerström, 1994) (Fig. 1).

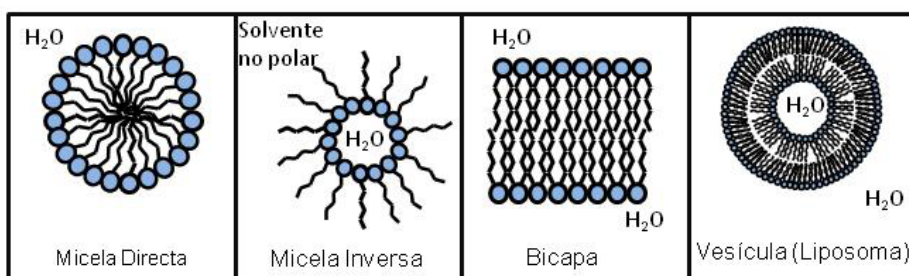


Figura 1. Representación esquemática de varios tipos de sistemas organizados (Villa, 2014).

Entre los diferentes sistemas organizados, que son de interés para las aplicaciones mencionadas, están las micelas inversas y las vesículas. A continuación, se describirá brevemente en qué consisten dichos sistemas:

Micelas Inversas

El proceso de agregación de los surfactantes en solventes no polares es complejo y depende de la naturaleza y concentración del surfactante, de su forma, de la naturaleza del contraión (en el caso de los surfactantes iónicos), de la temperatura, como así también de la naturaleza del solvente orgánico externo. En estos medios, la agregación es consecuencia principalmente de interacciones dipolo-dipolo y de par iónico entre las moléculas anfifílicas. Esto es diferente a lo que ocurre en un solvente polar como el agua en donde las fuerzas predominantes son repulsiones electrostáticas e interacciones hidrofóbicas. En las micelas inversas, el grupo polar se encuentra ubicado hacia el interior mientras que sus cadenas hidrocarbonadas se extienden hacia el exterior, donde se encuentra el solvente orgánico no polar, tal cual lo representa la Figura 2: (Correa y col., 2012)

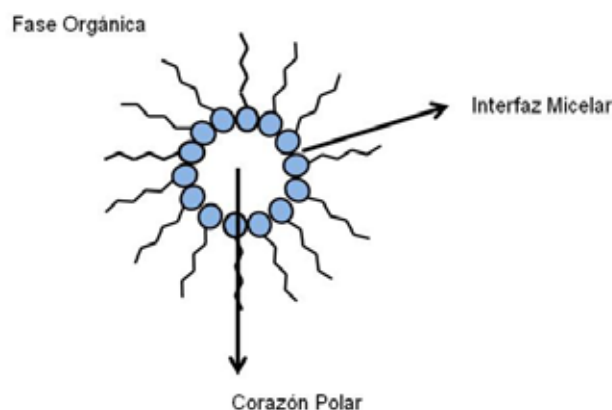


Figura 2. Representación esquemática de una micela inversa (Villa, 2014).

Corazón Polar: Es la región formada por el solvente polar encapsulado en el interior de la micela inversa. Por lo general, el solvente encapsulado es agua y el corazón polar es conocido como "laguna" acuosa (*water pool*). En los últimos años se ha avanzado en el estudio de las llamadas micelas inversas no acuosas, en las que el agua es reemplazada por otros solventes polares insolubles en el solvente orgánico externo tales como etilenglicol, formamida, glicerol, propilenglicol, N,N-dimetilformamida, N,N-dimetilacetamida y diferentes líquidos iónicos hidrofílicos. (Falcone y col., 2009; Correa y col., 2012)

Interfaz Micelar: Es la región del agregado que separa el corazón polar de la fase orgánica. En esta región se encuentran las moléculas de surfactante y algunas moléculas de agua o solvente polar, las cuales en la interfaz tienen propiedades que están condicionadas por la presencia del surfactante. De este modo, las propiedades de la interfaz varían según las condiciones del medio y, es la zona más interesante en la aplicación de las micelas inversas. Por este motivo es que resultan de vital importancia, las investigaciones tendientes a dilucidar las propiedades tan interesantes que presenta esta zona de las micelas inversas. (Silber, Biasutti, Abuin, y Lissi, 1999), (Correa et al., 2012)

Fase Orgánica: Por lo general, la fase orgánica externa está compuesta por un solvente que presenta en su estructura una extensa cadena hidrocarbonada como n-hexano, n-heptano, octano, iso-octano, etc. También es posible utilizar solventes aromáticos, como benceno, clorobenceno, tolueno y mezclas de solventes. En los últimos años también se ha avanzado en el uso de solventes biocompatibles como laurato de metilo y miristato de isopropilo, entre otros. (Silber y col., 1999; Agazzi y col., Falcone y col., 2011; for the first time, the effect of the composition of the nonpolar organic media on the benzyl-n-hexadecyl-dimethylammonium chloride (BHDCV. R. Girardi et al y col., 2014; 4-bis-2-ethylhexylsulfosuccinate (AOTGirardi y col., 2018; Weinheim. In the present

work we show how two biocompatible solvents, methyl laurate (MLEn un principio, se creía que esta fase no tenía ningún tipo de implicancia en las características de los sistemas organizados. Sin embargo, estudios recientes, han mostrado que esta fase tiene un rol fundamental en las interacciones entre las micelas, y así, en sus características. (Agazzi y col, 2011;for the first time, the effect of the composition of the nonpolar organic media on the benzyl-n-hexadecyl-dimethylammonium chloride (BHDC Florez Tabares y col., 2015).

Como ya se ha mencionado, las micelas inversas pueden solubilizar cantidades sustanciales de agua, y otros solventes polares, en diferentes solventes orgánicos, tales como hidrocarburos y solventes aromáticos. (Silber y col., 1999; Correa y col., 2012). El contenido acuoso puede variar experimentalmente en la micela inversa al cambiar la relación molar entre el agua encapsulada y el surfactante. Esta relación puede definirse como W_0 , tal como se muestra en la Ecuación 1: (Silber y col., 1999).

$$W_0 = \frac{[\text{agua}]}{[\text{surfactante}]}$$

Ecuación 1

El parámetro W_0 relaciona la cantidad de moléculas de agua incorporadas en el corazón de las micelas con la cantidad de moléculas de surfactante presentes en la misma. Sin duda el agua solubilizada en el corazón acuoso exhibe propiedades fisicoquímicas que difieren de aquellas que se presentan en agua pura (neta), que incluye la micropolaridad, la constante dieléctrica, el punto de congelación, la eficiencia de la transferencia del protón, y las interacciones puente de hidrógeno, entre otras. Estas propiedades, dependen, entre otras cosas, del valor de W_0 , el solvente orgánico externo, la temperatura y, el tipo de surfactante (Blach y col., 2011; Correa y col., 1995; Moyano y col., 2010).

Es importante destacar que las micelas inversas son capaces de solubilizar moléculas biológicas hidrofílicas, como por ejemplo enzimas en solventes orgánicos donde no serían solubles sin la presencia del surfactante (De y Maitra, 1995; Biasutti y col., 2008).

Uno de los surfactantes más utilizado para la preparación de micelas inversas es el bis-(2-etil-hexil) sulfosuccinato de sodio, NaAOT (Tabla 1). A continuación, se describen brevemente las características principales que hacen únicas a estas micelas.

Micelas Inversas de NaAOT

En la Tabla 1 se muestra la estructura del surfactante aniónico NaAOT, el cual posee dos cadenas de hidrocarburo ramificadas. Esta característica permite que NaAOT presente una alta relación entre el volumen de la

región hidrofóbica y el área superficial de cabeza polar, llevando a que este surfactante tenga una geometría ideal para la formación de este tipo de micelas. El NaAOT es atractivo como surfactante modelo porque no requiere de co-surfactantes para formar micelas inversas, además de ser no tóxico (Correa y col., 2012; De y Maitra, 1995).

El gran interés en este surfactante reside en la habilidad de formar micelas inversas capaz de solubilizar cantidades relativamente grandes de agua y otros solventes orgánicos polares. La cantidad máxima de agua que puede ser encapsulada en estas micelas depende, en principio de la temperatura y de la naturaleza química del solvente orgánico externo. Por ejemplo, en un solvente aromático como el benceno se puede alcanzar un W_0 máximo = 12, mientras tanto en un solvente alifático como el n-heptano el W_0 al que se puede llegar es cercano a 50 (Correa y col., 2012).

Diversos estudios han demostrado que las micelas inversas de NaAOT, son relativamente monodispersas y esféricas a bajas concentraciones de surfactante, en la mayoría de los solventes orgánicos evaluados. De igual manera, se ha encontrado que en sistemas como el formado por iso-octano/NaAOT/H₂O existe una relación lineal entre el radio del corazón polar (R_w) y el W_0 . Dicha relación puede expresarse con la Ecuación 2: (Agazzi y col., 2011; Correa y col., 2012; El Seoud y col., 2001; Novaki y col., 2000)

$$R_w \text{ (nm)} = 0,15 W_0 \quad \text{Ecuación 2}$$

Si además se incluye en la ecuación anterior la longitud de las cabezas polares del surfactante, se obtiene el llamado radio hidrodinámico (R_h) de las micelas inversas de NaAOT. (Ecuación 3).

$$R_w \text{ (nm)} = 1,17 + 0,15 W_0 \quad \text{Ecuación 3}$$

Con respecto a las propiedades del agua encapsulada en el corazón polar de las micelas inversas, se ha establecido que son diferentes a las del agua neta, y dependen considerablemente del W_0 . En el caso de $W_0 < 10$ se puede hablar de un agua fuertemente estructurada por puente de H con la interfaz, mientras que a $W_0 > 10$, la proporción de moléculas de agua que están interactuando con otras moléculas de agua aumenta con respecto a aquellas que lo hacen con la interfaz micelar. Esto denota que esos valores de W_0 , el agua encapsulada presenta características más similares a las del solvente neto (Baruah y col., 2006; Correa y col., 2012; Silber y col., 1999)

Por otro lado, mediante la inclusión de distintas sondas moleculares se ha podido establecer que la micropolaridad de la interfaz micelar incrementa con el aumento del contenido acuoso, hasta $W_0 \approx 10$. A partir de dicho W_0 , la micropolaridad de la interfaz se estabiliza, llegando a ser similar a la de un solvente polar como el glicerol (Correa y col., 1995). De igual manera, también se ha podido establecer que debido al tipo de

interacción entre el agua y la interfaz micelar, la micropolaridad y capacidad donora de electrones del agua encapsulada es superior a la del solvente neto (Quintana y col., 2009; Moyano y col., 2009).

Se ha encontrado que la composición del solvente orgánico externo es sumamente importante en el rol de las interacciones micela-micela, lo cual afecta la fluidez de la interfaz y, su tamaño. Por ejemplo, se ha estudiado el efecto del solvente externo sobre la interacción entre las micelas de NaAOT para el sistema n-heptano:benceno/NaAOT/H₂O. Para dicho sistema, se ha demostrado que aumentar la proporción de benceno "rigidiza" la interfaz micelar, disminuyendo de esta manera la interacción entre ellas y, su tamaño (Gutierrez y col., 2014; Hollamby y col., 2008; Salabat y col., 2008).

Micelas Inversas de BHDC

Otro surfactante utilizado en la formación de micelas inversas es el surfactante catiónico, cloruro de bencil-hexadecil-dimetilamonio, (BHDC, Tabla 1). Este surfactante presenta un rango de solubilidades más limitado que el mencionado anteriormente para NaAOT, ya que sólo se solubiliza en solventes aromáticos tales como benceno, clorobenceno y tolueno. En dichos solventes, las micelas inversas de BHDC puede llegar a encapsular agua hasta un $W_0 \approx 25$, sin la necesidad de adicionar un cosurfactante (Agazzi, Correa, y Rodriguez, 2014) at two different water/BHDC ratios ($W_0 = 5$ and $W_0 = 10$).

Aunque existen menos estudios realizados en este tipo de micelas inversas catiónicas, se ha demostrado que, al igual que en las micelas inversas de NaAOT, en los sistemas formados por BHDC, el agua encapsulada solo muestra características a las del agua neta a valores de W_0 relativamente altos ($W_0 > 10$). Asimismo, debido a la interacción ión-dipolo con la interfaz cargada positivamente de la micela, los electrones del agua no se encuentran tan disponibles, haciendo que el agua interfacial sea menos donora de electrones y más susceptible de formar puente de H, en comparación con el agua interfacial de las micelas inversas de NaAOT (Agazzi y col., 2011; Mcneil y Thomas, 1981; Novaira y col., 2007; Novaira y col., 2008) for the first time, the effect of the composition of the nonpolar organic media on the benzyl-n-hexadecyl-dimethylammonium chloride (BHDC).

Recientemente, se ha demostrado que, BHDC es capaz de formar micelas inversas en diferentes mezclas de solventes: alifáticos y aromáticos, lo cual es prometedor para la química sostenible. En el sistema n-heptano:benceno/BHDC/H₂O se observó que a un W_0 fijo se puede aumentar el tamaño de las micelas inversas, aumentando la proporción de n-heptano. De igual manera se observó que la micropolaridad de la interfaz cambia drásticamente con el aumento de la proporción de n-heptano. Estos resultados fueron atribuidos a que n-heptano desplaza las moléculas de benceno cercanas a

la cabeza polar del surfactante. Esto favorece la interacción agua-interfaz y permite un aumento en la micropolaridad y la interacción entre las micelas inversas. (Agazzi y col., 2014; 2011)for the first time, the effect of the composition of the nonpolar organic media on the benzyl-n-hexadecyl-dimethylammonium chloride (BHDC. Estos estudios permitieron modificar propiedades del agua encapsulada solo variando la composición externa del sistema micelar.

Vesículas

En los sistemas biológicos, las vesículas son pequeñas burbujas que se forman en el interior de la célula, por lo que pueden ser consideradas organelas. Estas vesículas están formadas por una bicapa lipídica que se puede formar naturalmente durante varios procesos, como por ejemplo el de la endocitosis celular. En 1961, A.D. Bangham reportó el descubrimiento de sistemas artificiales muy similares a las vesículas celulares. Bangham descubrió que los fosfolípidos pueden formar esferas en soluciones acuosas diluidas (Bangham y Horne, 1964)Academic Press Inc. (London. Desde entonces, estos sistemas que han pasado a ser conocidos como vesículas o liposomas, han sido el objeto varios estudios sistemáticos que han permitido entender su composición y comportamiento, además de permitir su aplicación en varias ramas de la química, biología y medicina (Šegota y Težak, 2006). Es necesario aclarar que en lo que se refiere a estos sistemas organizados, suele utilizarse el término liposoma para los sistemas formados por moléculas anfifílicas de origen natural, mientras que el término vesícula se aplica a los sistemas formados por anfifílos de origen artificial; los surfactantes más utilizados en la preparación de vesículas son los fosfolípidos. En la Figura 3 se muestra la estructura de algunos de los fosfolípidos más utilizados en la formación de vesículas (Lasic, 1995; New, 1997).

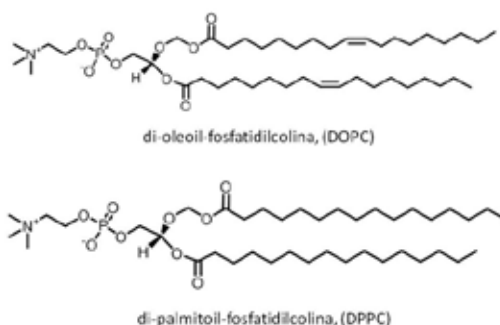


Figura 3. Estructura de algunos de los fosfolípidos más utilizados en la formación de vesículas (Villa, 2014).

Cuando las moléculas de fosfolípidos son disueltas en agua, forman espontáneamente una bicapa lipídica, la cual queda completamente ce-

rrada al suministrar energía al sistema. De esta manera, se obtiene un sistema esférico y cerrado constituido por una bicapa lipídica que atrapa parte del agua en la que se encuentran dispersas. En la Figura 4 se muestra la representación esquemática de una vesícula (Lasic, 1995; New, 1997).

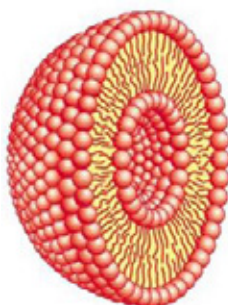


Figura 4. Representación esquemática del corte de vesícula donde se aprecia la bicapa (Villa, 2014).

Las vesículas se pueden clasificar por su carga superficial, forma y tamaño. La primera clasificación incluye vesículas catiónicas, aniónicas y no iónicas; estas últimas son conocidas como niosomas (Dou y col., 2013; Uchegbu y Vyas, 1998).

En cuanto a su estructura y tamaño, las vesículas pueden clasificarse en varios grupos. Una primera clasificación tiene que ver con el número de bicapas que conforma la vesícula. Las llamadas vesículas unilaminares están conformadas por una única bicapa, mientras que las vesículas multilaminares están conformadas por múltiples bicapas. (Menger y col., 1996; Šegota y Težak, 2006).

De acuerdo a su tamaño las vesículas pueden clasificarse de la siguiente manera:

Vesículas Multilaminares Grandes (M.L.V): Usualmente consisten en una población de vesículas en un amplio rango de tamaños (100-1000 nm), generalmente formadas por cinco o más bicapas concéntricas.

Vesículas Unilaminares Pequeñas (S.U.V): Éstas se encuentran en el límite de menor tamaño posible. Este límite varía con la fuerza iónica del medio y con la composición del lípido. La distribución de los fosfolípidos en estos sistemas organizados es de 1/3 en la parte interna y 2/3 en la monocapa externa por razones geométricas. El tamaño de estas vesículas es menor a 100 nm.

Vesículas Unilaminares Grandes (L.U.V): El diámetro de éstas está comprendido entre 100 y 500 nm. La distribución de los fosfolípidos es equitativa, así que la mitad de las moléculas se distribuyen en cada monocapa.

Vesículas Unilaminares Gigantes (G.U.V): El diámetro de éstas está comprendido entre 10 y 500 μm .

Vesículas Oligovesiculares (O.V.V): Son estructuras en las que un grupo de vesículas pequeñas están incorporadas en una vesícula más grande.

En la Figura 5 se muestra la diferente clasificación de las vesículas, de acuerdo a su tamaño. El tamaño, la polidispersidad, el potencial de superficie, el grado de ionización, la permeabilidad, la estabilidad y otras propiedades de las vesículas, dependen considerablemente del método de formación. Es importante destacar que, la mayoría de las aplicaciones en las que se usan las vesículas requieren un intervalo de distribución de tamaños pequeño y estabilidad física por largos periodos de tiempo. Esto se logra mayoritariamente, formando L.U.V. De ahí que este tipo de vesículas sea una de las más estudiadas (Šegota y Težak, 2006).

La mayoría de los fosfolípidos, naturales o sintéticos, forman una bicapa de manera espontánea a ser disueltos en agua y esta bicapa se cierra formando sistemas multilaminares grandes. Se han desarrollado varios métodos para transformar vesículas multilaminares en unilaminares; la mayoría de estos métodos requieren de equipamientos especiales y son difíciles de llevar a escalas más grandes que el laboratorio. Los métodos utilizados para la formación de vesículas unilaminares incluyen:

- Sonicación.
- Evaporación reversa desde un solvente orgánico.
- Diálisis.
- Métodos de filtración a altas presiones.

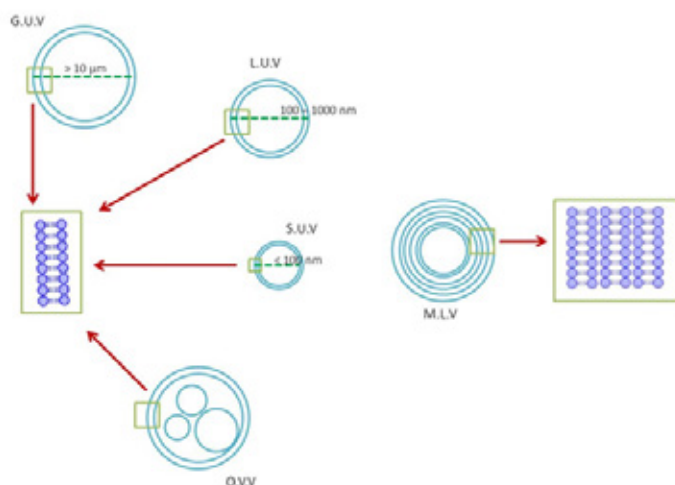


Figura 5. Clasificación de las vesículas según su estructura y tamaño (Villa, 2014).

El proceso de formación de vesículas unilaminares puede resumirse de acuerdo con el esquema mostrado en la Figura 6.

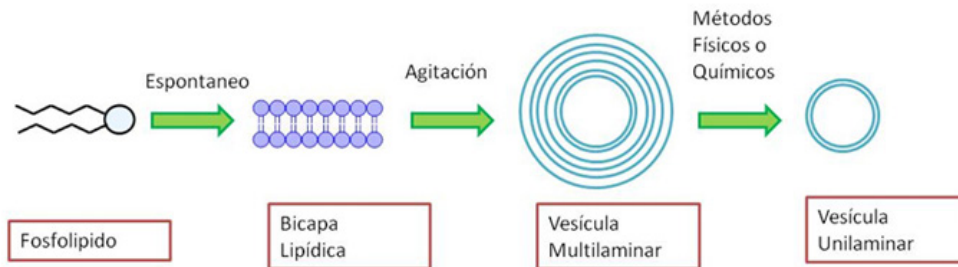


Figura 6. Proceso de formación de vesículas unilaminares (Villa, 2014).

Aún con la “dificultad” que puede llegar a tener sus métodos de formación, las vesículas han sido ampliamente utilizadas en diferentes ramas de la ciencia. Debido a su similitud con los sistemas biológicos, las vesículas han sido ampliamente utilizadas como agentes imitadores de membrana (Šegota y Težak, 2006). Lo atractivo de estos sistemas es que presentan la capacidad de encapsular tanto sustancias hidrofílicas en el corazón acuoso interno, como sustancias lipofílicas en la bicapa (Moyano y col., 2006; 2008; 2010 y 2013) 2-di-oleoyl-sn-glycero-3-phosphatidylcholine (DOPC). Además de esto, la bicapa de estas vesículas puede ser modificada fácilmente para hacerlas más estables ante las condiciones corporales. También es posible añadir modificaciones que permitan una interacción más fácil con la membrana celular. Esta característica las ha convertido en uno de los agentes más estudiados en el campo de la nanomedicina (Kraft y col., 2014). Sin embargo, todavía hay aspectos en los que las vesículas formadas por fosfolípidos no han podido ser aplicadas. Debido a que los fosfolípidos se metabolizan fácilmente en el organismo, hasta el momento se ha avanzado poco en el uso de vesículas como transportadores de medicamentos por vía oral (Kraft y col., 2014). Para mejorar esta situación se ha hecho necesario utilizar recubrimientos poliméricos que den más estabilidad a las vesículas frente a las condiciones del sistema digestivo, pero, la dificultad de estas modificaciones ha llevado a la búsqueda de nuevos surfactantes capaces de formar vesículas que no sean metabolizadas por los organismos vivos (Plapied y col., 2011).

En vista de todo esto, desde hace algunos años se ha puesto énfasis en la síntesis de nuevos surfactantes. Hoy en día la ciencia de los surfactantes es una de las disciplinas más importantes que está en continuo desarrollo, diseñando nuevas moléculas para propósitos específicos y nuevas aplicaciones tales como síntesis de nanopartículas, y una amplia variedad de productos amigables con el ambiente (Nave y col. 2002). Precisamente dentro de este grupo de nuevos tipos de surfactantes,

entran los llamados surfactantes cataniónicos, un tipo de moléculas anfífilas que han sido poco estudiadas y que presentan una serie de propiedades muy interesantes para futuras aplicaciones.

Surfactantes Cataniónicos

Los llamados surfactantes cataniónicos son mezclas de un surfactante aniónico y un surfactante catiónico (Villa y col., 2012, 2018; Villa y col., Correa, Silber, Moyano, y Falcone, 2015). En general este tipo de surfactantes puede clasificarse en dos categorías: la primera es el de las *mezclas cataniónicas*, en donde la mezcla de los surfactantes catiónicos y aniónicos mantiene la presencia de la sal inorgánica formada por sus contraiones originales. La segunda categoría es la de los "verdaderos" *surfactantes cataniónicos*, en donde se han mezclado el surfactante aniónico y catiónico y se ha eliminado la sal proveniente de los contraiones originales. Se puede decir que los surfactantes cataniónicos son sales complejas del tipo $C_m+C_n^-$, que resultan de la mezcla equimolar de un surfactante catiónico (C_m+X^-) y un surfactante aniónico (C_n-Y^+). Se diferencian de las mezclas cataniónicas en que la sal inorgánica ($X-Y^+$) ha sido eliminada; los surfactantes cataniónicos también son conocidos como mezclas cataniónicas "libres de sal" (*salt free*) (Silva y col. 2011; Villa y col., 2017) the absorption and emission behavior of the cationic hemicyanine trans-4-[4(dimethylamino.

Uno de estos surfactantes cataniónicos, que ha demostrado tener características únicas, es el formado por la mezcla equimolar de los surfactantes NaAOT y BHDC, al cual llamaremos BHD-AOT, tal cual lo muestra la Figura 7.

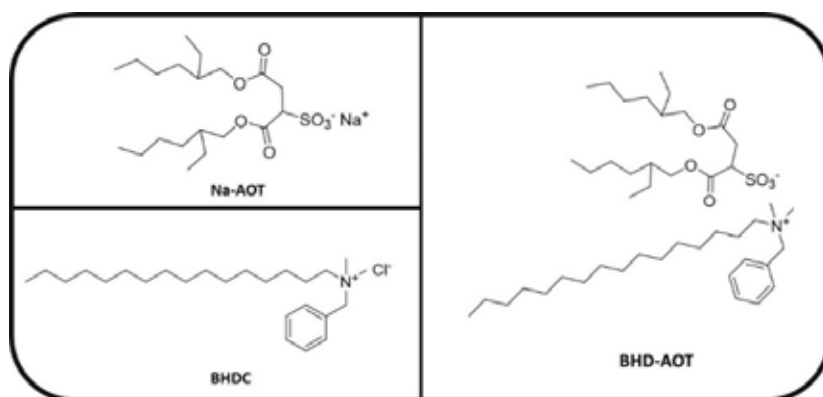


Figura 7. Estructura del surfactante cataniónico BHD-AOT y de sus precursores (Villa y col., 2018).

Lo interesante del BHD-AOT es que puede formar micelas inversas o, vesículas, dependiendo del solvente donde se lo disuelva. Si éste es de baja polaridad, como puede ser el benceno, forma micelas inversas y, si es agua, forma vesículas (Figura 8). Más aún, se ha demostrado que, las vesículas que se forman espontáneamente son grandes y unilamina-

res, lo cual ofrece una gran ventaja frente a los fosfolípidos, utilizados de manera tradicional. (Stagnoli y col., 2017; Villa y col., 2012; 2014).

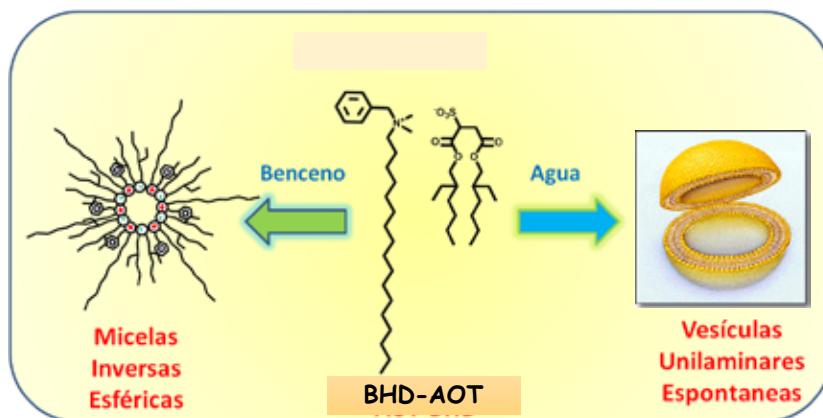


Figura 8. Diferentes sistemas organizados que puede formar el surfactante BHD-AOT

Perspectivas

En este artículo se ha pretendido introducir al lector al mundo de los surfactantes y los sistemas organizados que pueden formar, dependiendo del solvente que se utilice. En este sentido, se ha discutido acerca de las características y propiedades de las micelas inversas y las vesículas. Ambos sistemas organizados presentan un abanico casi infinito de aplicaciones, en diferentes ramas de la tecnología, como ser: la industria de los cosméticos, las pinturas, la alimenticia, la farmacéutica, entre otras. Más recientemente, se los ha empezado a utilizar en nanomedicina, sobre todo como posibles agentes transportadores de sustancias con actividad biológica, a organismos vivos. El surfactante catiónico BHD-AOT, además de ser biocompatible y formar vesículas unilaminares en agua de manera espontánea, es resistente al pH estomacal. Esto hace que dichas vesículas sean excelentes candidatas para utilizarlas como posible medio de transporte para la hormona insulina, utilizando una terapia oral. Como es sabido, actualmente los pacientes diabéticos insulino-dependientes deben administrarse la insulina a través de inyecciones subcutáneas, ya que la misma pierde su actividad biológica en soluciones ácidas, como las condiciones del estómago. Por ello, sería muy útil el uso de las vesículas catiónicas de BHD-AOT que contengan dosis de insulina, como una terapia oral alternativa. Dicha posibilidad está siendo investigada en este momento en nuestros laboratorios, con resultados altamente prometedores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agazzi, F. M., Correa, N. M., y Rodriguez, J. (2014). Molecular dynamics simulation of water/BHDC Cationic Reverse Micelles. Structural Characterization, Dynamical Properties, and Influence of Solvent on Intermicellar Interactions. *Langmuir*, 30(32), 9643–9653.
- Agazzi, F. M., Falcone, R. D., Silber, J. J., y Correa, N. M. (2011). Solvent blends can control cationic reversed micellar interdroplet interactions. the effect of n- heptane: Benzene mixture on BHDC reversed micellar interfacial properties: Droplet sizes and micropolarity. *Journal of Physical Chemistry B*, 115(42), 12076–12084.
- Anastas, P. T., y Kirchoff, M. M. (2002). Origins, current status, and future challenges of green chemistry. *Accounts of Chemical Research*, 35(9), 686–694.
- Anastas, P. T., y Warner, J. C. (1998). *Green chemistry : theory and practice*. Oxford: Oxford University Press.
- Bangham, A. D., y Horne, R. W. (1964). Negative staining of phospholipids and their structural modification by surface-active agents as observed in the electron microscope. *Journal of Molecular Biology*, 8, 660–668.
- Baruah, B., Roden, J. M. J. M., Sedgwick, M., Correa, N. M. M., Crans, D. C. D. C., y Levinger, N. E. N. E. (2006). When Is Water Not Water? Exploring Water Confined in Large Reverse Micelles Using a Highly Charged Inorganic Molecular Probe. *Journal of the American Chemical Society*, 128(13), 18–25.
- Biasutti, M. A., Abuin, E. B., Silber, J. J., Correa, N. M., y Lissi, E. A. (2008). Kinetics of reactions catalyzed by enzymes in solutions of surfactants. *Advances in Colloid and Interface Science*, 136(1–2), 1–24.
- Blach, D., Correa, N. M., Silber, J. J., y Falcone, R. D. (2011). Interfacial water with special electron donor properties: Effect of water-surfactant interaction in confined reversed micellar environments and its influence on the coordination chemistry of a copper complex. *Journal of Colloid and Interface Science*, 355(1), 124–130.
- Bourrel, M., y Schechter, R. S. (1988). *Microemulsions and related systems. Formulation, solvency and physical properties.*, *Surfactant Sci. Ser.* (vol 30). New York: Marcel Dekker.
- Chatzidaki, M. D., Papavasileiou, K. D., Papadopoulos, M. G., y Xenakis, A. (2017). Reverse Micelles As Antioxidant Carriers: An Experimental and Molecular Dynamics Study. *Langmuir*, 33(20), 5077–5085.

- Correa, N. M., Biasutti, M. A., y Silber, J. J. (1995). Micropolarity of reverse micelles of aerosol-OT in n-Hexane. *Journal of Colloid And Interface Science*, 172(1), 71–76.
- Correa, N. M., Silber, J. J., Riter, R. E., y Levinger, N. E. (2012). Nonaqueous polar solvents in reverse micelle systems. *Chemical Reviews*, 112(8), 4569–4602.
- De, T. K., y Maitra, A. (1995). Solution behaviour of Aerosol OT in non-polar solvents. *Advances in Colloid and Interface Science*, 59(C), 95–193.
- Dou, Y., Long, P., Dong, S., y Hao, J. (2013). Spontaneous transformation of lamellar structures from simple to more complex states. *Langmuir*, 29(42), 12901–12908.
- Dutta, C., Svirida, A., Mammetkuliyeu, M., Rukhadze, M., y Benderskii, A. V. (2017). Insight into Water Structure at the Surfactant Surfaces and in Microemulsion Confinement. *Journal of Physical Chemistry B*, 121(31), 7447–7454.
- El Seoud, O. A., Correa, N. M., y Novaki, L. P. (2001). Solubilization of pure and aqueous 1,2,3-propanetriol by reverse aggregates of aerosol-OT in isooctane probed by FTIR and ^1H NMR spectroscopy. *Langmuir*, 17(6), 1847–1852.
- Evans, D. F., y Wennerström, H. (Eds.). (1994). *The Colloidal Domain Where Physics, Chemistry, Biology, and Technology Meet* (1st ed.). New York: VCH.
- Falcone, R. D., Correa, N. M., y Silber, J. J. (2009). On the Formation of New Reverse Micelles : A Comparative Study of Benzene / Surfactants / Ionic Liquids Systems Using UV - Visible Absorption Spectroscopy and Dynamic Light Scattering. *Langmuir*, 25(37), 10426–10429.
- Florez Tabares, J. S., Correa, N. M., Silber, J. J., Sereno, L. E., y Molina, P. G. (2015). Droplet–droplet interactions investigated using a combination of electrochemical and dynamic light scattering techniques. The case of water/BHDC/benzene:n-heptane system. *Soft Matter*, 11(15), 2952–2962.
- Gaucher, G., Satturwar, P., Jones, M. C., Furtos, A., y Leroux, J. C. (2010). Polymeric micelles for oral drug delivery. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 76(2), 147–158.
- Girardi, V. R., Silber, J. J., Falcone, R. D., y Correa, N. M. (2018). Micropolarity and Hydrogen-Bond Donor Ability of Environmentally Friendly Anionic Reverse Micelles Explored by UV/Vis Absorption of a Molecular Probe and FTIR Spectroscopy. *ChemPhysChem*, 1–8.

- Girardi, V. R., Silber, J. J., Correa, N. M., Falcone, R. D. (2014). The use of two non-toxic lipophilic oils to generate environmentally friendly anionic reverse micelles without cosurfactant. Comparison with the behavior found for traditional organic non-polar solvents. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 457(1), 354–362.
- Gutierrez, J. A., Falcone, R. D., Lopez-Quintela, M. A., Buceta, D., Silber, J. J., y Correa, N. M. (2014). On the investigation of the droplet-droplet interactions of sodium 1,4-bis(2-ethylhexyl) sulfosuccinate reverse micelles upon changing the external solvent composition and their impact on gold nanoparticle synthesis. *European Journal of Inorganic Chemistry*, (12), 2095-2102.
- Halpern, B. S., Walbridge, S., Selkoe, K. A., Kappel, C. V., Micheli, F., D'Agrosa, C., ... Watson, R. (2008). A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, 319(5865), 948–952.
- Hollamby, M. J., Tabor, R., Mutch, K. J., Trickett, K., Eastoe, J., Heenan, R. K., y Grillo, I. (2008). Effect of solvent quality on aggregate structures of common surfactants. *Langmuir*, 24(21), 12235–12240.
- Kraft, J. C., Freeling, J. P., Wang, Z., y Ho, R. J. Y. (2014). Emerging research and clinical development trends of liposome and lipid nanoparticle drug delivery systems. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 103(1), 29–52.
- Lasic, D. D. (1995). *Liposomes: from physics to applications*. Amsterdam: Elsevier Science B.V.
- Lehn, J. -M. (1990). Perspectives in Supramolecular Chemistry—From Molecular Recognition towards Molecular Information Processing and Self-Organization. *Angewandte Chemie International Edition in English*, 29(11), 1304–1319.
- Lehn, J. M. (2002). Toward self-organization and complex matter. *Science*, (295), 2400-2403.
- Mcneil, R., y Thomas, J. K. (1981). Benzylhexadecyldimethylammonium chloride in microemulsions and micelles. *Journal of Colloid And Interface Science*, 83(1), 57–65.
- Menger, F., Lee, S., y Keiper, J. (1996). Differentiating unilamellar, multilamellar, and oligovesicular vesicles using a fluorescent dye. *Langmuir*, 12(1), 4479–4480.
- Menger, F. M., y Keiper, J. S. (2000). Gemini surfactants. *Angewandte Chemie - International Edition*, 39(11), 1906–1920. h

- Moyano, F., Biasutti, M. A., Silber, J. J., y Correa, N. M. (2006). New insights on the behavior of PRODAN in homogeneous media and in large unilamellar vesicles. *Journal of Physical Chemistry B*, 110(24), 11838–11846.
- Moyano, F., Falcone, R. F., Mejuto, J. C., Silber, J. J., y Correa, N. M. (2010). Cationic reverse micelles create water with super hydrogen-bond-donor capacity for enzymatic catalysis: Hydrolysis of 2-naphthyl acetate by ??-Chymotrypsin. *Chemistry - A European Journal*, 16(29), 8887–8893.
- Moyano, F., Molina, P. G., Silber, J. J., Sereno, L., y Correa, N. M. (2010). An Alternative Approach to Quantify Partition Processes in Confined Environments: The Electrochemical Behavior of PRODAN in Unilamellar Vesicles. *ChemPhysChem*, 11(1), 236–244.
- Moyano, F., Quintana, S. S., Falcone, R. D. D., Silber, J. J., Correa, N. M., Moyano, F., Correa, N. M. (2009). Characterization of multifunctional reverse micelles' interfaces using hemicyanines as molecular probes. i. effect of the hemicyanines' structure. *Journal of Physical Chemistry B*, 113(13), 4284–4292.
- Moyano, F., Setien, E., Silber, J. J., y Correa, N. M. (2013). Enzymatic hydrolysis of N-benzoyl- L -tyrosine p -nitroanilide by chymotrypsin in DMSO-water/AOT/ n-heptane reverse micelles. A unique interfacial effect on the enzymatic activity. *Langmuir*, 29(26), 8245–8254.
- Moyano, F., Silber, J. J., y Correa, N. M. (2008). On the investigation of the bilayer functionalities of 1,2-di-oleoyl-sn-glycero-3-phosphatidylcholine (DOPC) large unilamellar vesicles using cationic hemicyanines as optical probes: A wavelength-selective fluorescence approach. *Journal of Colloid and Interface Science*, 317(1), 332–345.
- Myers, D. (2006). *Surfactant science and technology* (3rd ed.). New Jersey: Jhon Wiley and Sons Inc.
- Nave, S., Eastoe, J., Heenan, R. K., Steytler, D., y Grillo, I. (2002). What is so special about aerosol-OT? Part III - Glutaconate versus sulfosuccinate headgroups and oil-water interfacial tensions. *Langmuir*, 18(5), 1505–1510.
- New, R. R. C. (Ed.). (1997). *Liposomes. A practical approach*. New York: Oxford University Press inc.
- Novaira, M., Biasutti, M. A., Silber, J. J., y Correa, N. M. (2007). New Insights on the Photophysical Behavior of PRODAN in Anionic and Cationic Reverse Micelles : From Which State or States Does It Emit ? *Journal of Physical Chemistry B*, 111(4), 748–759.

- Novaira, M., Moyano, F., Biasutti, M. A., Silber, J. J., y Correa, N. M. (2008). An example of how to use AOT reverse micelle interfaces to control a photoinduced intramolecular charge-transfer process. *Langmuir*, 24(9), 4637–4646.
- Novaki, L. P., Correa, N. M., Silber, J. J., Seoud, O. A. El, y El Seoud, O. A. (2000). FTIR and ^1H NMR Studies of the Solubilization of Pure and Aqueous 1, 2-Ethanediol in the Reverse Aggregates of Aerosol-OT. *Langmuir*, 16(c), 5573–5578.
- Odella, E., Falcone, R. D., Ceolín, M., Silber, J. J., y Correa, N. M. (2018). Structural Characterization of Biocompatible Reverse Micelles Using Small-Angle X-ray Scattering, ^{31}P Nuclear Magnetic Resonance, and Fluorescence Spectroscopy. *The Journal of Physical Chemistry B*, 122, 4366–4375.
- Plapied, L., Duhem, N., des Rieux, A., y Pr at, V. (2011). Fate of polymeric nanocarriers for oral drug delivery. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, 16(3), 228–237.
- Quintana, S. S., Moyano, F., Falcone, R. D., Silber, J. J., y Correa, N. M. (2009). Characterization of multifunctional reverse micelles' interfaces using hemicyanines as molecular probes. II: Effect of the surfactant. *Journal of Physical Chemistry B*, 113(19), 6718–6724.
- Rothenberg, G. (2008). *Catalysis : concepts and green applications*. Weinheim, Germany. Wiley-VCH.
- Salabat, A., Eastoe, J., Mutch, K. J., y Tabor, R. F. (2008). Tuning aggregation of microemulsion droplets and silica nanoparticles using solvent mixtures. *Journal of Colloid and Interface Science*, 318(2), 244–251.
- Šegota, S., y Težak, D. (2006). Spontaneous formation of vesicles. *Advances in Colloid and Interface Science*, 121, 51–75.
- Silber, J., Biasutti, A., Abuin, E., y Lissi, E. (1999). Interactions of small molecules with reverse micelles. *Advances in Colloid and Interface Science*, 82, 189–252.
- Silva, B. F. B., Marques, E. F., y Olsson, U. (2011). Aqueous phase behavior of salt-free catanionic surfactants: the influence of solubility mismatch on spontaneous curvature and balance of forces. *Soft Matter*, 7(1), 225–236.
- Stagnoli, S., Luna, M. A., Villa, C. C., Alustiza, F., Niebylski, A., Moyano, F., Correa, N. M., Falcone, R. D. (2017). Unique catanionic vesicles as a potential "Nano-Taxi" for drug delivery systems. In vitro and in vivo biocompatibility evaluation. *RSC Advances*, 7(9), 5372–5380.

- Uchegbu, I. F., y Vyas, S. P. (1998). Non-ionic surfactant based vesicles (niosomes) in drug delivery. *International Journal of Pharmaceutics*, 172(1-2), 33-70.
- Villa, C. C. (2014). *Tesis Doctoral en Ciencias Químicas: En la Búsqueda de Sistemas Organizados Inteligentes para ser Utilizados como "Nanoreactores."* Argentina: Universidad Nacional de Rio Cuarto.
- Villa, C. C., Correa, N. M., Silber, J. J., Moyano, F., y Falcone, R. D. (2015). Singularities in the physicochemical properties of spontaneous AOT-BHD unilamellar vesicles in comparison with DOPC vesicles. *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 17(26), 17112-17121.
- Villa, C. C., Moyano, F., Ceolin, M., Silber, J. J., Falcone, R. D., y Correa, N. M. (2012). A unique ionic liquid with amphiphilic properties that can form reverse micelles and spontaneous unilamellar vesicles. *Chemistry - A European Journal*, 18(49), 15598-15601.
- Villa, C. C., Silber, J. J., Correa, N. M., y Falcone, R. D. (2014). Effect of the Cationic Surfactant Moiety on the Structure of Water Entrapped in Two Catanionic Reverse Micelles Created from Ionic Liquid-Like Surfactants. *ChemPhysChem*, 15(14), 3097-3109.
- Villa, C. C., Silber, J. J., Falcone, R. D., y Correa, N. M. (2017). Subtleties of catanionic surfactant reverse micelle assemblies revealed by a fluorescent molecular probe. *Methods and Applications in Fluorescence*, 5(4), 44001.
- Villa, C. C., Solis, A. K. C., Stagnoli, S., Luna, M. A., Moyano, F., Molina, P. G., Silber, J. J., Falcone, R. D., Correa, N. M. (2018). *Anales de la Asociación Química Argentina*, 105(2), 179-209.

Para profundizar

ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA Y PRINCIPIOS DEL APRENDIZAJE MULTIMEDIA¹

Andrés Raviolo

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

E-mail: araviolo@unrn.edu.ar

Resumen. Este artículo trata acerca del rol esencial de las imágenes en el aprendizaje y en la enseñanza de la Química. Se presentan los fundamentos de la Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia, donde el término multimedia hace referencia a presentaciones o comunicaciones que incluyen palabras e imágenes orientadas a fomentar aprendizajes. Se describen 15 principios del aprendizaje multimedia que se desprenden de esta teoría, y se detallan sus aplicaciones para la enseñanza de la química. Estas consideraciones instan a reformular la planificación y acciones que los profesores llevamos adelante en la enseñanza.

Palabras clave: enseñanza de la química, imágenes, principios del aprendizaje multimedia.

Chemistry teaching and multimedia learning principles.

Abstract. This article deals with the essential role of images in the learning and teaching of Chemistry. The foundations of the Cognitive theory of multimedia learning are presented, the term multimedia referring to presentations or communications that include words and images oriented to promote learning. It describes 15 principles of multimedia learning that emerge from this theory, and explains its applications for the teaching of chemistry. These considerations promote the reformulation of the planning and actions that teachers carry out in teaching.

Keywords: teaching of chemistry, images, multimedia learning principles.

INTRODUCCIÓN

La química es una ciencia visual. Las imágenes juegan, cada vez más, un rol central en la construcción y divulgación del conocimiento científico. En palabras de Lemke (2002): "la ciencia no habla del mundo sólo con el lenguaje de las palabras; en muchos casos, sencillamente no puede hacerlo. El lenguaje natural de la ciencia es una combinación de palabras, diagramas, imágenes, gráficas, mapas, ecuaciones, tablas y otros formas de expresión visual y matemática".

¹ Una versión preliminar de este trabajo fue presentada como conferencia en la 18REQ 2018.

Los avances en las tecnologías de la comunicación y de la imagen hacen que podamos acceder a una gran cantidad y calidad de imágenes tanto estáticas como dinámicas. Ahora: ¿Incorporar imágenes a las palabras ayuda a las personas a aprender mejor? ¿Cómo se aprende química desde imágenes? ¿Qué hace que una imagen sea adecuada? ¿Cómo podemos realizar una enseñanza multimedia efectiva para lograr una mejor comprensión de conceptos químicos?

Para responder estas preguntas nos basaremos en de la Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia que tiene como principal mentor a Richard Mayer de la Universidad de California, Santa Bárbara. La premisa central de esta teoría es: "Se aprende más profundamente una información, un material, una lección, si es presentada con palabras e imágenes más que con palabras solas".

Como multimedia se hace referencia a presentaciones o comunicaciones que incluyen palabras e imágenes orientadas a fomentar aprendizajes. Se circunscribe a imágenes con fines educativos. Imágenes estáticas (como fotos y diagramas) o dinámicas (como animaciones y videos).

En su libro *Multimedia Learning* (2009), Mayer desarrolla de una manera amena y concisa esta teoría y, sobre una rigurosa evidencia empírica, formula 12 principios para apoyar el aprendizaje de material multimedia. Estos principios son especialmente aplicables cuando el material a ser comprendido es complejo y cuando el aprendiz no dispone, o tiene poco, conocimiento previo. Por ello la pertinencia de esta teoría para la química, porque es la situación que se presenta generalmente en su enseñanza.

Esta teoría se opone a la costumbre de asumir que el principal medio para transmitir información es la palabra (escrita o hablada). Insta a incluir imágenes en las presentaciones, a convertirlas en multimedia. Tres razones justifican esta premisa central:

- (1) Imágenes y palabras sobre un contenido no son equivalentes, no dan la misma información. No existe una medida de equivalencia del tipo "una imagen equivale a 1000 palabras", dado que no son redundantes, ni sustituibles. Más bien tienen una naturaleza complementaria, el significado de las palabras se modifica con las imágenes y las palabras dotan de sentido a las imágenes.
- (2) En nuestras mentes la información auditiva/verbal y la información visual/pictórica se retienen y procesan en canales diferentes. El hecho de procesar la información en más de un canal trae ventajas en capacidad, codificación y recuperación en nuestra memoria.
- (3) El esfuerzo cognitivo de integrar, en la memoria de trabajo,

palabra e imagen, representaciones verbales y pictóricas, y relacionarlas con el conocimiento previo, produce aprendizajes más profundos, que van más allá del recuerdo y permiten su aplicación o transferencia a otras situaciones o problemas.

La mente funciona con dos sistemas de procesamiento de la información, uno para material visual y otro para material verbal y dispone de tres tipos de memoria (sensorial, de trabajo y de largo plazo). La ventaja de procesar la información en dos canales no es algo netamente cuantitativo, sino más bien algo cualitativo, dado que no procesan el mismo material, la información verbal y pictórica no son redundantes. La comprensión profunda ocurre cuando el aprendiz puede construir conexiones significativas entre las representaciones verbales y pictóricas. Este modelo se esquematiza en la Figura 1:



Figura 1: Modelo cognitivo del aprendizaje multimedia (Mayer, 2009).

En una presentación de material multimedia, las palabras son escuchadas por los oídos o leídas por los ojos, las imágenes son vistas por los ojos. En la memoria sensorial se realiza la retención de imágenes y sonidos, atendiendo a la información relevante.

En la memoria de trabajo tiene lugar la actividad principal del aprendizaje, allí se lleva a cabo el procesamiento de la nueva información la cual se mantiene activa y temporariamente consciente (Figura 2). La memoria de trabajo, que permite tener la información que necesitamos mentalmente "a mano", tiene capacidad muy limitada y puede fácilmente sobrecargarse.

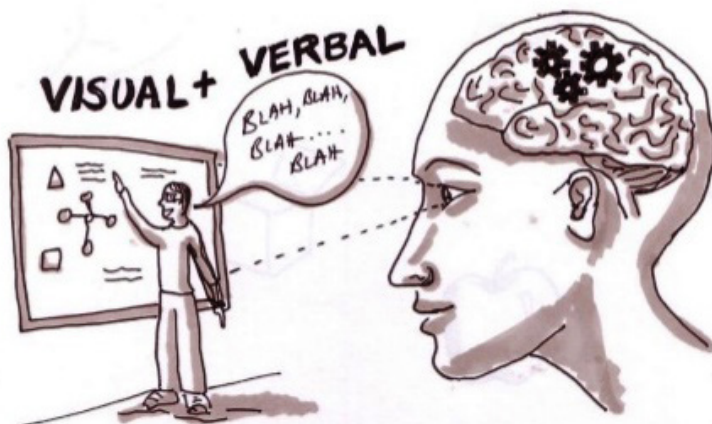


Figura 2: Integración activa de palabras e imágenes.

En la memoria de largo plazo se almacena la información proveniente de la memoria de trabajo. Esta memoria, que actúa como un depósito permanente de conocimientos, no tiene límites en su capacidad, ni en cantidad ni en tiempo. Para pensar sobre información almacenada en la memoria de largo plazo ésta debe ser traída a la memoria de trabajo.

En la memoria de trabajo las palabras escritas pueden convertirse en sonidos y las imágenes en palabra hablada. Allí se seleccionan sonidos e imágenes y se organiza la información seleccionada en representaciones mentales coherentes: modelo mental verbal y modelo mental pictórico. Se da sentido a la información integrando representaciones pictóricas con verbales y relacionándolas con el conocimiento previo. Para esta teoría, las personas no son receptores pasivos del contenido a aprender, por el contrario, se involucran activamente en procesar la información entrante con el objeto de construir modelos mentales de los conceptos nuevos.

Desde esta perspectiva, el conocimiento previo almacenado en la memoria de largo plazo se activa en el proceso de integración de las representaciones verbales y pictóricas. Esto da una nueva perspectiva para concebir y fomentar aprendizajes significativos. La falta de conocimiento previo sobre el tema puede implicar la falta de habilidad para identificar las estructuras relevantes en la visualización multimedia. Los aprendices con un alto nivel de conocimiento previo aportan a la memoria de trabajo información inclusiva que les permite integrar las representaciones. En cambio, los estudiantes con bajo nivel de conocimiento previo, pueden sobrecargar la memoria cuando enfrentan una tarea compleja que requiere relacionar representaciones múltiples.

Para que palabra e imagen se vinculen en un aprendizaje activo se tienen que poner en juego procesos cognitivos esenciales como: atender

o seleccionar el material relevante, organizar el material en representaciones coherentes, establecer conexiones entre las representaciones verbales y pictóricas e integrar el material al conocimiento existente. El aprendiz construye conocimiento en un proceso activo de aprendizaje, asentado en su esfuerzo de dar sentido a la información. Por su parte, el profesor apoya y/o fomenta esos procesos cognitivos relevantes, brinda las condiciones para un aprendizaje generativo orientado a construir relaciones mentales entre imágenes y palabras (Mayer, 2008).

La memoria de trabajo es limitada en número de informaciones y en tiempo que podemos retenerlas y manipularlas. No podemos operar con varias cosas a la vez, cosas que requieran nuestra participación activa, al menos que tengamos algunas automatizadas, agrupadas como una unidad de información. La percepción de que un material es complejo o no, estará dada, fundamentalmente, por el conocimiento previo, si es un novato o un especialista. Preparar una disolución, es una técnica, que involucra conceptos y procesos. Para un químico es una rutina, en cambio, para un novato no es una tarea sencilla, dado que el aprendizaje de esta técnica implica conocer también los conceptos involucrados (soluto, solvente, disolución, unidades de concentración, procedimientos de cálculo, materiales de laboratorio, instrumentos de medición). Para el novato esta actividad pone sobre su memoria de trabajo una cantidad de información que sobrepasa su capacidad, o exige que retenga la información por un tiempo excesivo. Como resultado, es muy probable que, inicialmente, presente dificultades en resolver problemas y desempeñarse en el laboratorio exitosamente.

No toda imagen es apropiada para fines educativos, las funciones comunicacionales de las imágenes se discuten en Clark y Lyons (2011) y los tipos de información que se extrae de una imagen se desarrollan en Raviolo (2018 a y b).

Las investigaciones en esta línea condujeron a la formulación de 12 principios del aprendizaje multimedia (Mayer, 2009), que para el caso del aprendizaje multimedia *e-learning* se complementaron con algunos otros principios más (Clark y Mayer, 2016). Cada uno de estos principios está fundamentado teóricamente y apoyado en una rigurosa evidencia experimental.

PRINCIPIOS DEL APRENDIZAJE MULTIMEDIA

Principio multimedia: Se aprende más profundamente una información si es presentada con palabras e imágenes más que con palabras solas. Cuando se presentan juntas palabras e imágenes el aprendiz tiene la oportunidad de construir modelos mentales verbales y pictóricos, y conexiones entre ellos. Cuando el material es presentado con palabras solas es menos probable que construya un modelo mental visual y que

haga conexiones con el modelo verbal. Esto es muy relevante en el caso de la química, donde generalmente el aprendiz tiene poco conocimiento del tema y, seguramente, necesitará ayuda para construir conexiones entre las representaciones verbales y pictóricas. Por ejemplo, sería muy difícil para un estudiante comprender el texto, sin la presencia de la imagen, de la Figura 3 proveniente del libro Química de Chang.

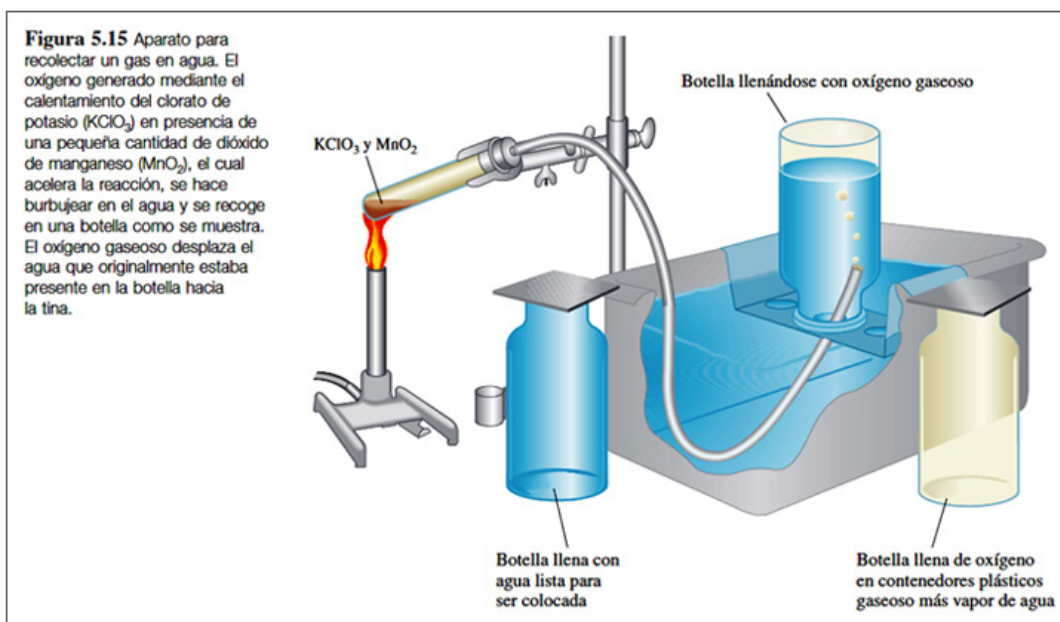


Figura 3: Complementariedad de imagen y palabra en una figura de libro de texto.

Los libros de texto de química a lo largo de los años evidencian un notable aumento en el número y calidad de las imágenes que han incorporado, con una mayor tendencia a cumplir funciones explicativas más que funciones decorativas (Raviolo, 2016). Entre estas imágenes se destacan los diagramas o dibujos esquemáticos (Raviolo, 2015), como los que aparecen en las figuras 3, 4 y 5.

Para el profesor, para un experto, escuchar las palabras "equipo o montaje de destilación" los remite a sus imágenes correspondientes, o cuando ven una imagen como la de la Figura 4 pueden ponerle palabras y explicarla. Con el novato no ocurre lo mismo. Un esquema de un montaje de laboratorio es percibido por un experto como una sola unidad de información; en cambio, un novato percibe muchas unidades de información, ve distintos materiales en forma independiente. Lo mismo le ocurriría a un profesor ante un montaje desconocido.

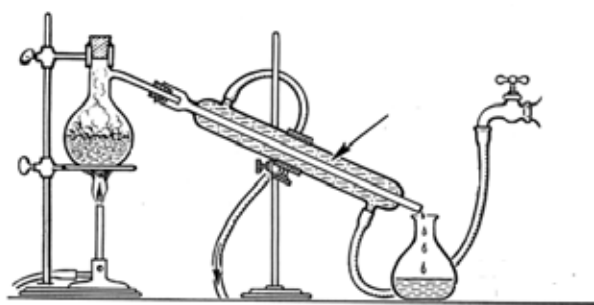


Figura 4: Imagen de un montaje de destilación.

Ante la presentación verbal de un contenido químico, puede pasar que el aprendiz no recurra a ninguna imagen, que procese solo información verbal y produzca un aprendizaje memorístico, con buenos resultados en pruebas de recuerdo, un conocimiento que olvidará pronto. O que asocie esas palabras a imágenes inadecuadas y genere concepciones alternativas. Las palabras "equilibrio químico dinámico" pueden ser asociadas a imágenes como una balanza de platillos en equilibrio. Cuando las palabras referidas al equilibrio químico son acompañadas solo de ecuaciones químicas con la doble fecha, los estudiantes pueden construir modelos mentales incorrectos, como los modelos del "equilibrio pendular", del "equilibrio estequiométrico", etc. (Raviolo, 2006). Si en la enseñanza no se presentan imágenes apropiadas del contenido es probable que el estudiante genere sus propias representaciones pictóricas, por ejemplo a través de metáforas o analogías, y dichas imágenes pueden no ser las más adecuadas para articular con las representaciones verbales y conduzca a un conocimiento incorrecto. Con la presentación, por parte del profesor, de imágenes apropiadas aumenta la probabilidad de que se generen aprendizajes más adecuados y profundos.

Principio de la modalidad: Es mejor que la imagen sea acompañada de palabra narrada más que de palabra escrita. De esta forma el canal visual de la memoria de trabajo se ocupa solo de procesar la imagen. Mejor una animación narrada que una animación en la cual se incluya texto con las mismas palabras que la narración. Este principio es especialmente útil cuando el material verbal no contiene muchos términos técnicos y cuando se presenta en segmentos de poca duración.

Este principio refirma la imprescindible función explicativa del profesor. Como profesores debemos cambiar nuestra forma de concebir a las imágenes en la enseñanza y empezar a trabajar sistemáticamente con ellas. Esto implica no leer ni hablar en "el aire", en abstracto, o a partir solo de ecuaciones y símbolos, sino, por el contrario, que las palabras hagan referencia a imágenes, imágenes del nivel macroscópico y submicroscópico. Y que estas imágenes sean explicadas oralmente, es decir, imágenes narradas.

Principio de contigüidad temporal: Este principio sostiene que para que la narración sea efectiva, palabras e imágenes deben presentarse simultáneamente, al mismo tiempo, en lugar de consecutivamente. De esta forma el canal visual de la memoria de trabajo no procesa imágenes y texto, dado que el canal auditivo procesa la narración. Con esto no es necesario mantener en la memoria de trabajo un tipo de representación mientras se logra el acceso al segundo tipo.

Cuando las palabras se presentan como texto compiten con la imagen por la atención, en el canal visual, con lo cual se divide la atención. Cuando el sujeto mantiene al mismo tiempo las representaciones verbales y las pictóricas en su memoria de trabajo es más probable que construya conexiones significativas entre ambas. Si la imagen tiene una complejidad espacial, puede requerir más tiempo al aprendiz entenderla, por ello este principio es más útil con estudiantes con habilidades espaciales altas.

Principio de contigüidad espacial: Sostiene que se aprende mejor la información cuando el texto, y su imagen correspondiente, están físicamente integrados en el texto o en la pantalla. Cuando preparamos un material escrito o una diapositiva, o seleccionamos un texto, se debe tener en cuenta este principio. La explicación de una figura debe estar cerca de la misma, los rótulos de cada parte cercanos a lo que nombra. Este principio es tenido en cuenta por los diseñadores de libros de texto, como se aprecia en la Figura 3. El hecho de, por ejemplo, ubicar las etiquetas o rótulos cerca de los objetos más que en una lista separada, evita realizar búsquedas y, por lo tanto, libera recursos cognitivos.

En el siguiente diagrama (Figura 5) se muestra en forma simplificada las principales partes y entidades de un sistema y las relaciones entre ellas, en este caso de un espectrómetro de masas. Se ha comprobado que se aprende mejor un contenido a partir de imágenes simplificadas más que de imágenes realistas con exceso de información y detalle (Raviolo, 2018b).

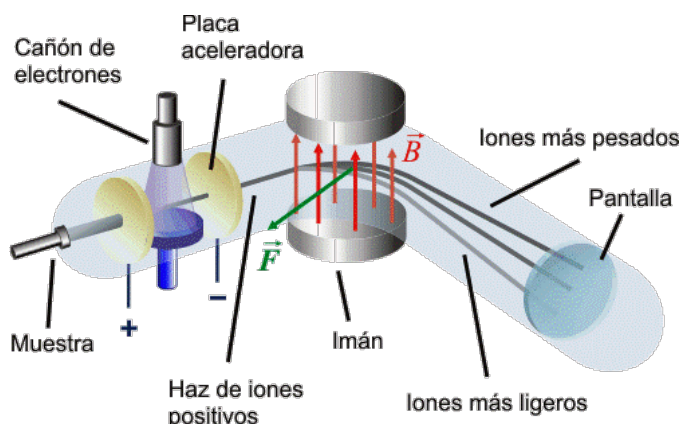


Figura 5: Diagrama de un espectrómetro de masas.

Principio de pre-entrenamiento: Este principio afirma que se aprende más profundamente un material multimedia cuando se conoce los nombres y características de los principales conceptos que aborda el material. De esta forma, durante la explicación multimedia, el aprendiz puede focalizar en las conexiones causales dado que ya conoce los nombres y características de los elementos claves. Este principio se aplica a estudiantes con poco o ningún conocimiento previo de la temática. Es esencial hacer conocer a los alumnos las partes y entidades que participan en el fenómeno químico tratado, para ello los docentes debemos presentar los sujetos o personajes de la historia química que abordamos.

Además del nombre, es importante incorporar la categoría a la cual pertenece, por ejemplo: catión sodio, anión cloruro, disolución de hidróxido de sodio, etc. Las categorías, resultado de una clasificación, son claves para definir el concepto; por ejemplo, átomos, iones y moléculas son partículas, disoluciones y sustancias son materia homogénea. Esto ayuda también a ordenar u organizar la información. Al ayudar al aprendiz a adquirir conocimiento previo se disminuye la demanda cognitiva para procesar la información nueva. La integración física de diagrama y texto, se puede lograr incluyendo texto, por ejemplo en etiquetas, junto en determinadas partes de la imagen. Esta última estrategia es eficiente con estudiantes de bajo conocimiento previo, cuando el material es complejo y cuando, si se trata de una animación, ésta se pasa rápidamente.

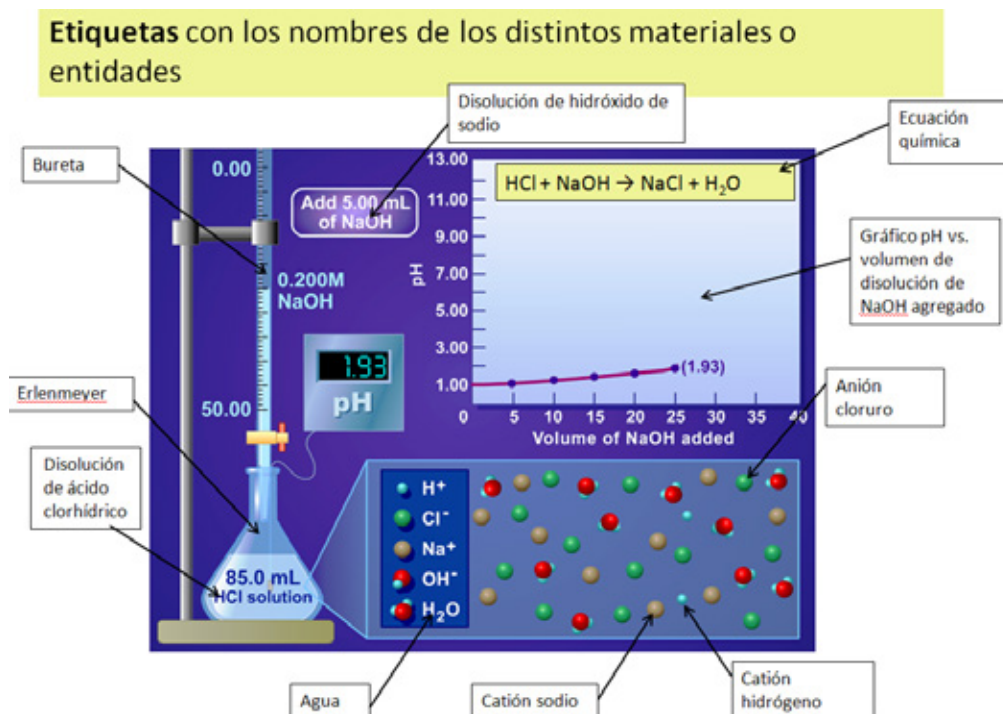


Figura 6: Ejemplo de captura de pantalla con etiquetas de sus componentes

La Figura 6 muestra una captura de pantalla de la animación titulación ácido fuerte con base fuerte, utilizada en estudio realizado por Raviolo y Farré (2017), en la cual se han agregado 10 etiquetas con el nombre de los principales elementos y/o entidades que se observan en ella. Se etiquetaron materiales de laboratorio, disoluciones y partículas como iones y moléculas. La posibilidad de contar con esta imagen, en concordancia con el principio de pre-entrenamiento, ayudó a los estudiantes en la escritura de un texto que describe lo que muestra esta animación y a contestar preguntas sobre ella. Esta estrategia tuvo un efecto positivo especialmente en estudiantes con bajos resultados en exámenes. A esta animación "Titulación ácido base" se puede acceder en la página web de Química de Chang, 11^o edición, capítulo 16.

El uso de esta imagen, cumple también el principio de contigüidad espacial, dado que las etiquetas son cuadros de texto que se encuentran cercanas (y unidas por una flecha) a los materiales y entidades que nombran. Esto aumenta las chances que el estudiante sea capaz de realizar las conexiones mentales entre palabras e imágenes. También, cumple el principio de la contigüidad temporal, dado que los estudiantes en todo momento tienen disponible esta imagen y la consultan frecuentemente cuando responden el cuestionario.

Principio de señalamiento: Afirma que un material se aprende mejor si se dan pistas que resalten la organización del material esencial. Cuando se brindan ayudas o señalamientos visuales con la finalidad de dirigir la atención del aprendiz a los aspectos claves o relevantes del material.

A través del énfasis vocal, de resaltar palabras en el texto o de subrayarlas, se orienta la mirada del aprendiz a los sitios o elementos claves de la narración o texto. También es importante expresar al inicio la idea central y la organización del material, mencionando los principales títulos y enumerando con indicadores de orden del tipo: primero, segundo, tercero. Pueden destacarse de un material visual las partes o entidades importantes a través de flechas o círculos, o iluminándolas en forma continua o intermitente.

Con este tipo de estrategias, que guían la atención del estudiante a la información relevante del material, se reduce la carga cognitiva externa de procesamiento. Este principio es especialmente útil cuando la lección multimedia está desorganizada y cuando el aprendiz tiene bajas habilidades de lectura.

En la Figura 7 se muestra una captura de pantalla de la animación sobre titulación de ácido fuerte con base fuerte, utilizada en el trabajo llevado a cabo por Raviolo y Farré (2017), en ella se han agregado 10 etiquetas que señalan los niveles de representación (macro, gráfico, simbólico y submicro) de los elementos o entidades que aparecen en ella. No todos

los estudiantes identifican estos distintos modos de organización, su conocimiento los ayudó a escribir un texto sobre lo que muestra la simulación de una forma ordenada, centrándose en lo que se muestra en cada nivel. La presentación de esta imagen, como una actividad previa de señalamiento, fue de utilidad especialmente para los estudiantes de bajo rendimiento en exámenes sobre estos temas.

El hecho de que esta animación muestre un fenómeno químico empleando cuatro niveles de representación demanda al alumno un gran esfuerzo de integración. Un objetivo esencial de la enseñanza de la química, al que apunta esta imagen dinámica, es que los estudiantes individualicen y comprendan un fenómeno químico en cada uno de estos modos de representación y luego los integren adecuadamente.

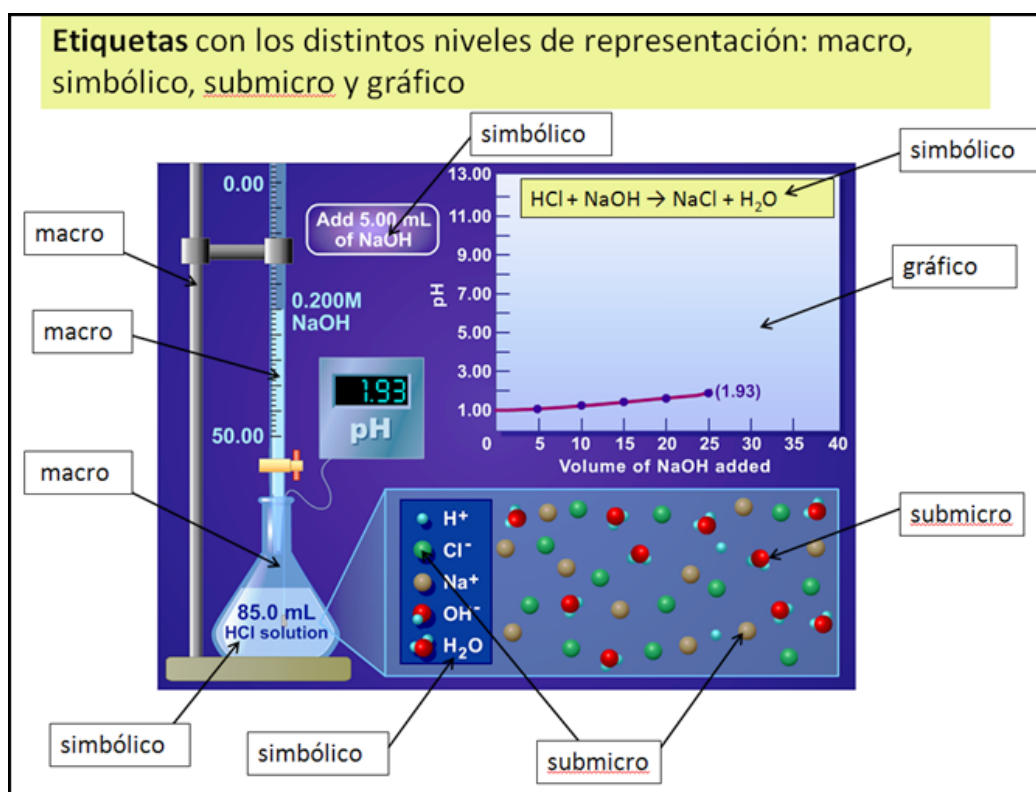


Figura 7: Ejemplo de captura de pantalla con etiquetas sobre su organización

Principio de redundancia: Asevera que las imágenes deben ser acompañadas con la narración hablada solamente, sin la presentación de lo que se narra en forma de texto escrito. Cuando no ocurre esto, el aprendiz trata de reconciliar ambas fuentes de información verbal, produciendo una distracción y sobrecarga de memoria. Esto es muy frecuente en

las presentaciones de diapositivas cuando se lee de la pantalla textos largos. En concreto, en las presentaciones con diapositivas tenemos que reemplazar los textos largos, por imágenes y explicarlas, o por esquemas que organicen o jerarquicen los conceptos.

Principio de la coherencia: Afirma que se aprende mejor una información cuando material extraño es excluido más que cuando es incluido. Es mejor excluir palabras e imágenes irrelevantes, por más que puedan ser interesantes. Prescindir también de sonidos y música, de palabras y símbolos innecesarios, de exceso de detalles. La interferencia de material extraño, o innecesario, puede desviar la atención de las ideas centrales y/o saturar la capacidad de procesamiento. Recordemos que esta teoría se refiere a imágenes con fines educativos y por lo tanto no da lo mismo cualquier imagen.

En la Figura 8, se aprecia una imagen, de la página web del texto de Bishop (2013) *An Introduction to Chemistry*, creada con el fin de mostrar la disociación total de un ácido fuerte, el ácido clorhídrico. En ella se aprecia que la imagen está muy saturada, con exceso de detalles. Por más que se señalen los aniones cloruro y los cationes hidrógeno con círculos (principio de señalamiento), es muy difícil distinguirlos entre las moléculas de agua.

The final solution contains H_3O^+ ions, Cl^- ions, and water molecules. The HCl molecules are not present. Because HCl produces hydronium ions, H_3O^+ , in solution, it is an acid, and because all of the HCl molecules form H_3O^+ ions, it is a strong acid. The solution of HCl is called hydrochloric acid.

Click Next to continue.

Restart

CPC
Chiral Publishing Company

Copyright Mark Bishop 2012

Figura 8: Imagen saturada de información

Principio de la segmentación: Este principio sostiene que se aprende mejor un material multimedia cuando es presentado en segmentos pausados por el usuario, que cuando se lo presenta en un continuo sin pausa. Esto le permite al aprendiz procesar completamente un paso antes

de pasar al siguiente, para ello resulta muy útil poder disponer del botón "continuar". Este principio es de utilidad para realizar una selección adecuada de imágenes estáticas, animaciones y simulaciones. Si la imagen es compleja, con mucha información, o es una imagen dinámica (ej. una simulación) de larga duración sin cortes, es necesario descomponerla en partes y explicar cada una de ellas.

Por ejemplo, en el diseño de la animación "celda galvánica" de Química de Chang (edición 11^ª), se tuvo en cuenta este principio, dado que la animación no se ejecuta en un continuo, sin pausa. La misma comienza presentando un esquema simplificado de la pila (Figura 9 izquierda), luego se agrega el puente salino con lo cual la pila se pone "en movimiento" (Figura 9 derecha) y da cuatro opciones para observar lo que ocurre en cada uno de los electrodos y en los dos extremos del puente salino. Esto permite al usuario focalizar la atención en distintos segmentos de la simulación. Se puede acceder a esta simulación en el "celda galvánica en: http://glencoe.mheducation.com/sites/0076656101/student_view0/chapter18/animations.html#

Este principio da respuesta a la pregunta: ¿se aprende mejor un proceso a partir de imágenes estáticas o de imágenes dinámicas? Las animaciones computacionales son un medio activo que muestra movimientos y cambios. Las animaciones pueden ser ricas en detalles e imponer una carga cognitiva externa que sobrecargue la memoria. Varios estudios mostraron que se aprende mejor un material con una serie de imágenes estáticas (con su texto escrito) que con una animación continua narrada del mismo material. Con las imágenes estáticas se da un procesamiento activo dado que el aprendiz tiene que mentalmente animar los cambios de una imagen a otra, y puede controlar el orden y tiempos de procesamiento, permitiendo que siempre pueda revisar la imagen anterior. Por el contrario, la imagen dinámica podría producir un aprendizaje pasivo, por no poder animar y controlar.

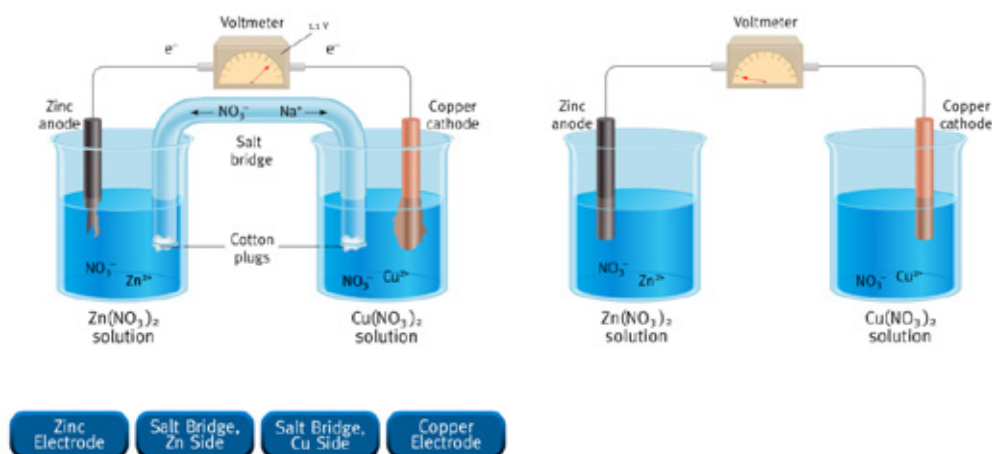


Figura 9: Capturas de pantalla de la animación celda galvánica

La animación titulación ácido- base, abordada anteriormente, también está segmentada dado no corre toda en una forma continua. El usuario interactúa con la simulación pulsando el botón "agregar 5 mL de NaOH".

Cuando un profesor proyecta una simulación puede pasarla inicialmente en forma completa y luego repetirla, total o en partes, cuantas veces lo solicitan los alumnos. Esto facilita que puedan focalizar en determinada parte (como en los distintos niveles de representación) o momento de la misma. La narración del profesor, dado que frecuentemente las animaciones están en otro idioma, pueden comenzar con una presentación global y luego por tramos.

Principio de la personalización: Afirma que se aprende mejor una información multimedia si se presenta las palabras con un estilo conversacional más que con un estilo formal. Un estilo no formal, personal más que impersonal, tanto en lo escrito como en lo hablado. En lugar de una voz pasiva recurrir a una voz activa en primera o segunda persona, con un tono amigable. Además, es importante emplear un lenguaje respetuoso, educado, cortés.

Esto pone en relieve que en el aprendizaje de un material multimedia influyen también los aspectos sociales de la comunicación. El aprendiz se involucra en un procesamiento cognitivo más profundo cuando activa el sentimiento de presencia social, cuando desarrolla un sentimiento social de conversación con el instructor. A través del empleo del yo, tu, nosotros, nuestro, vuestro, se crea una sensación de conversación entre el curso y el que aprende.

El desafío en este diálogo es no sobrepasarse con un lenguaje conversacional que distraiga al aprendiz de los objetivos pautados de aprendizaje. Por ejemplo, en un estudio sobre cómo los estudiantes aprendían a resolver problemas de estequiometría (McLaren, DeLeeuw y Mayer, 2011), a partir de una página web con un tutor que cumplía funciones de proveer ayudas y retroalimentación, se implementó un diseño con dos opciones de estilo de narración: (a) un lenguaje conversacional educado ("Ahora tenemos que calcular los resultados") versus (b) un lenguaje directo, sin rodeos ("El tutor quiere que usted calcule los resultados ahora"). Se halló que estudiantes con pocos conocimientos de química obtuvieron mejores resultados en la resolución de problemas con el estilo conversacional, en cambio, los estudiantes con mayor conocimiento mostraron una tendencia inversa.

Generalmente el aprendizaje de una información no se logra por el simple hecho de la transmisión formal de la misma, es necesario que la información esté acompañada de ayuda, de preparación que facilite el procesamiento cognitivo apropiado en el aprendiz.

Principio de la voz: Sostiene que se aprende mejor cuando la narra-

ción es con una voz humana más que con una voz proveniente de máquina. Con la voz humana se favorece el sentimiento de la presencia social, de la participación en una conversación con el instructor, con lo cual el aprendiz se involucra en un procesamiento cognitivo más profundo.

Principio de la imagen: Una persona no aprende más profundamente una presentación multimedia cuando la imagen del que habla aparece en la pantalla. La adición de la imagen estática del instructor puede causar que el aprendiz divida su atención, que atienda a la cara o cuerpo del presentador en lugar de prestar atención al contenido. Cuando la imagen del instructor no contiene información pedagógica relevante, solo transmite la información de forma narrada, puede no acarrear un beneficio de tipo social. Este principio está íntimamente relacionado con empleo de un agente pedagógico animado, que cumple la función de guiar la presentación del material, este principio se abordará a continuación.

En el libro *e-Learning and the Science of Instruction* (Clark y Mayer, 2016) se aplican estos 12 principios para el caso del aprendizaje multimedia *e-learning* y también se profundizan tres principios más. Se concibe al enfoque *e-learning* como la enseñanza presentada en dispositivos digitales, tales como una pantalla de computadora, laptop, tablet o celular, orientada a generar aprendizajes. Los cursos *e-learning* incluyen contenido (información) y métodos instruccionales (técnicas) que ayudan a aprender el contenido.

Principio de la personificación o del agente (embodiment principle): Se aprende mejor un material *e-learning* si aparece en pantalla un agente pedagógico animado, que emplea voz, gestos y movimientos humanos para introducir la lección, que genera contacto visual. Un agente pedagógico que da devoluciones y pistas, que personifica a un ser humano, que interactúa con el aprendiz, que crea la sensación de presencia social con el instructor. No se trata de la imagen estática del narrador (principio de la imagen) sino de un agente (dibujo o muñeco) que cumple la función de orientar la atención, de indicar los elementos relevantes, acorde con el principio de señalamiento. En concreto, es un agente que en la pantalla lleva adelante las tareas que realiza un profesor.

La personificación debe ser acotada para no desviar la atención del aprendiz y limitarse a cumplir la función de guiar el proceso de aprendizaje de la lección. El agente es un entrenador amigable en la pantalla, que provee consejos, claves, ejemplos resueltos, demostraciones y explicaciones, por ejemplo el muñeco, que emplea gestos y movimientos humanos, de la Figura 10. En esta imagen, y en concordancia con el principio de coherencia, la planta en la maceta no aporta a los objetivos educativos y actúa como un distractor.

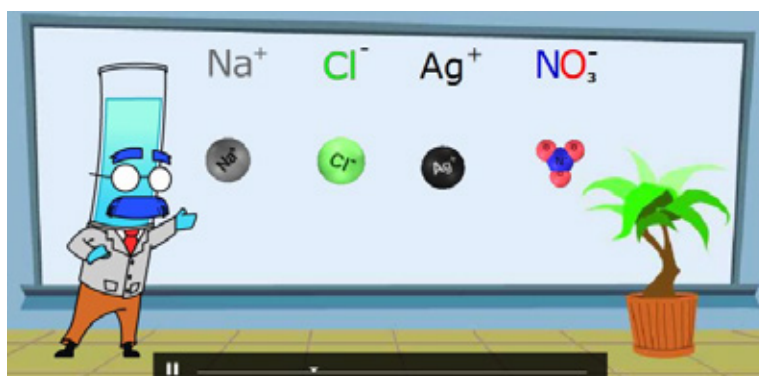


Figura 10: Captura de pantalla con la aparición de un agente pedagógico

Principio de los ejemplos resueltos (worked example principle): Se aprende mejor un tema si se incorporan ejercicios resueltos, o demostraciones paso a paso de cómo resolver una tarea o problema. Con la presentación de estas demostraciones se ayuda a construir habilidades procedimentales.

Entre las imágenes que resultan útiles para este fin se destacan los esquemas algorítmicos. Por ejemplo, el siguiente esquema algorítmico (Figura 11) que orienta en la resolución de problemas de estequiometría (extraído de Química de Chang):

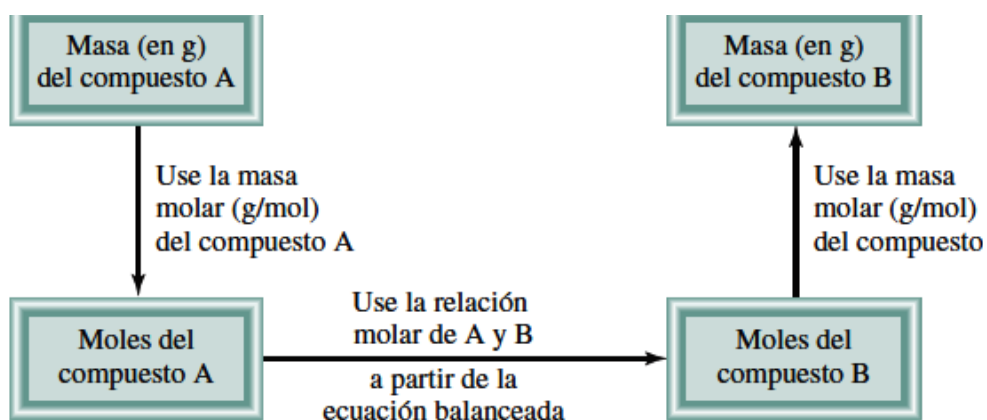


Figura 11: Ejemplo de esquema algorítmico de resolución de un problema.

También los esquemas algorítmicos que orientan la ejecución de una práctica de laboratorio (Figura 12). Por ejemplo, la separación de una mezcla de acetato de sodio, ácido benzoico y naftaleno (Prociencia, 1986):

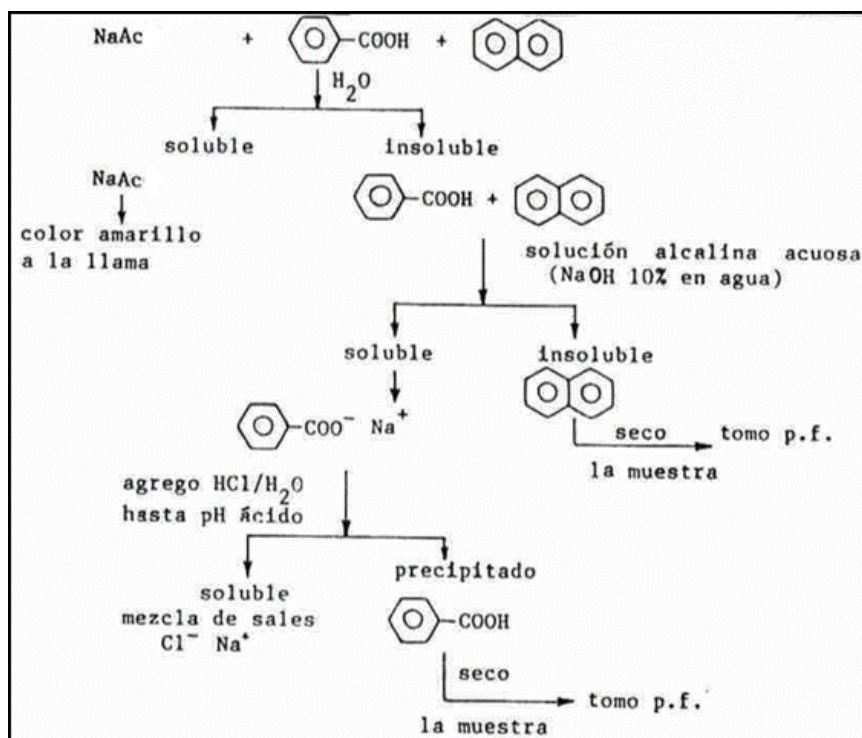


Figura 12: Ejemplo de esquema algorítmico de una actividad de laboratorio

En esta estrategia se incluyen los ejemplos modelados, donde una persona o agente demuestra un proceso; por ejemplo, un video tutorial donde un individuo explica un procedimiento químico paso por paso. En estos ejemplos tutorizados se aprende a través de la imitación de otros, se apropia o se adopta el saber hacer de otros. En química hay muchos ejemplos de videos de procedimientos o técnicas básicas de laboratorio, por ejemplo, los múltiples videos que pueden encontrarse en YouTube sobre preparación de disoluciones o titulaciones.

Iniciando un tema con ejemplos resueltos se logra reducir la carga cognitiva externa, dado que éstos facilitan la apropiación, consolidación y automatización de conocimientos y habilidades nuevas. En clases de química, se recomienda intercalar en la resolución de guías, de ejercicios y de laboratorio, explicaciones de esquemas algorítmicos e incluir sistemáticamente ejemplos resueltos, demostraciones y videos de procedimientos.

Principio del compromiso (engagement principle): El aprendiz debe involucrarse activamente en el proceso de aprendizaje elaborando el material con el fin de lograr un procesamiento generativo, de lograr darle sentido a la información relacionándola con el conocimiento previo, de alcanzar una elaboración del material que genere un conocimiento transferible.

El compromiso del aprendiz, que está en el centro de todo episodio

de aprendizaje exitoso, es la interacción psicológica significativa entre el aprendiz y el contexto de enseñanza que promueve el logro de los objetivos educativos. El aprendizaje es una actividad generativa, de construcción de relaciones entre en contenido nuevo y el conocimiento previo, y/o entre elementos del contenido de una lección. La tarea del profesor se orienta a generar la motivación y condiciones de trabajo que fomenten ese compromiso en el aprendiz.

CONCLUSIONES

A continuación se emiten algunas reflexiones finales que resumen lo desarrollado y las acciones a llevar adelante por un profesor. Dado que la capacidad cognoscitiva de la memoria de trabajo es limitada, los principios del aprendizaje multimedia ayudan a reducir la carga del procesamiento y facilitar el proceso de dar sentido a la información.

La enseñanza frecuente de la química se basa en palabras, símbolos y ecuaciones. Los estudiantes carecen, generalmente, de imágenes sobre el contenido químico que se enseña. No cuentan con imágenes de los sistemas físicos, imágenes macroscópicas o submicroscópicas. Es necesario que el profesor recurra sistemáticamente a imágenes desde el inicio y las acompañe con palabras, de modo de ayudar a los alumnos a organizar la información en representaciones verbales y pictóricas coherentes y a integrarlas entre sí, fomentando que la información tenga sentido, impulsando la vinculación con su conocimiento previo.

Las imágenes no se conciben como un acompañamiento superfluo del texto, como un adicional decorativo, sino como un complemento a las palabras, esencial para darles sentido, para crear significados. Palabra e imágenes tienen que ser pensadas y planificadas juntas. En lugar de presentaciones con diapositivas llenas de texto que se lee, diapositivas con imágenes que serán explicadas, que serán narradas, en un tono conversacional amigable y educado.

Seleccionar imágenes adecuadas a los objetivos de aprendizaje, que transmitan una o pocas ideas básicas, que no contenga información superflua. Explicar imágenes simples destacando sus partes, componentes, entidades y las relaciones entre ellas, resaltando las relaciones causales relevantes, apuntando a los aspectos conceptuales claves, ayudando a relacionar significativamente imagen y palabra.

Seleccionar animaciones que sean cortas o que se ejecuten con pausas. Antes de su ejecución presentar los componentes y entidades que participan en la animación mediante capturas de pantallas donde estén etiquetadas esas partes y entidades. Presentar la animación resumiendo su objetivo y pasarla la primera vez entera, explicando la misma y luego en segmentos. Durante la animación guiar a los estudiantes señalando las interacciones relevantes entre esos componentes o entidades.

Intercalar durante la resolución de ejercicios ejemplos resueltos. Demostrar técnicas de laboratorio o utilizar videos a partir de los cuales los alumnos puedan imitar lo que ven. Los estudiantes ven y escuchan al profesor que resuelve en voz alta, y apoyado en esquemas, un problema o lo ven ejecutar y explicar paso por paso un procedimiento o técnica química.

La incorporación sistemática de imágenes también debe implementarse en la evaluación, añadiendo problemas acompañados de ilustraciones o situaciones problemáticas realizadas con capturas de pantalla. En los exámenes finales presentar diagramas, tablas, gráficos y pedirles a los alumnos que los expliquen.

En todo momento motivar a los estudiantes, instándoles a realizar el esfuerzo cognitivo de integrar representaciones verbales y pictóricas, de dar sentido al material a la luz del conocimiento previo. Esto conducirá a aprendizajes más profundos, a aprendizajes significativos, que van más allá del recuerdo y reconocimiento, y permiten su aplicación o transferencia a situaciones nuevas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bishop, M. (2013). *Animations for An Introduction to Chemistry*. Chiral Publishing Company. Recuperado el día 15 de octubre de 2018 de http://preparatorychemistry.com/Bishop_animations.htm
- Clark, R. y Lyons, C. (2011). *Graphics for learning* (2nd ed.). San Francisco: Pfeiffer.
- Clark, R. y Mayer, R. (2016). *e-Learning and the science of instruction* (4º ed.). New Jersey: Wiley.
- Lemke, J. (2002). Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes y acciones. En: *La Educación en Ciencias: ideas para mejorar su práctica*. Barcelona: Ed. Paidós
- Mayer, R. E. (2008). *Learning and instruction* (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Merrill Prentice Hall.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). New York: Cambridge University Press.
- McLaren, B., DeLeeuw, K. y Mayer, R. (2011). A politeness effect in learning with web-based intelligent tutors. *International Journal of Human-Computer Studies*, 69(1), 70–79.
- Prociencia (1986). *Química de los compuestos de carbono*. Conicet.
- Raviolo, A. (2006). Las imágenes en el aprendizaje y en la enseñanza del equilibrio químico. *Educación Química*, 17(nº extraordinario), 300-307.

- Raviolo, A. (2015). Los dibujos esquemáticos en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Novedades Educativas*, 295, 66-70.
- Raviolo, A. (2016). Las imágenes en libros de texto universitarios: el capítulo equilibrio químico. *Educación en la Química*, 22(1), 26-38.
- Raviolo, A. (2018a). *La imagen en la enseñanza de la Química y principios del aprendizaje multimedia*. Conferencia plenaria, XVIII Reunión de Educadores en la Química. Río Cuarto, Argentina.
- Raviolo, A. (2018b). Imágenes y enseñanza de la Química. Aportes de la Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia. *Educación Química*, en prensa.
- Raviolo, A. y Farré, A. (2017). Una evaluación alternativa del tema titulación ácido-base a través de una simulación. *Educación Química*, 28, 163-173.

Para reflexionar

NATURALEZA DE LA CIENCIA EN ESTUDIANTES DE CONTEXTOS DE VULNERABILIDAD SOCIAL DE LA ZONA SUR DE LA CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES.

Paula Magalí Leales¹, César Nahuel Moya² e Ignacio J. Idoyaga^{1, 2}

¹Universidad de Buenos Aires, Escuela Técnica, Departamento de Ciencias Naturales. Av. Coronel Roca 4801, CABA.

²Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. Junín 954, CABA.

E-mail: pleales@etec.uba.ar

Resumen. Se presenta un estudio piloto y exploratorio con el objetivo de relevar y comenzar a documentar la Naturaleza de la Ciencia que condiciona en 75 estudiantes de primer año de la Escuela Técnica de la Universidad de Buenos Aires. La metodología ensayada, enmarcada en un enfoque mixto, estuvo inspirada en la de las redes semánticas y enriquecida con observación no participante. Para el análisis de datos se recurrió al cálculo de frecuencias absolutas y a la búsqueda de contingencias. Los resultados permitieron construir seis grupos semánticos y evidenciar la percepción de ciencia como una actividad de gran demanda cognitiva y bajo carácter histórico social. Destacan la no disociación entre ciencia y tecnología y los episodios discursivos que dan cuenta de una representación plástica, contraria a la imagen rígida tradicional de ciencia. Las conclusiones destacan la adecuación de la metodología propuesta y la pertinencia de todo estudio correspondiente a esta línea en contextos de vulnerabilidad social.

Palabras clave: Naturaleza de la Ciencia, Educación Científica, Escuela Secundaria, contextos de vulnerabilidad social, Grupos semánticos.

NATURE OF SCIENCE IN STUDENTS AT SOCIAL RISK CONTEXT IN THE SOUTHERN NEIGHBORHOOD OF CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES

Abstract. A pilot and exploratory study is presented with the objective of relieving and beginning to document the Nature of Science, which condition in 75 students from the first year of Escuela Técnica de la Universidad de Buenos Aires. The rehearsed methodology, framed in a qualitative-quantitative approach, was inspired in that of semantic networks as well as enriched by no-participant observation. For the analysis of data, the calculus of absolute frequencies and a search for contingencies were resorted to. The results allowed to construct six semantic groups and enabled to put in evidence the perception of science as a high cognitive demand activity under a socio historical character. The avoidance of the dissociation between science, technology and the discursive episodes

which refer to a plastic representation, contrary to the traditional rigid image of how science is conceived, is of deep importance. The conclusions highlight the adequacy of the proposed methodology and the pertinence of every study, regarding this line in social vulnerability contexts.

Key words. Nature of Science, Science Education, Secondary School, Social Vulnerability Contexts, Semantic Fields.

FUNDAMENTACIÓN

La Naturaleza de la Ciencia

La importancia de la educación científica como un conocimiento de la cultura general radica, en parte, en el entendimiento de asuntos trascendentales a nivel social y personal, y en la potencialidad para formar opiniones propias y tomar decisiones con fundamento (Adúriz-Bravo, 2011). Actualmente, dentro de la didáctica de las ciencias naturales existe consenso acerca de que la alfabetización científica involucra, además de los conocimientos sobre los modelos y las teorías científicas, saberes sobre lo que se ha denominado *Naturaleza de la Ciencia (NdC)* (Adúriz-Bravo, 2005). Se entiende por *NdC* al conjunto de contenidos meta-científicos con valor para la educación científica (Adúriz-Bravo, 2001). En palabras de Garritz (2006), esto implica que el estudiante se llegue a preguntar qué es la ciencia, cómo funciona internamente, cómo se desarrolla, cuál es el origen de sus modelos, cuál es el grado de fiabilidad de los mismos, para qué se utilizan comúnmente los conocimientos científicos y qué beneficios aportan a la sociedad.

En la actualidad, la *NdC* constituye un importante programa de investigación en didáctica de las ciencias naturales. Los avances en este campo, incluyen, por ejemplo, investigaciones sobre la imagen del científico y el estudio de concepciones u obstáculos epistemológicos. Las metodologías desplegadas, generalmente recurren a tareas de lápiz y papel, cuestionarios, escalas Likert y entrevistas, entre otros (Guisasola y Morentin, 2007).

En esta línea, Fernández y otros (2002) describen siete concepciones sobre la actividad científica, a las que denominan *visiones deformadas de la ciencia*, que se encuentran muy presentes tanto en científicos como en profesores y estudiantes de ciencias:

1. Concepción empiro-inductivista y ateórica. Se otorga un rol central a la observación y la experimentación en la construcción de conocimientos científicos y se remarca la neutralidad de las mismas, las cuales, según esta visión, serían previas a toda teoría.
2. Concepción rígida, algorítmica, exacta. Se presenta la idea de que existe un único *método científico*, el cual se caracteriza como un conjunto de etapas a seguir de forma secuencial y mecánica. Ade-

más, se resalta la importancia de los análisis cuantitativos por sobre los descriptivos.

3. Concepción a-problemática y a-histórica. Se presenta a los conocimientos científicos como productos acabados, cerrados, sin mostrar los complejos procesos y los problemas que generaron su construcción.
4. Concepción exclusivamente analítica. Se resalta la necesidad inicial de dividir el conocimiento científico en unidades acotadas, simplificadas, desconociendo los esfuerzos realizados posteriormente para lograr la unificación y construcción de cuerpos coherentes de conocimientos cada vez más amplios.
5. Concepción meramente acumulativa del desarrollo científico. Se presenta la evolución de los conocimientos científicos como producto de un proceso lineal, acumulativo, ignorando las crisis y los cambios profundos ocurridos en la historia de las ciencias.
6. Concepción individualista y elitista. Se presenta a los conocimientos científicos como obras realizadas por genios y se desconoce el papel del trabajo colectivo. Generalmente, se infiere que los resultados obtenidos por un sólo científico o un único equipo son suficientes para la construcción de una teoría.
7. Concepción descontextualizada, socialmente neutra. Se ignoran, o se tratan de manera muy superficial, las complejas relaciones entre las ciencias, las tecnologías y las sociedades, dejando de lado las cuestiones vinculadas al campo de la ética de las ciencias.

Conocer estas u otras visiones de ciencia que condicionan a los estudiantes resulta fundamental para diseñar la enseñanza, siempre en el entendimiento que la *NdC* es un conjunto de saberes que constituyen contenidos irrenunciables de la educación científica.

Más allá de la vasta bibliografía que puede encontrarse, todavía quedan muchas cuestiones por resolver (Adúriz Bravo, 2005). Una de ellas es el estudio de la *NdC* en contextos de alta vulnerabilidad social.

Educación científica en contextos de vulnerabilidad social

Desde la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, realizada en Budapest en 1999, se considera a la alfabetización científica y tecnológica como un imperativo estratégico para alcanzar el desarrollo y bienestar la población. Así, una educación científica de calidad que abarque todos los niveles y modalidades es considerada como requisito esencial para la vida en democracia (Meinardi, 2016). En este contexto, cobra fuerza la idea de una *ciencia para todos* como objetivo sociopolítico y como camino hacia la justicia educativa (Tedesco, 2006).

Sin embargo, aún hoy es habitual encontrar situaciones de aula donde se insiste explícitamente en que el trabajo científico es un dominio reservado a minorías especialmente dotadas, transmitiendo expectativas negativas hacia la mayoría de los alumnos, con claras discriminaciones de naturaleza social y de género (la ciencia es presentada como una actividad eminentemente masculina). Se contribuye, además, a este elitismo escondiendo la significación de los conocimientos tras presentaciones exclusivamente operativistas. Se realizan escasos esfuerzos por hacer la ciencia accesible (comenzando con tratamientos cualitativos, significativos), y por mostrar su carácter de construcción humana, en la que no faltan confusiones ni errores, como los de los propios alumnos.

Lo anterior implica repensar las prácticas de manera que se logre, tal y como propone Torres Santomé (1991), una mayor participación del alumnado generando un ambiente más flexible; seleccionando contenidos más conectados con los intereses de los estudiantes, teniendo en cuenta las experiencias de los mismos, de manera que sirvan para interpretar y comprender los procesos históricos y sociales que dan origen a los modelos científicos; e implementando metodologías que permitan la toma de decisiones, el pensamiento crítico, la argumentación, la colaboración y la cooperación. Pero esta reflexión no puede más que iniciarse en la indagación de la *NdC* que condiciona al estudiantado, y es particularmente segregadora en contextos de alta vulnerabilidad.

Escuela Técnica de la Universidad de Buenos Aires en Villa Lugano

La Universidad de Buenos Aires (UBA), desde su estatuto, invita a pensarla como una entidad que tiene como fines la promoción, la difusión y la preservación de la cultura. Sostiene las misiones surgidas del proceso reformista de 1918: la enseñanza, la generación de conocimiento científico a partir de la investigación y la acción social directa mediante la extensión universitaria.

Además de las unidades académicas dedicadas a estudios de grado y posgrado, la Universidad sostiene establecimientos educativos de enseñanza secundaria. Estos ajustan sus planes y métodos de enseñanza humanista y científica a principios pedagógicos de vanguardia, especialmente aplicables al medio social de influencia de la Institución. En estos establecimientos la enseñanza, además de promover conocimientos y procurar la formación de los estudiantes, reviste carácter experimental y de comprobación pedagógica, y sus resultados deben ser rápidamente transferidos a nivel local y nacional.

Atendiendo a sus principios, la Universidad dispone la creación de la Escuela Técnica en Villa Lugano. La misma se ubica en la Comuna 8 (cordón sur) de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), locación donde según los datos de la Dirección General de Estadísticas y Cen-

sos de Ciudad de Buenos Aires (2018), persiste la desigualdad social y donde se registran los mayores índices de deserción escolar y los peores indicadores educativos de la Ciudad. Por lo tanto, para alcanzar la justicia educativa urge garantizar las mejores condiciones pedagógicas, didácticas y materiales a los jóvenes de la zona.

Se trata una propuesta de escuela técnica que, tanto desde lo organizacional y lo pedagógico como en su forma de inserción en la comunidad es decididamente inclusiva. Se presenta una propuesta pedagógica significativa que dialoga en forma permanente con la innovación tecnológica y su democratización, permitiendo la ampliación e incorporación de los jóvenes al sistema educativo y brindando las condiciones materiales y culturales para que todos los estudiantes logren aprendizajes comunes de calidad independientemente de su origen social, radicación geográfica, género o identidad cultural. Se busca garantizar el ingreso, el re-ingreso, la permanencia y la finalización de los estudios de jóvenes que viven en los barrios más postergados, desafiando el supuesto destino de exclusión educativa y social.

El ingreso a la Escuela se realiza mediante un sorteo, garantizando así las mismas posibilidades a todos los estudiantes. Existen cupos protegidos para estudiantes con discapacidad y para estudiantes con sobrepeso o escolaridad interrumpida.

La mayoría de las trayectorias educativas de las familias de los estudiantes de la Escuela Técnica llegan hasta el nivel primario y en menor medida hasta el nivel secundario, siendo muy bajo el porcentaje de estudios superiores completos o incompletos. Los estudiantes provienen de distintos barrios de la Ciudad de Buenos Aires y el Conurbano. Muchos estudiantes son inmigrantes o sus padres nacieron en otros países de la región. La situación socioeconómica de las familias en su mayoría es precaria.

La Escuela ofrece desayuno, almuerzo y merienda. Se provee a los estudiantes de todo el material didáctico necesario. Los estudiantes se realizan controles médicos y tratamientos odontológicos. Se les provee lentes a quienes los necesitan.

Estudiar, entonces, cuestiones referentes a la *NdC* en estos jóvenes resulta un aporte fundamental para pensar la enseñanza en estos contextos. Adicionalmente, la *NdC* imperante podría ser entendida como un factor determinante en la posibilidad de reconocer vocaciones científicas tempranas que pudieran operar como mecanismo de ascenso social en estas poblaciones.

OBJETIVO

Este trabajo busca comenzar a documentar las concepciones acerca de

la naturaleza de la ciencia y del trabajo científico en estudiantes de primer año de la Escuela Técnica de la Universidad de Buenos Aires, ensayando una nueva metodología.

METODOLOGÍA

La metodología propuesta está inspirada en la de redes semánticas (Noriega y otros, 2005) y en dinámicas clásicas para el trabajo en el aula. Se trata de una investigación de carácter exploratorio que propone un acercamiento desde un enfoque mixto que recurre a episodios cuantitativos y cualitativos.

Participaron 72 estudiantes de primer año (13 años en promedio, 35 mujeres y 37 varones) divididos en tres grupos (comisiones de clase).

Siguiendo lo presentado Farré y Lorenzo (2018) se preguntó a cada estudiante: "Si la ciencia fuera un animal, ¿Qué animal sería y por qué?". Se pidió a los alumnos responder por escrito en una tarjeta. Luego se invitó a los participantes a poner en común su respuesta y ampliar su justificación oralmente. La actividad fue desarrollada en contexto de clase durante 50 minutos. Se realizó observación no participante por tres investigadores de manera independiente y se registró el audio.

El análisis de datos consistió en identificar los adjetivos de valoración usados en las respuestas (en algunos casos, más de uno por respuesta) y reconocer grupos semánticos como categorías emergentes o elementos que compartían rasgos semánticos. Cada grupo semántico da cuenta de un aspecto de la ciencia considerado por los estudiantes. Se cuantificó la frecuencia de cada grupo y se analizaron las contingencias. Se complementó lo anterior con la observación para revelar vínculos entre los grupos e identificar las características más representativas de cada uno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se propusieron 6 grupos semánticos según lo que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Grupos semánticos

Grupo	Descripción	Ejemplo de adjetivos
1(FA)	Vinculados a la forma y aspecto	Grande, largo, bonito.
2(SS)	Vinculado a la observación, sentidos y supervivencia	Buena vista, Buen olfato, agudo
3(PE)	Vinculado a la mente y pensamiento	Inteligente, memorioso, astuto
4(CC)	Vinculado a la tecnología, creatividad y curiosidad	Creativo, aplicable, útil,
5(PL)	Vinculado a la plasticidad	Cambiante, adaptado, variado
6(E)	Vinculado a la ética	Bueno, peligroso, desinteresado

Como ya se mencionó, estos grupos representan aspectos considerados por los estudiantes a partir de la evocación del concepto de ciencia; aquí aparece claramente el punto de contacto con las redes semánticas. La invitación lúdica a pensar la ciencia como un animal reemplaza el clásico estímulo de las redes semánticas basado en asociación libre y permite a los estudiantes manifestar ideas sobre la ciencia y el quehacer científico que son difíciles de verbalizar directamente.

La tabla 2 muestra la frecuencia absoluta de cada grupo semántico. Es menester aclarar que en una respuesta pueden identificarse más de un adjetivo correspondiente a distintos grupos. La tabla 3 muestra las contingencias entre grupos en los casos que se identifica más de un adjetivo. La Figura 1 presenta gráficamente las frecuencias absolutas de los grupos y la Figura 2, reúne toda esta información y representa gráficamente el tamaño de los grupos y la cuantía de las contingencias.

Tabla 2: frecuencia absoluta por grupo semántico

Grupo	Frecuencia
G1	15
G2	16
G3	35
G4	12
G5	11
G6	8

Tabla 3: análisis de contingencia

Grupo	G1	G2	G3	G4	G5	G6
G1	-	-	-	-	-	-
G2	0	-	-	-	-	-
G3	6	5	-	-	-	-
G4	3	2	4	-	-	-
G5	1	1	0	0	-	-
G6	4	1	6	1	0	-

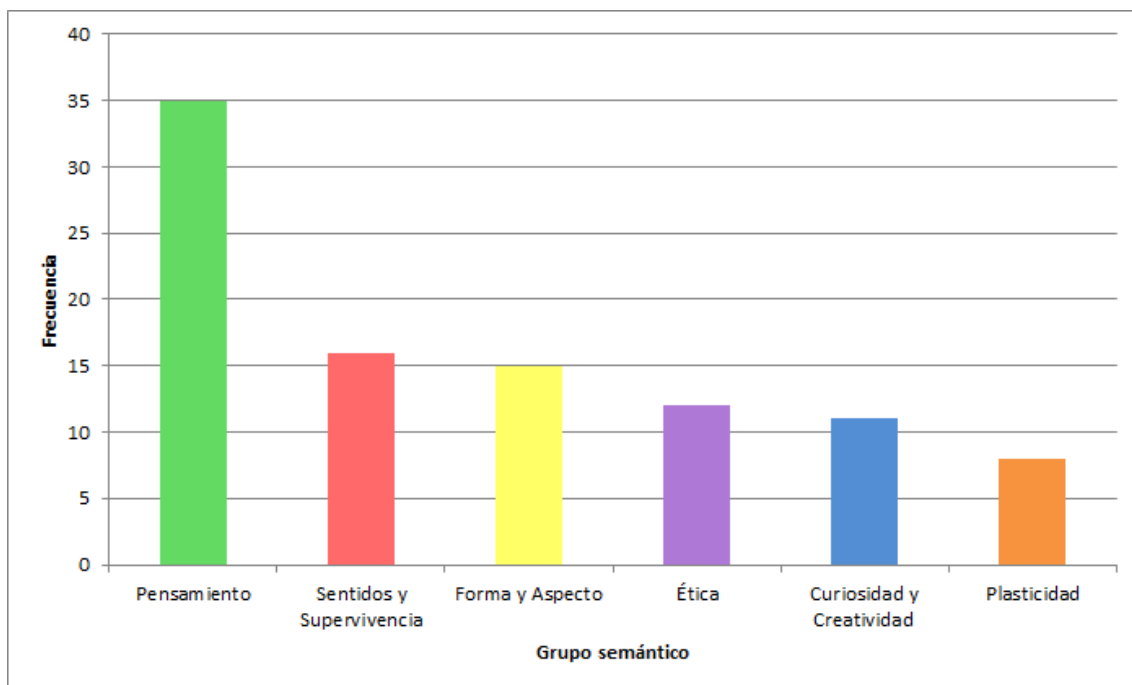


Figura 1: Frecuencia absoluta por grupo semántico.

En primer lugar, llama la atención que ninguno de los grupos refleja características del trabajo, aspectos históricos y culturales ni de la duración de los procesos. Esto puede entenderse como evidencia de la persistencia de una concepción a-problemática y a-histórica de la ciencia donde los modelos científicos aparecen cerrados y terminados. Más aún, también da cuenta de una concepción de ciencia descontextualizada.

El grupo 3, relacionado con las actividades mentales es el que aparece más representado (Tabla 2) y se encuentran contingencias importantes con los grupos 1 y 2 (Tabla 3) relacionados con la forma y aspecto y a los sentidos respectivamente. Esto sumado a la observación, sugeriría la percepción de la ciencia como una actividad humana de gran demanda cognitiva dada la dimensión de su corpus de conocimiento y la necesidad de recurrir constantemente a minucioso análisis. Se recurre a adjetivos vinculados con la forma y los sentidos para enfatizar la demanda cognitiva.

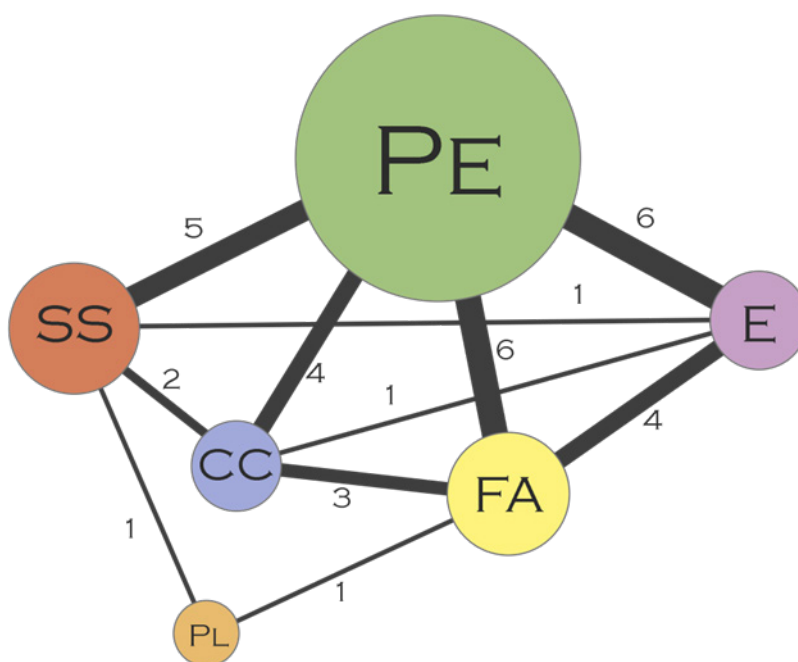


Figura 2: Tamaño y Contingencia de los grupos semánticos.

Episodios discursivos como: “La ciencia sería un elefante porque tiene mucha memoria y entonces puede acordarse de todas las cosas”, “Sería un elefante por lo grande que es, todo lo que incluye” o “Sería una lechuga porque es muy sabia y sabe mucho, y ve a la noche cuando otros no pueden”, dan cuenta de esto.

Lo anterior permite sostener que en estos participantes son fuertes las concepciones individualistas y elitistas de la ciencia. Solo personas con características y capacidades excepcionales podrían ser autores de la ciencia. Cuestión que cobra especial relevancia en poblaciones cuyo capital cultural es escaso y en las que la competencia debe ir abriendo camino al cooperativismo para lograr soluciones creativas que resuelvan injusticias, entre ellas la educativa.

El grupo 2 en sí mismo podría ser analizado en relación a la concepción empiro-inductivista y ateorica, donde la observación ocupa un rol central. La aparición de adjetivos de valoración que hacen referencia a agudos sentidos podría estar mostrando la presencia relativa de esta concepción.

Con menor frecuencia aparecen cuestiones vinculadas a la ética (grupo 6), y esto junto con episodios discursivos como: “Sería el águila, que mira desde arriba sin meterse” o “El cóndor que vuela en círculos desde lejos” indicaría una visión de ciencia ajena a las cuestiones sociales

y políticas. Aportaría una visión de ciencia socialmente neutra, que no contempla las complejas relaciones entre las ciencias, las tecnologías y las sociedades.

Aunque aparece con menor frecuencia, el análisis del grupo 4 muestra la dificultad para discriminar ciencia y tecnología. Un estudiante expresó: "Sería el caballo, ya que nos ayuda en nuestras actividades"; otro dijo: "Es como el perro que es nuestro mejor amigo y nos hace la vida más fácil". Los límites de lo que se considera ciencia y tecnología podrían estar poco definidos en los estudiantes participantes.

Para terminar, el grupo 5, aunque no aparece con alta frecuencia, indica la presencia de algunas ideas que sería contrarias a lo reportado fuertemente en la bibliografía. Las ideas vinculadas a la plasticidad aparecen representadas. De la observación surgen expresiones como: "Sería el camaleón, que se adapta a lo que hay alrededor" o "Como muchos animales que cambian". Esto, en alguna medida podría entenderse en contraposición a la concepción exclusivamente analítica, que resalta la necesidad inicial de dividir el conocimiento científico, o a la concepción rígida que presenta un único método científico que reduciría la plasticidad de la actividad. No obstante, para profundizar en esto último se requeriría realizar una mayor cantidad de estudios y, posiblemente, recurrir a otras metodologías, como la entrevista.

CONCLUSIONES

Este estudio constituye una primera aproximación para describir la NdC y las ideas acerca del trabajo del científico que condicionan a estudiantes en contexto de alta vulnerabilidad social. En primer lugar, los resultados de este estudio piloto y exploratorio dan cuenta de ciertas visiones de ciencia deformadas descritas en la bibliografía (Fernández y otros, 2002). Por otro lado, aporta información sobre cómo se distribuyen esas concepciones en el grupo de estudiantes analizado, revelando algunos hallazgos que ameritarían futuras indagaciones, como las ideas vinculadas a la "plasticidad" del trabajo y de los conocimientos científicos.

Tener en cuenta la NdC y revisar la enseñanza en función de esta, resulta fundamental en la educación científica, en general, y en la educación en química, en particular, dada la abstracción de los modelos que se manejan y la gran carga simbólica de la disciplina. Que los estudiantes logren conocer cómo se construyen las teorías en química, cómo se validan y como entran en juego para interpretar la realidad hace más significativos sus aprendizajes.

En cuanto a la metodología ensayada, parecería resultar adecuada para indagar la NdC de los participantes, teniendo en cuenta sus características etarias y sociales. Sin embargo, es importante destacar que, si

bien la metodología aplicada permite una primera aproximación, resulta necesario complementarla con otras que permitan ampliar la indagación de las concepciones del estudiantado en cuestión.

Para finalizar, es menester destacar la pertinencia de todo esfuerzo dirigido a conocer la NdC imperante en esta población, que merece ajustar las estrategias de enseñanza para recibir la mejor educación científica posible, garantizando justicia educativa para maximizar sus posibilidades de participación ciudadana y evitar la exclusión social y educativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adúriz Bravo, A. (2001). *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias* (tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, España. Recuperado el 28 de septiembre de 2018 de: <https://tesisenred.net/handle/10803/4695>

Adúriz Bravo, A. (2005). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias?: Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Tecné, Episteme y Didaxis*, Número extraordinario, 23-33.

Adúriz-Bravo, A. (2011). *Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI*. Cuauhtémoc: México, D.F.

Dirección General de Censos y Estadísticas (2018). Recuperado de <http://www.estadisticaciudad.gob.ar>.

Farré, A. y Lorenzo, G. (2018). ¿Cómo elegir un libro de texto para nuestras clases teniendo en cuenta la naturaleza de la ciencia? En G. Lorenzo, H. Odetti H. y A. Ortolani (Eds.). En *Comunicando la ciencia* (pp. 81-106). Santa Fe: Ediciones UNL.

Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. y Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488.

Garritz, A. (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42, 127-152.

Guisasola, J. y Morentin, M. (2007). ¿Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de Educación Primaria? *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 6(2), 246-262.

Meinardi, E. (2016). Comunidades de práctica profesional del profesorado para una educación en ciencias en escuelas inclusivas. *Educação em Foco*, 21(1), 65-77.

Noriega, J., Pimentel, C. y Batista, F. (2005) Redes semánticas: aspectos teóricos, técnicos, metodológicos y analíticos. *Ra Ximhai*, 1(3), 439-451.

Para reflexionar

RAZONANDO CON MOLARIDAD

Andrés Raviolo y Andrea S. Farré

Profesorado en Química. Universidad Nacional de Río Negro, Bariloche.

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

Resumen. En el marco de los estudios que comparan la resolución de problemas conceptuales versus algorítmicos, se presenta un instrumento para un abordaje conceptual de la concentración molar, que se centra en razonamientos sobre propiedades macroscópicas de disoluciones. Los resultados, obtenidos del relevamiento realizado a 76 estudiantes universitarios, muestran que presentan mayores dificultades en el caso de la proporcionalidad inversa entre molaridad y volumen de disolución, si se considera un número de moles constante. Se llevaron a cabo entrevistas a 16 estudiantes con la técnica de pensando en voz alta. Las respuestas (razonamientos y estrategias) fueron clasificadas en cuatro categorías. Un hallazgo importante de esta investigación es que muchos estudiantes confunden el número de moles con molaridad, y utilizan en forma indistinta estos conceptos. Este instrumento, que estimula el pensar, resulta motivante tanto para estudiantes como para docentes y puede emplearse en distintas instancias de enseñanza.

Palabras clave: Molaridad, Comprensión conceptual, Razonamientos.

Reasoning with molarity

Abstract. Within the framework of studies that compare the resolution of conceptual versus algorithmic problems, an instrument is presented for a conceptual approach to molar concentration, which focuses on reasoning on macroscopic properties of solutions. The results, obtained from the survey carried out on 76 university students, show that they present greater difficulties in the case of the inverse proportionality between molarity and volume of dissolution, if a constant number of moles is considered. Interviews were conducted with 16 students, with the technique of thinking aloud. The answers (reasoning and strategies) were classified into four categories. An important finding of this research is that many students confuse number of moles with molarity, and use these concepts interchangeably. This instrument, which stimulates thinking, is motivating for both students and teachers and can be used in different teaching instances.

Key words: Molarity, Conceptual understanding, Reasoning.

INTRODUCCIÓN

Varios estudios han mostrado que los alumnos de secundaria no tienen una adecuada comprensión del tema disoluciones (Gabel y Bunce, 1994; Calik, 2005) y que encuentran particularmente difícil el tema de molaridad (Gabel y Samuel, 1986). Estas dificultades se manifiestan incluso con alumnos universitarios (de Berg, 2012).

Se reconoce que resolver problemas aplicando mecánicamente algoritmos o fórmulas no implica, necesariamente, la comprensión de los conceptos químicos subyacentes, como ocurre por ejemplo con la interpretación a nivel submicroscópico, con átomos, iones y moléculas (Nurrenbern y Pickering, 1987). La resolución matemática de problemas y el arribar a un resultado final no siempre implican un conocimiento profundo de los conceptos involucrados. En otras palabras, la resolución algorítmica no garantiza que se hayan superado las concepciones erróneas que poseen o desarrollan los estudiantes con respecto a disoluciones.

Robinson y Nurrenbern (1990) definen a las cuestiones conceptuales como las que requieren del estudiante la creación de una respuesta que va más allá del simple recuerdo o la activación de un algoritmo. Las preguntas conceptuales poseen mayor demanda cognitiva dado que el estudiante tiene que sintetizar respuestas o evaluar un problema para seleccionar las estrategias y herramientas necesarias para arribar a una solución.

En esta línea, las cuestiones conceptuales más frecuentes incluyen situaciones con partículas. Hay que tener presente que las explicaciones en química no se limitan solo a interpretaciones a nivel submicroscópico, también se emiten explicaciones centradas en los niveles macro y simbólico, poniendo en juego variables o propiedades macro del sistema estudiado (Talanquer, 2011).

En este trabajo nos interesa la resolución de situaciones que involucran explicaciones con propiedades macroscópicas en el tema de concentración de disoluciones. Se encuentran pocas investigaciones que profundicen sobre las dificultades que presentan los estudiantes para el aprendizaje del tema concentración molar.

Dificultades conceptuales con la concentración molar

El concepto de concentración no resulta sencillo para muchos estudiantes (Johnstone, 1983; Dahsah y Coll, 2008), porque se debe entender que la concentración es una propiedad intensiva de la disolución. Si, por ejemplo, se retira un poco de la misma, lo que queda sigue teniendo la misma concentración; si se agrega solvente a la solución la concentración disminuye; si se agrega soluto a la solución la concentración

aumenta. Estas relaciones se establecen admitiendo una variable constante: (a) la concentración es directamente proporcional a la cantidad de soluto si el volumen de disolución permanece constante, y (b) la concentración es inversamente proporcional al volumen de la disolución si la cantidad de soluto permanece constante.

Calik (2005) administró un test de lápiz y papel a 441 estudiantes de secundaria, de grado 7 al grado 10, donde incluye un ítem sobre concentración. El ítem solicita a los estudiantes comparar dos disoluciones contenidas en dos recipientes, con igual cantidad de solvente, a una se le agrega un cubo de azúcar y a la segunda, dos cubos de azúcar. Los resultados evidenciaron que pocos estudiantes mostraron una sólida comprensión en sus razonamientos; pocos hicieron mención a que, dado que tienen igual cantidad de solvente, la solución del frasco A es más diluida porque tiene menos azúcar que la otra. Se observó que muchos estudiantes confundían entre sí conceptos enseñados en la escuela, por ejemplo, confundían soluciones saturadas e insaturadas con soluciones diluidas y concentradas. Trasluciendo un uso incorrecto de terminología científica y escaso uso del concepto de concentración.

Dahsah y Coll (2008) investigaron la comprensión de conceptos relacionados a estequiometría, entre ellos el de concentración. Para ello presentaron a estudiantes de grado 10 y 11, distintos volúmenes de disoluciones y preguntaron cuál de las soluciones era la más concentrada. Hallaron que solo el 1 % comprendió que la concentración de una disolución no depende del volumen de la disolución sino de la relación de soluto en un volumen de solvente o solución. Para la mayoría, la disolución con mayor cantidad de moles de soluto era la más concentrada. Resultados similares habían sido expuestos por Johnstone (1983), quien preguntó cuál de las siguientes disoluciones de cloruro de sodio es la más concentrada: (a) 1000 mL 2 M, (b) 800 mL 3 M, (c) 500 mL 4 M o (d) 200 mL 5 M. La mitad de los estudiantes de 16 años contestaron que era la opción b, es decir la que tiene más número de moles. Johnstone argumenta que el tema de una sustancia en disolución agrega, a la comprensión en el área de la estequiometría, el problema de las propiedades extensivas y las intensivas.

Específicamente, la concentración molar (molaridad, M), indica el número de moles de soluto por litro de solución y se expresa con la fórmula: $M=n/V$. El análisis lógico matemático de esta ecuación se plantea en el siguiente cuadro:

$M \cdot V = n$	$k = \text{constante de proporcionalidad}$		
Si M es cte:	a mayor V, mayor n	a menor n, V menor	$V \cdot k = n$
Si V es cte:	a mayor M, mayor n	a menor n, M menor	$M \cdot k = n$
Si n es cte:	a mayor M, menor V	a menor V, M mayor	$M \cdot V = k$

Cuadro 1 Desarrollo lógico matemático del concepto molaridad

Comprender el concepto de molaridad implicaría establecer las relaciones adecuadas entre estas tres variables y demandaría, a los estudiantes, poner en juego razonamientos que involucran el control de variables y la proporcionalidad, en un contexto químico no familiar.

Realizar actividades conceptuales de estimación, empleando razonamientos de proporcionalidad y control de variable, favorece la metacognición al permitir controlar los resultados de ejercicios numéricos.

OBJETIVOS

- Presentar un instrumento conceptual sobre concentración molar, cuya resolución no requiere realizar cálculos numéricos.
- Indagar los razonamientos que se utilizan, y las dificultades que existen, en la comprensión del concepto de molaridad.

METODOLOGÍA

Se confeccionó el cuestionario Razonando con molaridad, atendiendo a las seis relaciones entre las variables expresadas en el cuadro anterior.

Razonando con molaridad

- 1) ¿Cuál de las siguientes disoluciones 2,0 M tiene mayor número de moles de soluto?
 - a. 300 mL
 - b. 500 mL
 - c. 100 mL

- 2) ¿Cuál de las siguientes disoluciones 1,5 M ocupa un volumen menor?
- tiene 0,10 moles de soluto
 - tiene 0,50 moles de soluto
 - tiene 0,25 moles de soluto
- 3) ¿Cuál de las siguientes disoluciones tiene mayor número de moles de soluto, si se cuenta con 800 mL de cada una?
- 0,10 M
 - 0,20 M
 - 0,40 M
- 4) ¿Cuál de las siguientes disoluciones tiene menor molaridad M, si se cuenta con 500 mL de cada una?
- tiene 1,0 moles de soluto
 - tiene 0,25 moles de soluto
 - tiene 0,50 moles de soluto
- 5) ¿Cuál de las siguientes disoluciones tiene mayor molaridad M, si en todas hay 0,10 moles de soluto?
- 100 mL
 - 300 mL
 - 500 mL
- 6) ¿Cuál de las siguientes disoluciones ocupa un volumen menor, si en todas hay 0,20 moles de soluto?
- 0,80 M
 - 1,0 M
 - 1,4 M

Cuadro 2 Cuestionario Razonando con molaridad

Durante la administración de este instrumento, se indica a los estudiantes que deben resolverlo mentalmente, sin calculadora y sin realizar cálculos en la hoja.

En este estudio participaron 76 estudiantes de química general de primer año de tres universidades de la ciudad de San Carlos de Bariloche. Estos alumnos pertenecen a tres carreras: Licenciatura en Biología (U. N. Comahue), Profesorado de Física y de Química (U. N. Río Negro) e Ingeniería Mecánica (U. Tecnológica Nacional).

Estos estudiantes habían asistido a clases teóricas, de resolución de problemas, prácticas de laboratorio y evaluaciones que incluyeron el tema concentración molar.

También se llevaron a cabo entrevistas a 16 estudiantes voluntarios con la finalidad de profundizar en las estrategias y los razonamientos que aplican al responder este cuestionario. El promedio obtenido en el cuestionario por estos estudiantes coincide con el de la muestra total (4,4). Se empleó la técnica de resolución de las cuestiones en voz alta que fue registrada en audio. Las respuestas (razonamientos y estrategias) fueron categorizadas de acuerdo al consenso alcanzado por los dos investigadores.

El análisis de las transcripciones de las entrevistas fue realizado en forma independiente por cada uno de los dos investigadores, luego se discutieron y acordaron las categorías finales.

RESULTADOS

De un total de 6 puntos máximo, el promedio general fue de 4,4 (N = 76). Los resultados obtenidos y el porcentaje de respuestas correctas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1: Resultados obtenidos.

Ítem	1	2	3	4	5	6
Opción a	1	54	7	13	59	30
Opción b	59	17	3	58	3	4
Opción c	16	5	66	5	14	42
% correctas	77,6	71,1	86,8	76,3	77,6	55,3

El 74,1% de las opciones elegidas por los estudiantes correspondió a la opción correcta, el 21,3% correspondió a la opción opuesta (tendencia contraria: si debían elegir la mayor elegían la menor, o viceversa), y solo un 4,6% a la intermedia. Esto permite aseverar que las opciones de este cuestionario no fueron elegidas al azar, sino siguiendo algún tipo de razonamiento.

La principal confusión se dio en el ítem 6, correspondiente a un razonamiento de proporcionalidad inversa.

Mayores dificultades se presentaron en los ítems 1, 2, 5 y 6. Para estos ítems se observa que si se invierte, en los enunciados, los conceptos n y M, se obtendría como respuesta correcta, en esta nueva versión, a la opción opuesta a la correspondiente de la versión original.

En la discusión se analizarán en profundidad estos resultados, junto con los obtenidos en las entrevistas.

En el análisis de las entrevistas se distinguieron cuatro categorías: (I) razonamientos de proporcionalidad con control de variables (7 alumnos), (II) concepto de molaridad, moles por unidad de volumen, entendiendo a la concentración como una propiedad intensiva (3 alumnos), (III) resolución numérica, cálculos mentales numéricos o uso de regla

de tres (6 alumnos) y (IV) indiferenciación entre la concentración molar y el número de moles (8 alumnos). Cabe aclarar que algunos estudiantes utilizaron a lo largo de la entrevista más de un tipo de razonamiento o estrategia para responder. En lo que sigue se ejemplifican las categorías con algunas citas de las entrevistas.

(I) Proporcionalidad con control de variables

“En todas tengo el mismo número de moles, la c es la más concentrada, al ser la más concentrada tiene que tener menor volumen.” (A2, ítem 6)

“Tendría que haber sido esta 0,25... porque si tengo el mismo volumen tiene que ser menor la cantidad de moles para que tenga menor molaridad.” (A6, ítem 4)

“En la misma cantidad de 800 mL, la mayor cantidad de molaridad, o sea de molar, te da con mayor cantidad de moles.” (A9, ítem 3)

“Si tiene menos moles, todos tienen la misma concentración molar, entonces si tiene 0,10 moles va implicar menos volumen, es lógico.” (A10, ítem 2)

(II) Concepto de concentración, moles por unidad de volumen, moles por litro, propiedad intensiva

“La concentración molar es la cantidad de moles por litro. Pienso que por litro son tanto...” (A10, ítem 4)

“Dado que esa propiedad, o sea la molaridad, a medida que aumente el volumen voy a tener mayor cantidad de soluto, porque la proporción sigue siendo la misma. Entonces en 500 mL voy a tener mayor número de moles de soluto.” (A11, ítem 1)

“Porque todas tienen la misma molaridad, sería la misma cantidad de moles por volumen, entonces la que tenga menos cantidad de moles tendría un volumen menor para que se cumpla la equivalencia.” (A14, ítem 2)

(III) Resolución numérica, uso regla de tres

“Hice la regla de tres simple, en mi cabeza... 1,5 moles hay en 1000 mL de solución entonces cuál es el más chico... y entonces haces la relación y eso te da el menor volumen... no hice las cuentas exactas, pero te das cuenta...” (A1, ítem 2)

“Hice los cálculos en mi mente. 2 M implica 2 moles en 1000 mL en 500 mL implica 1 mol... en 300 mL. Traté de comparar la mayor con la menor”. (A3, ítem 1)

“2 M implica que hay dos moles en 1000 mL, en 500 mL tantos moles... dice cuál es el mayor... yo hice las cuentas... los resolví todos igual,” (A9, ítem 19)

"Este es 0,40 M es el mayor, o sea que en 1000 mL va a tener 0,40 moles, si tomo 800 mL de estas tres muestras, ésta va a tener mayor cantidad de moles." (A13, ítem 3)

(IV) Indiferenciación concentración molar y número de moles (6 alumnos)

"Si las tres tienen la misma concentración... ésta que tienen mayor número de moles va a tener menor volumen, porque esta cantidad de moles va a estar en menor volumen porque tienen igual concentración... Mezclé concentración con número de moles, la iba cambiando a la concentración, mezclé número de moles con concentración, eso, porque yo lo que pensaba era el opuesto, a mayor cantidad de moles, tiene que ser menor volumen..." (A2, ítem 2)

"Tenés 0,20 de concentración, 0,20 molar.. tenés 0,20 moles de soluto." (A4, ítem 6)

"Supuse que al haber más soluto, más cantidad de agua, iba a haber menos moles, para mí era bastante lógico. Si hay más agua la concentración va a ser menor. Claro, pero yo me refiero a... todas son iguales... Ninguna es más concentrada porque todas tienen la misma cantidad de moles..." (A5, ítem 5)

DISCUSIÓN

En concordancia con los resultados obtenidos por Stavy (1981), la principal confusión se presentó en el ítem 6, correspondiente a un razonamiento de proporcionalidad inversa: si el número de moles se mantiene constante, la disolución de mayor concentración ocupará un volumen menor.

Los libros de texto de química general, como los escritos por Chang o por Brown y Le May, realizan la resolución de problemas sobre molaridad a partir de la fórmula $M = n/V$. En cambio, la enseñanza que recibieron los alumnos entrevistados se basó en planteos tipo regla de tres, orientados a diferenciar cantidad de moles de concentración, que insistía en expresar relaciones como la siguiente: "0,50 M implica 0,50 moles de soluto en 1000 mL de disolución...". Se les explicó que planteos como el siguiente eran erróneos: "0,50 M en 1000 mL entonces en 200 mL de esa disolución hay 0,10 M".

Algunos entrevistados realizaron más de un tipo de razonamiento o estrategia de respuesta. Por ejemplo, dos entrevistados que se basaron en una resolución numérica, o en planteos de tipo regla de tres, también evidenciaban la confusión conceptual entre número de moles y concentración molar.

La no diferenciación de los conceptos n y M , puede explicar los resulta-

dos obtenidos, explicar el hecho de que se presentan mayores dificultades en los ítems 1, 2, 5 y 6. Dado que para estos ítems invertir en los enunciados los conceptos n y M significaría la elección de la respuesta opuesta. En cambio, en los ítem 3 y 4, dado que es a volumen constante, la confusión entre n y M daría la misma respuesta. Por ejemplo en el ítem 6, si se "lee" cambiando n por M , "¿Cuál de las siguiente disoluciones ocupa un volumen menor si todas tiene $0,20 M$?" se elegiría la de $0,80$ moles (opción errónea elegida por el 30% de los estudiantes).

Varios estudios revelan la persistencia de los estudiantes en no diferenciar cantidad de sustancia de concentración (número de moles de molaridad). Confusiones entre cantidad y concentración se observaron en el aprendizaje del tema titulaciones (Vincent, 1981, Frazer y Servant, 1986), donde algunos estudiantes usaban el término molaridad para significar el número de moles. Esta dificultad también se detectó en dos tercios de los alumnos entrevistados sobre el equilibrio químico en el estudio realizado por Bergquist y Heikkinen (1990). Esto resalta la importancia de hacer frente a este problema durante la enseñanza del tema concentraciones de disoluciones para evitar que estas concepciones se sigan manifestando en temas posteriores.

Esta indiferenciación entre molaridad (M) y número de moles (n) es un caso de indiferenciación conceptual que se ha presentado en otras investigaciones y que Talanquer (2006) ha caracterizado como un razonamiento heurístico que les permite a los estudiantes simplificar el análisis de problemas o la interpretación de conceptos, reduciendo los factores a ser considerados. La toma de conocimiento de este tipo de razonamiento por parte de los profesores los ayudará a interpretar las ideas de los estudiantes de una forma más comprensiva.

CONCLUSIONES

Comprender y aplicar el concepto de concentración molar va más allá del dominio de razonamientos como proporcionalidad y control de variables, dado que para poder emplearlos adecuadamente el estudiante debe tener un conocimiento sobre la naturaleza de las disoluciones acuosas y sobre la naturaleza de las variables involucradas.

La concentración molar (M), que es una variable intensiva de la disolución, depende de dos variables extensivas. Es directamente proporcional al número de moles del soluto (n) e inversamente proporcional al volumen de la disolución (V).

Los razonamientos de proporcionalidad en los problemas de concentraciones tienen su dificultad particular, dado que está implícito otro razonamiento: el control de variables. Se analiza la relación entre dos variables dejando una tercera constante. No siempre los estudiantes son conscientes de que están dejando una variable constante, o que están

razonando con la relación de número de moles por unidad de volumen. La enseñanza debe prestar atención a estos aspectos, dado que las variables como número de moles, volumen de disolución y molaridad, no son familiares para los estudiantes y son variables abordadas en el ámbito académico. Esto induce a que algunos estudiantes no diferencien los conceptos y razonen usando indistintamente número de moles y concentración.

En definitiva, las dificultades en la resolución de problemas o ejercicios, como los presentados en los libros de texto, se deben a la falta de habilidades de razonamiento, a la falta de conocimiento químico y/o al uso mecánico de procedimientos algorítmicos. Los estudiantes, como fruto de su experiencia como alumnos, confían más en procedimientos algorítmicos que en el uso de estrategias de razonamiento que requieren la comprensión de conceptos (Gabel y otros, 1984).

Este instrumento, que hace pensar, resulta motivante tanto para estudiantes como para docentes, y es adecuado para distintas instancias de enseñanza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bergquist, W. y Heikkinen, H. (1990). Student ideas regarding chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 67(12), 1000-1003.
- Calik, M. (2005). A cross-age study of different perspectives in solution chemistry from junior to senior high school. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3(4), 671-696.
- de Berg, K. (2012). A study of first-year chemistry students' understanding of solution concentration at the tertiary level. *Chemistry Education Research and Practice*, 13, 8-16.
- Dahsah, C. y Coll, R. (2008). Thai grade 10 and 11 students' understanding of stoichiometry and related concepts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6, 573-600.
- Frazer, M y Servant, D. (1986). Aspects of stoichiometry-titration calculations. *Education in Chemistry*, 23(2), 54-56.
- Gabel, D., Sherwood, R. y Enochs, L. (1984). Problem-solving skills of high school chemistry students. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(2), 221-233.
- Gabel, D. y Samuel, K. (1986). High school students' ability to solve molarity problems and their analog counterparts. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(2), 165-176.

- Gabel, D. y Bunce, D. (1994). Research on problem solving: chemistry. In Gabel D.L. (ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: Macmillan, 301-326.
- Johnstone, A.H. (1983). Chemical education research: Facts, findings, and consequences. *Journal of Chemical Education*, 60(11), 968-971.
- Nurrenbern, S. y Pickering, M. (1987). Concept learning versus problem solving: is there a difference? *Journal of Chemical Education*, 64(6), 508-510.
- Robinson, W. y Nurrenbern. S. (1990), *Conceptual questions*, consultada el 20 de marzo de 2018 en la URL: <http://www.jce.divched.org/JCEDLib/QBank/collection/CQandChP/CQs/TypesOfCQs.html>
- Stavy, R. (1981). Teaching inverse functions via the concentrations of salt water solution. *Archives de Psychologie*, 49, 267-287.
- Talanquer, V. (2006). Commonsense chemistry: a model for understanding students' alternative conceptions. *Journal of Chemical Education*, 83(5), 811-816.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry "triplet". *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195.
- Vincent, A. (1981). Volumetric concepts - student difficulties. *Education in Chemistry*, 18(4), 114-115.

Ideas para el aula

LÍQUIDOS Y SOLUCIONES: COMPLEMENTOS INFORMÁTICOS PARA UN CURSO DE QUÍMICA GENERAL

Sergio Baggio

UNPSJB, Sede Puerto Madryn, UTN, Facultad Regional Chubut, Puerto Madryn, CHUBUT

baggiosergio@yahoo.com.ar

Resumen. El aprendizaje de líquidos y soluciones presenta dificultades en los alumnos principiantes de los cursos universitarios introductorios de química. Se discute la utilidad de las simulaciones para superar parcialmente estas dificultades en el proceso de enseñanza y de aprendizaje y se describen varios programas de simulación sobre el tema, desarrollados por el autor. Los programas pueden ser utilizados como actividades complementarias a las clases de laboratorio, problemas y teoría. Se describen en detalle algunos de ellos, para visualizar los alcances de los mismos. Copia de los instalables de algunos de los programas, con sus guías, están disponibles para los lectores interesados sin cargo.

Palabras clave: simulaciones, química general, líquidos y soluciones.

Liquids and solutions: computer accessories for a general chemistry course.

Abstract. The learning of liquids and solutions presents difficulties in beginning students of introductory chemistry courses. The utility of simulations to overcome partially these difficulties in the teaching and learning process are discussed and various simulation programs on the subject developed by the author are described. Programs can be used as complementary laboratory classes, problems and theory activities. They are described in detail two of them, to view the scope thereof. Installables copy of some of the programs, with guides, are available without charge to interested readers.

Key words: simulations, general chemistry, liquids and solutions.

INTRODUCCIÓN

Destacados educadores de química han señalado desde hace tiempo que los estudiantes tienen dificultades en el aprendizaje de muchos conceptos de la disciplina (Herron, 1975; Bodner, 1986; Gabel, 1999; Johnstone, 2010). Algunas de las razones para explicar estas dificultades son: (a) la química implica ideas muy abstractas que no son fácilmente entendidas por los alumnos principiantes, (b) la solución de problemas

químicos a menudo requieren de los estudiantes el manejo simultáneo de muchos conceptos y datos diferentes (Johnstone, 2006), (c) con el fin de tener éxito en la comprensión de los conceptos de la química, los estudiantes deben ser capaces de pensar e interactuar constantemente entre lo macroscópico, lo microscópico y lo simbólico (Gabel, 1999; Gabel, 2005; Gilbert, 2009; Talanquer, 2011), y (d) los estudiantes iniciales de química a menudo traen conceptos equivocadas que son incompatibles con las teorías aceptadas científicamente y puede interferir con el aprendizaje posterior (Gabel, 1999; Herron y Nurrenbern, 1999; Taber, 2002; Barke et al., 2009; Weaver, 2009).

Los líquidos y las soluciones forman parte de los programas universitarios de química general y no escapa a las consideraciones anteriores. Su estudio presenta varias facetas que lo hacen especialmente difícil para buena parte de los estudiantes principiantes. Conceptos abstractos como presión de vapor, expresión y cálculo de la concentración de las soluciones, las propiedades coligativas y las fuerzas intermoleculares presentes en los sistemas líquidos, figuran seguramente entre los más conflictivos.

Tal como se ha demostrado en las últimas décadas las experiencias concretas en el laboratorio ayudan notablemente a resolver, aunque sea parcialmente este problema, en particular en aquellos estudiantes que no han alcanzado plenamente el estadio formal de razonamiento. (Renner, 1984; Baggio, 2009)

Las limitaciones en los tiempos asignados a cada uno de los temas en un curso de química general, hacen que no sea posible experimentar con todos los contenidos de un cierto capítulo de la asignatura. A esto se suma también que no siempre se dispone en las escuelas y universidades del equipamiento para que una matrícula creciente, realice esta experimentación en condiciones útiles de aprovechamiento.

Se ha destacado el rol que pueden cumplir las simulaciones (de Jong, 2011; Baggio, 2009) en estas circunstancias. Rapidez, bajo costo, posibilidad de ejecutarlas fuera del ámbito educativo, factibilidad de repetición hacen que se presenten como una alternativa y/o complemento de las actividades experimentales, facilitando entonces la adquisición de los conceptos más difíciles. Las simulaciones ayudan también en la resolución de problemas y en la clase teórica, donde se puede integrar a través de ellas los hechos experimentales vinculados con el tema a desarrollar (Baggio, 2010).

MARCO TEÓRICO

Una simulación utiliza un modelo matemático o lógico para recrear una situación o fenómeno. El sistema o proceso que se modela normalmente tiene un origen en el mundo natural y el modelo que se crea es por lo ge-

neral una simplificación del mismo (de Jong, 2011). La simplificación se usa porque: (1) es difícil, si no imposible modelar totalmente el mundo real; (2) la simplificación, a menudo, es suficiente para lograr el objetivo para el que se construye el modelo y un mayor realismo también tiene costos adicionales en tiempo y esfuerzo; y (3) las simplificaciones producen menor carga cognitiva para el alumno y eso facilita generalmente el aprendizaje. Permite al estudiante controlar la interactividad de los elementos dinámicos que están siendo estudiados (Rieber, 2005). Así el alumno (por ejemplo, en el tema de la presión de vapor de un líquido) puede ingresar información, tipo de líquido y temperatura (variables independientes) para establecer un resultado, que debe medir y que es la variable dependiente (la presión de vapor). El resultado es, pues, una consecuencia de sus decisiones, que puede ser representado como un resultado verbal o matemático, una visualización estática, o una visualización dinámica (animación). Los objetivos de una simulación incluyen (a) ayudar a los estudiantes a estimar la probabilidad de varios resultados; (b) centrar su atención en una parte de la realidad a expensas de las otras partes; o (c) ayudar a ver cómo funciona un sistema cuando se cambian los valores de entrada para cada variable independiente. La combinación de estos tres aspectos permite a los estudiantes hacer predicciones sobre el comportamiento del sistema y recibir información acerca de cómo funciona el mismo.

Por otra parte, hay un debate aun abierto sobre cuál es el mejor enfoque para el proceso de enseñanza y de aprendizaje. La pregunta es: ¿Quién debe liderar el proceso: el docente o el alumno (Tobias y Duffy, 2009)? Las posiciones adoptadas varían desde una preferencia por los métodos expositivos dirigido por el docente (Kirschner et al., 2006) o los enfoques totalmente abiertos, llamados generalmente de descubrimiento puro (Papert, 1980) con posiciones intermedias representadas por los procesos de descubrimiento más o menos guiados (Mayer, 2004), al cual adherimos en el enfoque de nuestro trabajo.

Al discutir la cuestión del papel de la orientación en la enseñanza, la tecnología específica de simulaciones por ordenador ocupa un lugar central. Las simulaciones por ordenador, a través de su carácter interactivo, ofrecen una oportunidad especial para el aprendizaje centrado en el estudiante, aunque al mismo tiempo ofrece opciones para el otro enfoque, o sea el liderado por el docente.

En el presente trabajo se pone a consideración un conjunto de simulaciones sobre líquidos y soluciones, con el objeto de contribuir a alcanzar los objetivos antes descritos.

DESARROLLO

El autor ha desarrollado un total de 11 programas de simulación en VisualBasic de actividades de laboratorio para el tema líquidos y soluciones, con una orientación de descubrimiento guiado, como así también una guía digital de problemas, que incluye en varios de los ejercicios, simulaciones. Los mismos se listan a continuación con una breve descripción de sus contenidos.

S6.1: Presión de vapor

En esta simulación se miden presiones de vapor de líquidos puros en función de la temperatura, presión de vapor de soluciones con solutos no volátiles (aparición de la ley de Raoult) y presión de vapor de mezclas de líquidos (ideales y con desviaciones positivas y negativas de la ley de Raoult).

S6.2: Crioscopia

Se determinan puntos de fusión de solventes puros, constante crioscópica con soluciones de solutos de masa molar conocida y se determinan masas molares de solutos incógnitas. Se puede introducir el " i " de vant 'Hoff y estudiar, para cursos más avanzados, la variación del mismo con la concentración.

S6.3: Presión osmótica_1

Se estudia la dependencia de la presión osmótica con la concentración y la temperatura. Se determinan masas molares de compuestos moleculares, presión osmótica de soluciones de compuestos iónicos y se determinar masas molares de macromoléculas.

S6.4: Destilación

Se construyen las curvas líquido-vapor para 3 soluciones: una ideal y 2 no ideales (desviaciones positivas y negativas). Esto se realiza a través del proceso de destilación donde se determina el punto de ebullición y la composición del líquido que destila.

S6.5: Presión osmótica_2

Semejante al S6.3 pero con una animación diferente.

S6.6: Viscosidad

Se simula la determinación de la viscosidad de diferentes líquidos.

S6.7: Concentración de una solución determinada fotométricamente

Se preparan soluciones de KMnO_4 de concentración conocida y se determina una curva de calibración absorbancia versus concentración, fotométricamente. Se selecciona una muestra incógnita y se determina su concentración (Blaedel y Meloche, 1963).

S6.8: Destilación isopiética

Simulación cualitativa donde se muestra, de manera acelerada, el pasaje de solvente de una solución diluida a una concentrada de CuSO_4 que se encuentran bajo una campana de vidrio.

S6.9: Punto de ebullición

En la simulación se determinan puntos de ebullición de varios líquidos, utilizando el método de Sibolowoff.

S6.10: Concentración de soluciones

Se preparan soluciones de sales en agua. El programa fija la cantidad de soluto y se miden los volúmenes. Se pide informar las concentraciones en diferentes unidades. Se pide calcular el volumen de agua que deberá evaporarse de una solución diluida para pasar a otra más concentrada.

S6.11: Solubilidad de sales

Se determinan solubilidades de algunas sales en función de la temperatura. Con los datos registrados se trazan las curvas de solubilidad.

P6.1: Problemas de líquidos y soluciones

Se trata de una guía que contiene 14 problemas, varios de los cuales utilizan imágenes y/o simulaciones. En la elaboración de la guía se trató de utilizar situaciones para que el alumno maneje el mundo macroscópico, el microscópico y el simbólico. En la Figura 1 se muestra la carátula del programa de problemas desde donde se puede acceder a los mismos pulsando el número correspondiente.



Figura 1.- Carátula de la guía digital de problemas.

Varios de los problemas tienen datos de entrada que varían entre ciertos rangos, al azar. De allí que difícilmente dos alumnos lleguen al mismo resultado numérico para el mismo problema. Esta variabilidad también se da en la ubicación de las preguntas que son de elección múltiple. De esa manera las respuestas correctas no se encuentran ubicadas siempre en el mismo lugar. Cada problema tiene una tecla de ayuda, donde se brinda alguna información sobre los aspectos más importantes involucrados en el problema y generalmente están vinculadas con las diapositivas usadas por el profesor en la clase teórica. Esto ayuda particularmente cuando el alumno resuelve los ejercicios fuera del ámbito de la clase y no tiene el apoyo directo del docente.

A fin de que el lector pueda evaluar la potencialidad de las simulaciones se describirán en detalle dos de los programas de simulación de laboratorio (S6.2 y S6.4) y dos problemas de la guía digital (1 y 2).

Crioscopia (S6.2)

En el presente trabajo de simulación se presentan varias alternativas de trabajo, recomendándose la ejecución secuencial de las mismas. El alumno puede trabajar con distintas soluciones, variando el solvente y el soluto. A cada una de ellas se le puede determinar el punto de solidificación y obtener conclusiones en base a los mismos. Se podrá determinar la relación existente entre el punto de fusión y la constitución de las soluciones. Se encontrarán pesos moleculares y se discutirán las aparentes anomalías en algunos resultados obtenidos. Tal es el caso de los solutos iónicos que presentan molalidades aparentes mayores a las reales por el aumento del número de partículas en la solución debido a la ionización. Para representar estas anomalías el programa utiliza datos de Partington (1950) y Babor (1968), que se muestran en la Tabla 1, donde se dan los valores de molalidad (m) aparente para soluciones salinas con molalidades que van desde 1 a 0,01 molal.:

Compuesto/ m	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.1	0.05	0.025	0.01
KCl	1.51	1.53	1.56	1.60	1.66	1.72	1.78	1.83	1.88
K ₂ SO ₄	1.92	1.95	1.97	2.01	2.06	2.11	2.16	2.21	2.26
BaCl ₂	1.84	1.90	1.99	2.10	2.26	2.40	2.51	2.60	2.70
K ₄ Fe(CN) ₆	1.93	2.07	2.24	2.46	2.80	3.09	3.33	3.51	3.70
NH ₄ CH ₃ COO	1.51	1.53	1.56	1.60	1.66	1.72	1.77	1.82	1.88

Tabla 1.- Molalidades aparentes para distintas soluciones salinas

En la Figura 2 se muestra el aparato utilizado en la simulación.

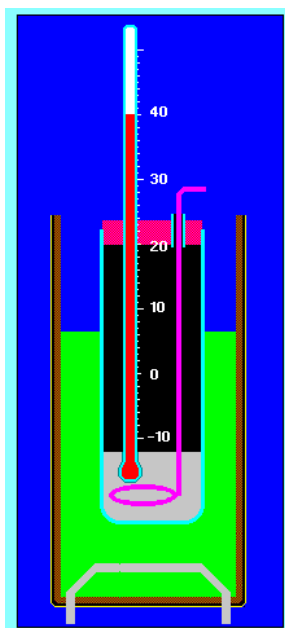


Figura 2.- Equipo para realizar la crioscopia

Se presentan tres alternativas de trabajo:

1. Determinación del punto de solidificación de líquidos puros.
2. Determinación del punto de solidificación de soluciones .
3. Determinación de pesos moleculares.

recomendándose la ejecución secuencial de las mismas.

Una vez seleccionada la opción, se podrá elegir entre 4 solventes:

1. Agua
2. Benceno
3. Alcohol *ter*-butílico
4. Bromoformo

Una vez seleccionado el solvente, aparecen los solutos disponibles para ese solvente (deben ser lo suficientemente solubles, como para disolverse en las cantidades necesarias). Para la preparación de las soluciones, se utilizarán 100g de solvente y hasta 10g de soluto. En la Tabla 2 se muestran los solutos disponibles para cada solvente.

	AGUA	BENCENO	ter-BUTANOL	BROMOFORMO
1	sacarosa	naftaleno	naftaleno	naftaleno
2	urea	p-dicloro benceno	p-dicloro benceno	p-dicloro benceno
3	manitol	ácido benzoico	acetato de amonio	bifenilo
4	cloruro de potasio	ácido fenilacético		acetanilida
5	sulfato de potasio	alcohol bencílico		
6	cloruro de bario	acetanilida		
7	ferrocianuro de potasio			
8	acetato de amonio			

Tabla 2.- Solutos disponibles para cada solvente

Para la opción "2", sólo los solutos 1 y 2 para cada solvente, están disponibles para ser seleccionados, ya que el programa suministra la Masa Molar de los mismos, como dato.

Una vez realizada varias experiencias con la opción "1" y "2" se deberán encontrar cual es la dependencia del punto de solidificación, con la concentración, expresada en unidades adecuadas. Una vez encontrada la relación anterior, se podrá utilizar la opción "3" para determinar pesos moleculares. Ya que hay algunos solutos que se repiten, es interesante determinar su peso molecular, en diferentes solventes.

A medida que se realiza la experiencia (enfriamiento) el programa grafica la temperatura del sistema en función del tiempo y se tabulan temperaturas a intervalos de tiempo constante, en la zona de interés. Una pantalla típica se muestra a continuación, en la Figura 3.



Figura 3.- Pantalla típica que muestra curva de enfriamiento

De esta manera el alumno dispondrá de los datos de la curva de enfriamiento, para sacar sus conclusiones.

Las pantallas pueden ser impresas en papel o en formato pdf si se dispone de un programa adecuado para hacerlo.

La Guía para el Alumno contiene una serie de preguntas para que éste afiance sus conocimientos, una vez realizada la experiencia simulada:

- 1) Explique cada una de las partes de la curva de enfriamiento obtenida. ¿A qué se deben las diferencias de la curva de enfriamiento de un líquido puro y de una solución?
- 2) ¿Cuál es la relación que existe entre el punto de fusión de la solución y la concentración de la solución?
- 3) ¿Cómo se debe expresar la concentración en la fórmula anterior para obtener una relación sencilla?
- 4) ¿Cómo es posible determinar pesos moleculares a partir de la ecuación hallada?.
- 5) ¿Siempre los valores encontrados corresponden a los pesos moleculares? De no se así ¿A qué atribuye las aparentes anomalías?

6) ¿Son los valores anómalos obtenidos independientes de la concentración de las soluciones? ¿Por qué? ¿Qué aplicación interesante surge de estos resultados?

Destilación (S6.4)

En el programa de simulación S6.4, entre otras cosas, se estudia la presión de vapor de soluciones formadas por dos líquidos, en distintas concentraciones. Allí se determina que no todas las soluciones cumplen con la ley de Raoult, y muchas de ellas presentan desviaciones (Mahan y Myers, 1987).

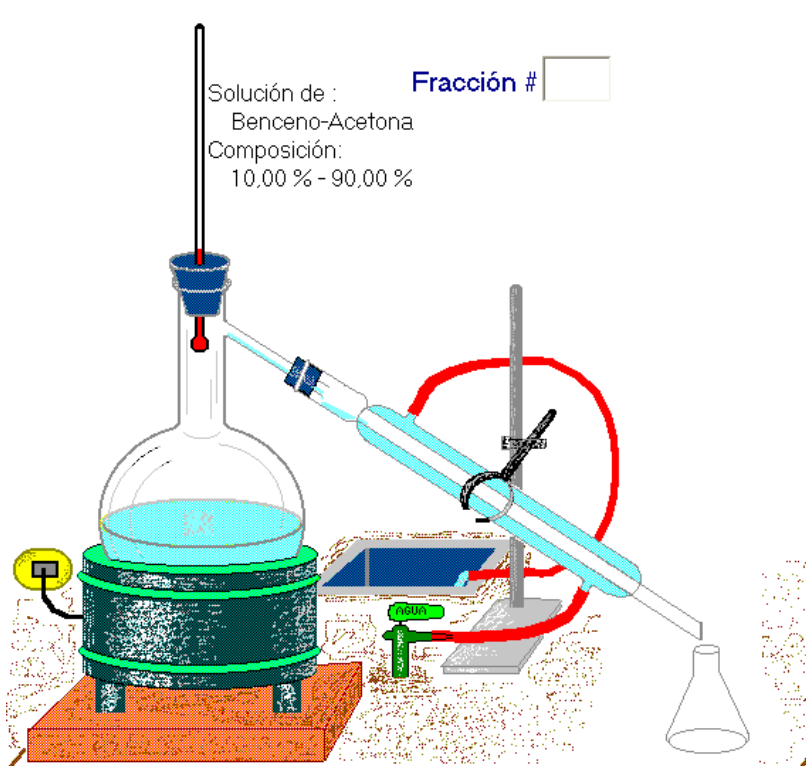


Figura 4.- Equipo utilizado para la destilación

El interés ahora es conocer como varía el punto de ebullición de las soluciones, en función de la composición, y sacar conclusiones sobre la posibilidad de separar los componentes de una mezcla líquida, por destilación fraccionada. Para ello se determinan las curvas de composición del líquido y del vapor en los distintos momentos en que una solución está en ebullición. A tal fin se dispone de un aparato de destilación (Figura 4), que utiliza un balón de cuello corto, aislado térmicamente, para evitar el fraccionamiento y poder determinar así, en cada momento de la ebullición, cual es la composición del vapor en equilibrio con el líquido que hierve. La metodología de trabajo, es semejante a la descrita por Palmer (1966).

El programa ofrece la posibilidad de trabajar con tres soluciones:

- 1) Benceno - Acetona
- 2) Cloroformo - Acetona
- 3) Disulfuro de Carbono - Acetona

Es conveniente realizar la experiencia # 1, antes que la #2 ó la # 3.

Una vez elegida la opción, se indica el volumen del primero de los líquidos, que utiliza para preparar 100mL. de solución. La cantidad a elegir, deberá estar comprendida entre 10 y 90mL. El volumen utilizado del segundo líquido es la diferencia con 100mL. Para cada una de las opciones es recomendable hacer varias experiencias con soluciones donde el volumen de un componente varíe de 10 en 10mL desde 10 hasta 90mL.

Desarrollo de la Experiencia:

a)Destilación:

Una vez que comienza la ebullición, se debe estar atento a fin de reemplazar el Erlenmeyer que recoge el destilado, con el objetivo de obtener entre 8 y 10 fracciones. Los volúmenes recogidos deben estar preferentemente entre 8 y 15mL. Si no se hace el cambio antes, el programa coloca automáticamente un nuevo Erlenmeyer, cuando el volumen recogido es de alrededor de 20mL. El cambio de Erlenmeyer se realiza pulsando el ratón sobre el frasco. En todo momento puede observarse la temperatura de ebullición, la que debe ser registrada al comienzo y al final de la recolección de cada fracción. Cuanto más fracciones de destilado se obtengan, más detalladas serán las curvas.

b) Análisis de las fracciones:

Una vez finalizada la destilación (cuando queda un remanente de 5mL. en el balón), se puede comenzar con la rutina de medición de la composición del destilado pulsando la tecla correspondiente. Antes de continuar, es necesario leer el volumen de líquido de cada fracción que fue colocado en una probeta. Para analizar las muestras se agrega agua, ya que uno de los componentes es soluble y el otro no, por lo que se visualizarán dos fases. Para agregar agua a cada probeta, pulse con el ratón sobre cada una de ellas. Cuando se hace el agregado de agua, la fracción no miscible con ésta, es la que permanece coloreada. Es conveniente volcar los datos a una planilla que contenga la siguiente información (Tabla 3):

Tabla de resultados								
Líquido 1:			Líquido 2:					
# de fracción	T_i	T_f	$V_{\text{recog.}}$	V_{1v}	V_{2v}	V_{1L}	V_{2L}	$V_{\text{balón}}$
Mezcla inicial			0	0	0			100
1								
2								
...								

Tabla 3. - Modelo de planilla para registrar los resultados de la destilación

A fin de asegurar que no se pierda información durante la ejecución de la simulación, los resultados se graban en un archivo de texto : "datos.txt", que puede visualizarse con un programa adecuado a tal fin y que se encuentran generalmente en los accesorios del Windows. Como el archivo es de tipo "append", los resultados se van agregando sin borrar lo existente, por lo que también se imprime la fecha y la hora para facilitar la ubicación de los mismos. Es conveniente, cada tanto, limpiar el archivo.

c) Cálculos y representación gráfica:

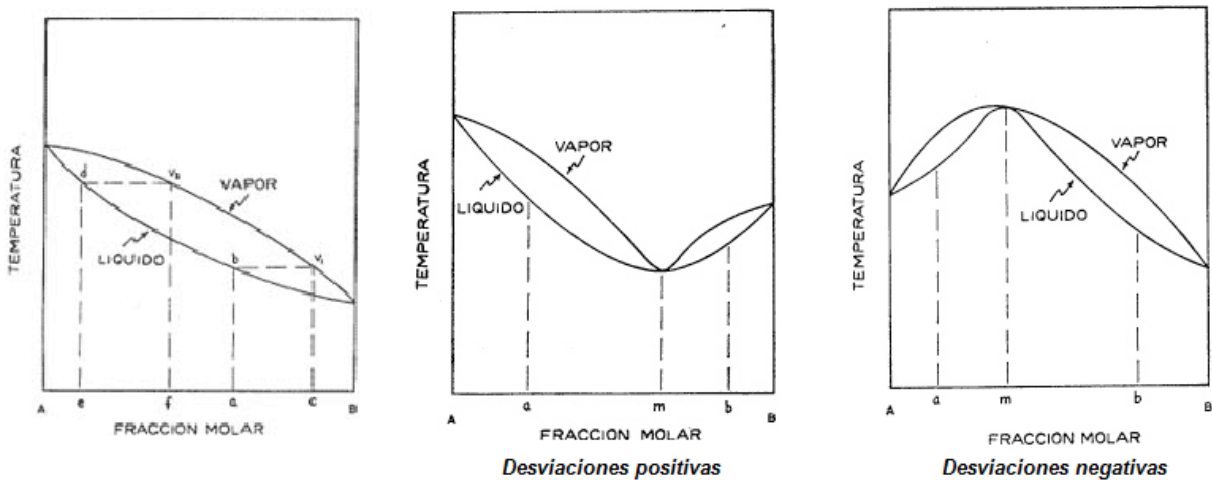
Conocidos V_1 y V_2 , volúmenes de cada componente en cada fracción de destilado, se puede calcular la composición remanente en el balón. Conocidas las composiciones en volumen, se calculan las fracciones molares de los destilados y la de los remanentes en el balón. Se toma la temperatura a la cual destila una fracción, como el valor medio entre la temperatura inicial y final de cada fracción. Luego, se puede representar gráficamente, a cada temperatura registrada, la composición del líquido que hierve y el vapor que destila.

Se repite la experiencia # 1 para una composición inicial diferente, de tal manera de cubrir en la forma más amplia posible el rango de fracciones molares. Se incluyen todos los resultados en el mismo gráfico.

Se repite luego, trabajando con los sistemas #2 y # 3.

Como en la simulación anterior la guía para el alumno contiene una serie de preguntas para afianzar conocimientos:

- 1) ¿Cómo se define la temperatura de ebullición de un líquido?
- 2) A continuación se muestran 3 gráficos típicos que pueden ser resultados de estas experiencias. ¿Cómo se vinculan con los resultados que Ud. obtuvo?



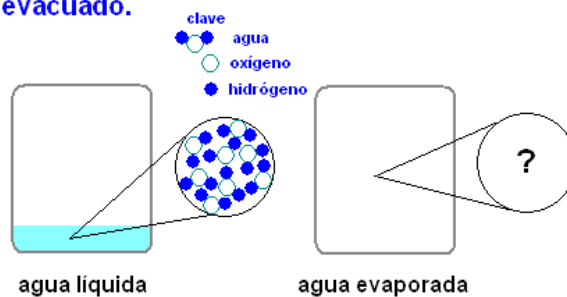
- 3) ¿Qué tipo de diferencias presentan los tres sistemas estudiados?.
- 4) ¿Es posible separar los componentes del sistema #1 con un equipo de destilación fraccionada?
- 5) ¿Y los sistemas #2 y #3?. ¿Qué puede obtenerse en estos casos y de que depende?
- 6) ¿Cómo puede diferenciar un azeótropo de un compuesto definido, en un proceso de cambio de fase?

Problemas de líquidos y soluciones (P6.1)

Problema 1

En la Figura 5 se muestra una imagen de la pantalla del programa con el enunciado del problema 1.

1) El círculo de la izquierda muestra una vista magnificada de una pequeña porción de agua líquida, en un recipiente cerrado y evacuado.



¿Cuál será la vista magnificada, del agua cuando se evapora?

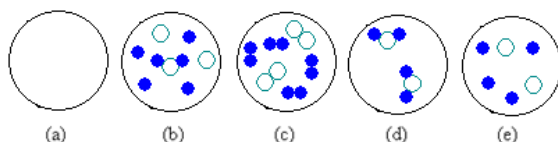


Figura 5.- Enunciado del problema 1

Se trata de un típico problema conceptual que fuera propuesto hace algunos años por Robinson y Nurrenbern (2006) y Haláková y Proks̃a (2007).

Como se mencionó en la introducción la ubicación de las imágenes, para seleccionar la respuesta correcta, no está siempre en el mismo lugar y su ubicación se determina al azar por el programa. En este caso el resultado correcto está en "d". Esta pregunta relaciona el mundo macroscópico con el microscópico.

Problema 2

2) Para medir la presión de vapor de un líquido, un alumno improvisó un barómetro, invirtiendo un tubo lleno con mercurio, cerrado en un extremo, sobre una cubeta conteniendo este metal. Luego, ayudándose con un gotero acodado introdujo por la parte de abajo del tubo unas gotas del líquido. Trabajó a temperatura ambiente. Encuentre la presión de vapor del líquido a la temperatura de trabajo. Para ello simule la experiencia y obtenga los datos que necesite.

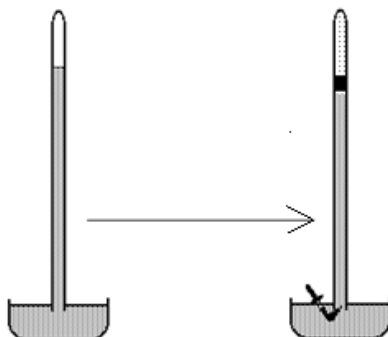


Figura 6.- Enunciado del problema 2

En la Figura 6 se muestra la imagen de la pantalla con el enunciado del problema 2. En una pantalla posterior se elige un líquido dentro de ciertas opciones y la temperatura de medición. Una vez seleccionado el líquido y la temperatura (en este caso 2-Clorobutano a 22,1°C), en la Figura 7 se ve la secuencia de imágenes que aparecen en la simulación:

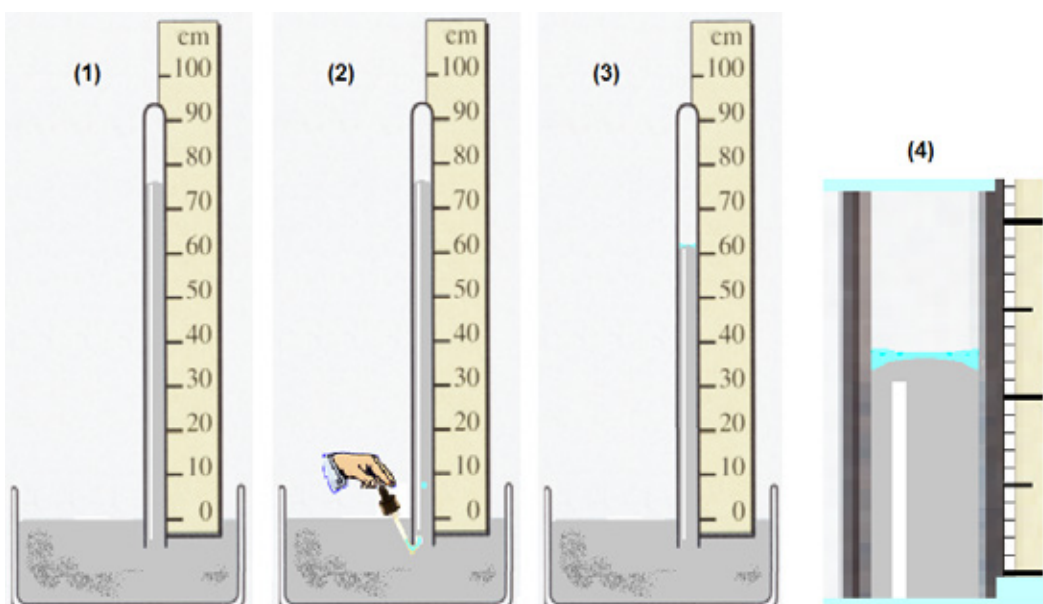


Figura 7.- Secuencia de imágenes durante la simulación

- 1) Aspecto inicial del barómetro
- 2) Se agrega una gota del líquido seleccionado el cual asciende dentro de la columna de Hg (animación)
- 3) Situación una vez que el líquido llega a la superficie del Hg
- 4) Pulsando la tecla "ver imagen ampliada" se ve el menisco a fin de poder hacer la lectura de la altura de la columna.

Una vez medida la altura se calcula la presión de vapor, en torr, y se le informa al programa que responde sobre si el valor es correcto o no. En este problema el programa tiene una tolerancia de ± 6 torr respecto del valor tabulado. A fin de simplificar la actividad la presión inicial se toma siempre como 760 torr.

CONCLUSIONES

El uso de simulaciones se presenta como una interesante alternativa para complementar las actividades de laboratorio, teoría y problemas en los cursos de química general. En el caso particular de líquidos y soluciones, varios de los programas son utilizados corrientemente en nuestros cursos regulares de química general para la licenciatura de ciencias biológica en la UNPSJB. En particular los programas S6_1, S6_2, S6_5, S6_7 y S6_10 son particularmente útiles para nuestros alumnos ya que les facilitan la comprensión de las actividades, que sobre esos temas, realizan en el laboratorio. Al simular experiencias en el aula o en sus casas, que no ejecutaron en el laboratorio, genera en muchos de ellos

nuevas preguntas hacia los docentes, ampliando de esa manera la mejor comprensión del tema. Paralelamente al uso en nuestros cursos, estos y otros programas son regularmente presentados por el autor en talleres que dicta en distintas universidades para profesores universitarios, alumnos de profesorado y docentes de escuela media, los cuales tienen generalmente una buena acogida. Los realizados durante los dos últimos años se listan en la bibliografía (Baggio, 2018).

Una copia de los instalables de algunos de los programas conjuntamente con las guías para el alumno se encuentran disponibles, sin cargo, para los lectores interesados que se lo soliciten al autor por correo electrónico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Babor, J.A. y J. Ibarz Aznárez. (1968). *Química general moderna*. (p.393). Barcelona: Marín.
- Baggio, S. (2009). Simulaciones en un curso de química básica, como complemento de las actividades de aula y laboratorio, con un enfoque de investigación guiada. *Educación en la Química*, 15, 1, 41-53.
- Baggio, S. (2010). Las simulaciones como una forma de efectivizar la unidad teórico-práctica en un curso de química general: ejemplificación en el caso particular del tema gases. *Educación en la Química*, 16, 2, 109-120.
- Baggio, S. (2018). Las simulaciones como un elemento integrador en cursos de química básica, Taller de 30 hs en la Universidad Nacional de Salta. Salta. Argentina, 2016, Simulaciones computacionales como estrategia para la enseñanza de la química, Taller de 24 hs en la Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile, 2018, El Rol de los juegos en el aprendizaje de la química: Uso de herramientas informáticas para su implementación, REQ XVIII, Universidad Nacional del Río IV, Río IV, Córdoba, Agosto 2018.
- Barke, H.D., Hazari, A. y S. Yibarek. (2009). *Misconceptions in chemistry: Addressing perceptions in chemical education*; Berlín: Springer.
- Blaedel, W.J. y V.W. Meloche. (1963). *Elementary quantitative analysis: theory and practice 2nd Ed.* (pp.510-518). New York; Harker y Row, Publishers
- Bodner, G.M. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63, 10, 837-878.
- de Jong, T. (2011). Instruction based on computer simulations. En Mayer, R.E. y P.A. Alexander (Eds.), *Handbook on Research on Learning and Instruction* (pp.446-466). New York: Routledge.

- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76, 4, 548–554.
- Gabel, D. (2005). Enhancing students' conceptual understanding of chemistry through integrating the macroscopic, particle, and symbolic representations of matter. En Pienta, N.J., Cooper, M.M. y T.J. Greenbowe (Eds), *Chemists' guide to effective teaching, Vol. I.* (pp77-88). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall Series in Educational Innovation; Prentice Hall.
- Gilbert, J.K. y D. Treagust. (2009). *Multiple representations in chemical education*, Dordrecht: Springer-Verlag.
- Haláková, Z. y M. Proks' a. (2007). Two kinds of conceptual problems in chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, 84, 1, 172-174.
- Herron, J.D. (1975). Piaget for chemists. Explaining what "good" students cannot understand. *Journal of Chemical Education*, 52, 3, 146–150.
- Herron, J.D. y S.C. Nurrenbern. (1999). Chemical education research: Improving chemistry learning. *Journal of Chemical Education*, 76, 10, 1353–1361.
- Johnstone, A. H. (2006). Chemical education research in Glasgow in perspective . *Chemistry Education Research And Practice*, 7, 2, 49–63.
- Johnstone, A.H. (2010). You can't get there from here. *Journal of Chemical Education*, 87, 1, 22–29.
- Kirschner, P.A., Sweller, J., y R.E. Clark. (2006). Why minimally guided instruction does not work. *Educational Psychologist*, 41, 2, 75–86.
- Mahan, B.M. y R.J. Myers. (1987). *University chemistry. 4th Ed.* (pp.142-145). California: The Benjamin/Cummings Publishing Co, Inc.
- Mayer, R.E. (2009). *Multimedia learning* (2nd Ed.). New York: Cambridge University Press.
- Palmer, W.G. (1966). *Química física experimental* (pp.65-73), Buenos Aires: Eudeba.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas.* New York: Basic Books.
- Partington, J.R. (1950). *Química general e inorgánica* (p.101), Madrid: Dossat.
- Renner, J.W. (1984). Two theories of learning: In one we believe, the other we use. *ChemTech*, August, 462-467.

- Rieber, L.P. (2005). Multimedia learning in games, simulations, and microworlds. En: Mayer, R.E. (Ed), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp.549-567). New York: Cambridge University Press.
- Robinson, W.R. y S.C. Nurrenbern. (2006). *Conceptual Questions (CQs)*. En: <http://jchemed.chem.wisc.edu/JCEWWW/Features/CQandChP/CQs/CQIntro.html>.
- Taber, K. (2002). *Chemical misconceptions: Prevention, diagnosis, and cure, Vol.I*, London: Royal Society of Chemistry.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry "triplet". *International Journal of Science Education*, 33, 2, 179–195.
- Tobias, S., y T.M. Duffy (Eds.). (2009). *Constructivist instruction. Success or failure?* New York: Routledge.
- Weaver, G.C. (2009). Teaching to achieve conceptual change. En: Pienta, N.J., Cooper, M.M. y T.J. Greenbowe (Eds), *Chemists' guide to effective teaching, Vol. II* (pp.35–48), Upper: Prentice Hall Series in Educational Innovation. Saddle River, NJ.

Ideas para el aula

LLUVIA ÁCIDA EN CONTEXTO: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA CON ENFOQUE CTS

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. Se presenta el diseño de una propuesta didáctica sobre la problemática de la lluvia ácida desde un enfoque CTS, para la asignatura química general en la carrera de formación de profesores de biología. La propuesta consta de una secuencia de cinco actividades interdisciplinarias que incluyen la explicitación de ideas previas, el análisis de textos, el trabajo con diferentes sistemas representacionales (gráficos, fórmulas químicas, imágenes satelitales) y práctica experimental. Se espera que esta propuesta favorezca a la apropiación del conocimiento científico y el compromiso socioambiental.

Palabras clave: Lluvia ácida, CTS, química, biología, actividad interdisciplinar.

Acid rain in context: a didactic proposal with STS approach

Abstract. The design of a didactic proposal on the problem of acid rain is presented from a STS approach, for the general chemical subject in the training course of biology professors. The proposal consists of a sequence of five interdisciplinary activities that include the explicitation of previous ideas, the analysis of texts, work with different representational systems (graphics, chemical formulas, satellite images) and experimental practice. It is expected that this proposal will favor the appropriation of scientific knowledge and socio-environmental commitment.

Key words: Acid rain, STS, chemistry, biology, interdisciplinary activity.

INTRODUCCIÓN

Las Ciencias Naturales proporcionan fundamentos para comprender problemáticas actuales relacionadas con los productos y procesos tecnológicos y su impacto sobre el ambiente, fomentando el espíritu crítico que permite la participación en la discusión sobre cuestiones que hacen a la vida de las personas y de las sociedades (Lorenzo y Farré, 2016).

Esta secuencia de actividades fue pensada, no sólo desde la interdisci-

plinariedad entre la química y la biología, sino que también invita a ser abordada desde la perspectiva de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Este enfoque pone en evidencia los efectos para la sociedad y la naturaleza de la actividad tecnocientífica, promoviendo la reflexión en el aula sobre nuestra huella ambiental y posibles acciones como ciudadanos activos y comprometidos (Acevedo-Díaz, 2004).

Desde esta perspectiva, el rol del estudiante es activo, ya que tiene espacio para exponer sus ideas y conclusiones. Por lo que, el uso del lenguaje escrito (afiches e informes) y del discurso oral (debates y defensa oral) son actividades esenciales para desarrollar la comunicación del conocimiento científico y promover el aprendizaje.

El diseño de la propuesta propone como eje central un tipo de trabajo reflexivo que va desde ideas simples a construcciones conceptuales complejas, científicas y sociales. Para ello se tuvieron en cuenta:

- La explicitación del punto de partida, ya que el aprendizaje científico sólo adquiere significado cuando interactúa con las ideas previas (Pozo, 1999).
- El planteo de múltiples estrategias didácticas como diferentes puertas de entrada al conocimiento (Gardner, 1998) desde artístico, lingüístico y lógico-matemático, para lograr un aula inclusiva. La posibilidad de plantar un problema y abordarlo desde una nueva mirada más próxima a la de la ciencia (de Jong, 2011).
- La importancia de las actividades metacognitivas, de modo de poder retomar como cierre, lo elaborado al comienzo, revisarlo, reflexionar sobre lo realizado y llegado el caso, reformularlo, a partir de un ejercicio de análisis y metaanálisis de lo aprendido (Pintrich, 2002, Van Velzen, 2016)

OBJETIVOS DEL TRABAJO

Dado que el enfoque CTS que resulta una herramienta potente para despertar el interés de los alumnos desde el abordaje de situaciones de la vida cotidiana, el propósito de este trabajo es proponer una serie de actividades con el fin de orientar a los futuros docentes para la enseñanza de la química en el nivel secundario con un este enfoque, a partir del fenómeno de la lluvia ácida.

La propuesta, si bien ha sido pensada para el nivel superior, podrá ser adaptada por los docentes a su propio grupo y nivel de estudiantes, debido a su amplitud y flexibilidad.

DISEÑO DE LA PROPUESTA

Con el fin de favorecer una acción formativa que permitiera a su vez indagar en las concepciones de los estudiantes del profesorado sobre la

lluvia ácida desde la perspectiva CTS (Olivé Morett, Argueta Villamar y Puchet Anyul, 2018, Velázquez y Lorenzo, 2017) se diseñó una propuesta didáctica que incluyera distintas tareas y actividades combinadas. La implementación de la presente secuencia involucra diferentes modalidades de trabajo: individual, en grupo y plenarios o puestas en común. De este modo, se promueve la interacción entre pares para la construcción conjunta de conocimientos (Lorenzo y col., 2018).

La propuesta didáctica, tal como será entregada a los estudiantes, se presenta en el Anexo de este trabajo. Los ejes principales se pretenden trabajar con las actividades, corresponden a los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios (NAP) enunciados por el Ministerio de Educación de la República Argentina, incluidos en los diseños curriculares de la Nueva Escuela Secundaria, para Ciencias Naturales, y son los siguientes:

- La identificación de soluciones acuosas ácidas, básicas y neutras.
- El reconocimiento de las reacciones químicas involucradas en acciones preventivas y reparadoras del deterioro ambiental.
- La predicción de algunas consecuencias ambientales de la solubilidad de las sustancias en distintos medios y su aplicación en la argumentación de medidas de cuidado ambiental.

A continuación, en la Tabla 1, se muestran los objetivos particulares de cada una de las actividades propuestas en esta secuencia.

Tabla 1: Esquema general de la propuesta didáctica

Actividades	Objetivos
Actividad 1	Identificar los conocimientos previos de los estudiantes a partir de tareas de exploración.
Actividad 2	Representar gráficamente las ideas centrales presentes en un texto explicativo.
Actividad 3	Diseñar una actividad experimental sobre las consecuencias de la lluvia ácida. Documentar los resultados y contrastarlos con la teoría.
Actividad 4	Profundizar sobre otros factores que influyen a la lluvia ácida en contextos particulares. Interpretar información química en mapas satelitales.
Actividad 5	Recuperar los primeros saberes y enriquecerlos con los saberes construidos. Cierre y reflexión.

A continuación, presentamos la fundamentación didáctica que acompañó el diseño de cada una de las actividades propuestas.

Actividad 1. *Identificación de los conocimientos previos de los estudiantes a partir de tareas de exploración.*

Para conseguir un aprendizaje significativo y no memorístico, es necesario reconocer que ciertos conocimientos no son válidos para explicar

satisfactoriamente determinados hechos o fenómenos (Pozo, 1999). Para ello, indagar y explicitar las ideas previas que los estudiantes traen al aula es un punto de partida casi obligatorio en la enseñanza bajo este paradigma. Pero no basta con explicitarlas, se debe trabajar con ellas, ponerlas en juego, problematizarlas y crear un conflicto cognitivo que genere insatisfacción y la necesidad de buscar alternativas, nuevas explicaciones con el fin de enriquecer o modificar estos saberes previos. Por último, el cambio conceptual o la redescrición representacional estarán dados por el contraste o integración de estas nuevas ideas o explicaciones a su conocimiento previo.

Actividad 2. *Representación gráfica a través de un dibujo o un collage de las ideas centrales presentes en un texto explicativo sobre la lluvia ácida.*

La actividad incluye nueva información para la construcción de conocimiento y al debate grupal a partir de la lectura de un texto elaborado por una de las autoras (ver Anexo). Se pretende promover una lectura contextualizada y significativa con el objetivo de favorecer el pasaje de la mirada espontánea y rápida hacia una mirada detenida y abierta.

En un segundo momento, se propone la realización de una representación gráfica (dibujo o collage) de lo expuesto en el texto trabajando en pequeños grupos. La clave es no utilizar palabras, sólo imágenes y flechas conectoras. No se trata de usar la imagen como producto decorativo, sino de utilizar las ilustraciones como estrategia pedagógica y didáctica para mejorar y facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje (Ortega, 2002). Además, se debe acompañar con las ecuaciones que dan cuenta de las reacciones químicas involucradas correspondientes al nivel del lenguaje simbólico de la química (Johnstone, 1993). Por último, los estudiantes deberán exponer el trabajo realizado y hacer la correspondiente defensa oral.

Actividad 3. *Actividad experimental sobre las consecuencias de la lluvia ácida.*

Para evitar que los contenidos de ciencias en el profesorado se presenten como construcciones arbitrarias que impliquen solamente la asimilación de conceptos teóricos y abstractos, se propone una práctica experimental de laboratorio sencilla y de bajo riesgo.

En primer lugar y para contribuir al desarrollo del hábito necesario para la realización de cualquier trabajo en el laboratorio, se propone la realización de una revisión de los materiales a utilizar, tanto los reactivos como los productos esperados de las reacciones involucradas para analizar sus posibles efectos tóxicos, dañinos o peligros, tanto para las personas como para el ambiente. Esto incluye la manipulación y también

las consideraciones sobre su descarte. Las fichas de seguridad pueden ser aportadas por el docente, o bien solicitar su confección por parte de los estudiantes es una actividad anterior o como tarea domiciliaria para ser discutida durante el desarrollo de la clase.

La actividad 3 se organiza en distintos momentos:

a) El planteo de una hipótesis inicial a partir de la pregunta *¿Qué les pasaría a las plantas, animales y/o construcciones si estuvieran expuestos a la lluvia ácida?* La que luego se amplía considerando que si la hipótesis fuera verdadera *¿Qué esperarías ver en un experimento que simule la lluvia ácida?* Los alumnos deben argumentar y justificar sus hipótesis teniendo en cuenta los modelos teóricos de la química (reacciones ácido-base, entre otros).

b) En un segundo momento se les plantea a los estudiantes diseñar una experiencia de laboratorio que les permita contrastar las hipótesis planeadas al inicio. Se les ofrece un conjunto de materiales y posibles soluciones de diferente acidez, tizas representando a las construcciones y hojas de plantas para representar la vida vegetal. Entre otros aspectos que han de tener en cuenta en el diseño se incluyen, además de las medidas de seguridad y mencionadas, la disponibilidad de tiempo y materiales, la realización del procedimiento para cada paso, el registro de datos, análisis de resultados, entre otros.

c) A continuación, los estudiantes realizarán la experiencia poniendo a prueba tanto su diseño como sus hipótesis. Durante el desarrollo de la parte netamente práctica los alumnos deben documentar sus observaciones de la experiencia tomando notas y fotografías o videos utilizando sus dispositivos móviles, incorporando así el uso de las tecnologías en el aula.

d) Finalmente, se plantea un análisis de los datos y la discusión de los resultados obtenidos a partir de preguntas como las siguientes: *¿Qué resultados obtuvieron? ¿A qué conclusión llegaron? ¿Los resultados coinciden con la hipótesis inicial? ¿Modificaría algo de la experiencia que se diseñó?*

Como producto final de toda esta experiencia, los alumnos han de elaborar un informe escrito con lo realizado experimentalmente, desde sus observaciones, los registros fotográficos hasta las conclusiones obtenidas.

Actividad 4. *Profundizando sobre otros factores que influyen a la lluvia ácida en contextos particulares. Interpretación de la información química en mapas satelitales.*

En éste punto de la secuencia, los estudiantes ya poseen un vocabulario específico y un conjunto de conceptos teóricos alrededor de la lluvia

ácida, discutidos en grupo y colectivamente. Ahora es momento de profundizar, incluyendo una variable más de análisis y luego llevando el concepto a contextos particulares.

Para ello, se propone un trabajo presentado en tres partes:

a) Lectura y análisis de un texto de Brown, LeMay, Bursten y Burdge (2004), sobre la lluvia ácida en los países del norte de América. En esta parte del trabajo se pretende que los estudiantes logren identificar una nueva variable que influye en las condiciones climáticas: Los vientos y su relación con el desplazamiento de las lluvias en una región.

b) Aplicación y análisis de datos en nuestra propia región. Tomando como ejemplificador al texto anterior, se espera que los estudiantes puedan trasladar el mismo tipo de análisis a un mapa argentino. A tal efecto, se provee un mapa satelital con información codificada en colores sobre la emisión de gases en todo el territorio (análisis sobre la formación de lluvia ácida en las grandes ciudades, las cuales son las responsables de la mayor cantidad de gases monóxidos emitidos). Luego se mencionan las dos corrientes de vientos más importantes de la Argentina (relación entre vientos y traslado de la lluvia con posterior predicción de los lugares más afectados por el movimiento de la lluvia ácida en el territorio).

c) Por último, se invita a que los estudiantes compartan sus ideas y análisis por medio de un debate o puesta en común con toda la clase. Los objetivos de éste debate son profundizar y problematizar sobre el impacto ambiental inherente a la actividad humana y las herramientas de monitoreo.

Actividad 5. *Recuperación de los primeros saberes y enriquecimiento con los saberes construidos. Cierre y reflexión.*

Según el modelo de aprendizaje basado en el cambio conceptual, para aprender ciencia los estudiantes y profesores "deben utilizar procesos explícitos o deliberados para generar representaciones igualmente explícitas, con lo que el proceso de cambio conceptual requeriría una explicitación progresiva de esas representaciones y procesos" (Pozo y Gómez Crespo, 1998). En otras palabras, "el cambio conceptual implicaría un cambio en los procesos y representaciones mediante los que los alumnos procesan los fenómenos científicos y no sólo un cambio en el contenido de esas representaciones" (Pozo, 1999, p. 514).

Para hacer explícitas las representaciones, se plantea una última actividad de cierre y revisión de los conocimientos sobre la lluvia ácida, sus causas, consecuencias y los factores de la afectan. Este cierre está planteado en varios escalones:

a) Identificar el cambio conceptual realizado. Para tal efecto, se invita a releer la primera definición sobre lluvia ácida realizada colectivamente en

Actividad 1 y modificarla, completarla o reformularla con la información obtenida a lo largo de las actividades.

b) Usar las nuevas herramientas de análisis construidas a lo largo de las actividades. Para eso, revisar nuevamente las imágenes y con ojos "más entrenados", clasificarlas como causal de la lluvia ácida o como consecuencia de ésta.

c) Finalmente, y en sintonía con el enfoque CTS, trabajar sobre las acciones que se podrían llevar a cabo en la propia ciudad para disminuir la contaminación atmosférica y sobre la importancia de mantener un monitoreo de la calidad de nuestro aire. De este modo se promovería 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).

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Esta actividad se diseñó para estudiantes de la asignatura química general de la carrera de formación de profesores de biología. A partir de su implementación, se espera que los estudiantes desarrollen conceptos y actitudes científicas para analizar una problemática ambiental. Conceptos químicos como, formulación de compuestos, plantear reacciones químicas ácido-base y formación de ácidos a partir de óxidos y conceptos biológicos. Actitudes y metodología como, formulación de hipótesis, diseño experimental e interpretación de resultados. Además de propiciar el respeto y el compromiso socioambiental a través del debate y el trabajo en equipo.

Esta propuesta no especifica el instrumento de evaluación, pero se recomiendan las rúbricas para fomentar el aprendizaje autónomo y las co-evaluaciones como herramientas de fortalecimiento de la mirada crítica hacia el trabajo propio y del compañero, competencia profesional necesaria para los futuros docentes.

A partir de esta primera aproximación química al estudio de la problemática de la lluvia ácida de interés mundial, podrían incorporarse las contribuciones de la física a la temática que analiza el efecto de la radiación solar sobre las moléculas de ozono, la descomposición fotoquímica, la radiación electromagnética entre otros aspectos a ser considerados (González, 2015)

Estas actividades, con modalidades diversas, están pensadas como diferentes puertas de entrada para debatir y repensar el tema de la lluvia ácida desde una mirada interdisciplinaria (biología y química) con un fuerte componente CTS. Invitamos a los colegas a aplicarlas, adaptarlas, probarlas, mejorarlas, con sus propios estudiantes y a compartir sus experiencias con otros docentes de química.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Díaz, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 1(1), 3-16.
- Olivé Morett, L., Argueta Villamar, A. y Puchet Anyul, M. (2018). Interdisciplina y transdisciplina frente a los conocimientos tradicionales, *Revista CTS*, 38 (13), 135-153.
- Brown, T., LeMay, E., Bursten, B. y Burdge, J. (2004). *Química. La Ciencia Central*. (9a. ed.) México: Pearson Educación.
- Comisión Nacional de Actividades Espaciales [CONAE] (2017). Pronóstico experimental WRF-CHIMERE - EDGAR. Recuperado el 20 de junio de 2018 en: <http://meteo.caearte.conae.gov.ar/>
- De Jong, O. (2011). La enseñanza para el aprendizaje basado en problemas: el caso de los trabajos prácticos abiertos. *Educación en la Química*, 17(1), 3-14. Recuperado el 3 de septiembre del 2018 en: <http://www.adeqra.com.ar/index.php/institucional/numeros-antteriores/204-vol-17-no-1-2011>
- 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 y Avi Hofstein (Eds.), *Relevant Chemistry Education* (pp. 241-261). Rotterdam: Sense Publishers.
- Gardner, H. (1998). *Inteligencias múltiples*. Barcelona: Paidós.
- Johnstone, A. (1993). The development of Chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, 70 (9), 701-705.
- González, S. B. (2015). *La enseñanza de conceptos básicos de física cuántica para un aprendizaje significativo del modelo atómico actual*. Disertación doctoral no publicada, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil, Argentina. Disponible en: www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/
- Lorenzo, M. G. y Farré, A. S. (2016). La ciencia y la tecnología entre el bien y el mal Un debate para la formación ciudadana, *Aesthethika, International Journal on Subjectivity, Politics and the Arts*, 12(3), noviembre, 35-42. Disponible en: http://aesthethika.org/IMG/pdf/33-40_farre-lorenzo_que_es_lo_mejor_para_todos.pdf
- Lorenzo, M. G., Farré, A. S. y Rossi, A. M. (2018). La formación del profesorado universitario de ciencias. El conocimiento didáctico y la investigación científica, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(3), 3603.

- Ortega, M. L. (2002). Una propuesta para el análisis de las imágenes científicas en la formación del profesorado: una aproximación socioepistemológica. *Investigación y Desarrollo*, 10(1), 76-99.
- Pozo, J. I. (1999). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 17(3), 513-520.
- Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- Velázquez, I. A. y Lorenzo, M. G. (2017). Enseñando química con significado en secundaria a partir de pinturas y disolventes, *Educación en la Química*, 23(1 y 2), 73-89.
- Pintrich, P. R. (2002). The Role of Metacognitive Knowledge in Learning, Teaching, and Assessing, *Theory into Practice*. 41(4), pp. 219-225.
- Van Velzen, J. (2016). *Metacognitive Learning. Advancing Learning Process*, XII, Berlín: Springer.

ANEXO

SECUENCIA DIDÁCTICA: LA LLUVIA ÁCIDA EN CONTEXTO

OBJETIVOS

- Desarrollar los conceptos de la química que permitan la interpretación de los fenómenos y procesos que son objeto de estudio de las Ciencias Naturales.
- Interpretar y utilizar diferentes tipos de representaciones, modelos y teorías para explicar las distintas reacciones químicas generales y específicas, estableciendo relaciones con la biología y la ecología.
- Concientizar sobre el impacto ambiental de las actividades humanas y la importancia de acciones preventivas y de control de calidad del aire que se pueden promover regionalmente desde un enfoque CTS.

MATERIALES

Los materiales necesarios para la realización de las actividades son los siguientes y se deben solicitar por grupo de trabajo:

- Actividad 1: Impresión de las fotografías incluidas en éste artículo.
- Actividad 2: Impresión del texto seleccionado y solicitar, papel afiche, fibrones, revistas, tijeras y pegamento para el *collage*.
- Actividad 3: Varios frascos, tizas, plantin, vinagre, agua, cuaderno y lápiz.
- Actividad 4: Impresión del texto seleccionado y del mapa propuesto.
- Actividad 5: Impresión de fotografías (Act. 1) y el *collage* realizado (Act. 2).

ACTIVIDADES

Ésta secuencia didáctica está compuesta por las cinco actividades grupales. Están redactadas de forma tal para distribuir las a los estudiantes.

Actividad 1.

Observar y analizar la tarjeta que se le asignó a tu grupo y debatir con tus compañeros las siguientes preguntas:

1- ¿Cómo creen que su fotografía está relacionada con el concepto de lluvia ácida? Fundamentar en una oración.

2- Describir la imagen asignada en tres palabras.

3 – Preparar la propuesta para debatir con el resto de la clase.



*Figuras 1 – 8. Fotografías para imprimir y recortar.
Tarjetas alusivas a las causas y consecuencias de la lluvia ácida.*

Actividad 2.

1- Leer atentamente el siguiente texto:

“La lluvia normalmente presenta un pH de aproximadamente 5,6 (ligeramente ácido), debido a la presencia del dióxido de carbono atmosférico, el cual forma ácido carbónico cuando reacciona con el agua de las nubes. Aunque este pH ya es ácido, se considera que es un valor normal para el agua de lluvia. Lo preocupante es cuando la lluvia que presenta un pH mucho menor a 5. Estos valores que pueden alcanzar cuando en el aire hay concentraciones de óxidos gaseosos más altas de lo habitual. Por ejemplo, cuando la humedad del aire se combina con óxido de nitrógeno, el dióxido de azufre y el trióxido de azufre, se forman ácido nítrico, ácido sulfuroso y ácido sulfúrico respectivamente. Finalmente, estas sustancias químicas caen a la Tierra acompañando a las precipitaciones, constituyendo la denominada lluvia ácida. Estos gases, muchas veces, son emitidos por fábricas o emanaciones de automóviles, los cuales en altas concentraciones, se consideran contaminantes atmosféricos y causales de la lluvia ácida.”

2 - Realizar un dibujo o collage de lo expuesto en el texto. La clave es no utilizar palabras, sólo imágenes y flechas conectoras.

3 - Acompañar el dibujo con las reacciones químicas pertinentes.

4 - Preparar la propuesta para presentar oralmente con el resto de la clase.

Actividad 3.

1- Debatir en grupo ¿Qué les pasaría a las plantas, animales y/o construcciones si estuvieran expuestos a la lluvia ácida?

2 - Si esto fuera verdadero, ¿Qué esperarían ver en un experimento que simule la lluvia ácida? Plantear la hipótesis. Justificar.

3- Diseñar una experiencia que ayude a comprobar las ideas debatidas. Una ayuda: utilizar vinagre representando a la lluvia ácida; tizas, a las construcciones y plantas, a la vida vegetal.

4 - Documentar con notas y fotografías ¿Qué resultados obtuvieron? ¿A qué conclusión llegaron? ¿Los resultados coinciden con la hipótesis inicial? ¿Modificarían algo de la experiencia que se diseñó?

5 - Presentar un informe escrito con lo realizado experimentalmente.

Actividad 4.

1- Leer atentamente el siguiente texto de Brown, LeMay, Bursten y Burdge (2004) sobre la situación en los países del norte de América:

“El pH de casi todas las aguas naturales que contienen organismos vivos está entre 6,5 y 8,5. A niveles de pH por debajo de 4,0 se mueren todos los vertebrados, la mayor parte de los invertebrados y muchos microorganismos. Los lagos más susceptibles de sufrir daños son los que tienen bajas concentraciones de iones básicos, que actúan como amortiguadores contra cambios de pH. Más de 300 lagos del estado de Nueva York no contienen peces, y 140 lagos de Ontario, Canadá, están desprovistos de vida. La lluvia ácida que parece haber acabado con los organismos de estos lagos tiene su origen cientos de kilómetros en dirección contraria al viento, en las regiones del valle de Ohio y de los Grandes Lagos.” (p.712)

2 - ¿Cómo explicas que «la lluvia ácida se generó cientos de kilómetros en dirección contraria al viento»? Debatir una posible respuesta.

3 - Revisar el afiche de la Actividad 1 ¿Está completo o le agregarían el nuevo factor en juego: los vientos?

4 - El territorio argentino está influenciado por dos corrientes de vientos; una que ingresa por el SO pero es frenada por los Andes y otra, que ingresa por el NE y avanza hacia el O. Analizar el siguiente mapa de Argentina y responder:

a - ¿Qué relación encontraron entre la población de una ciudad, la emisión de gases y las lluvias ácidas? Justificar.

b - ¿Qué lugares creen que serán más propensos a sufrir lluvias ácidas y por qué?

5 - Preparar la propuesta para presentar oralmente con el resto de la clase.

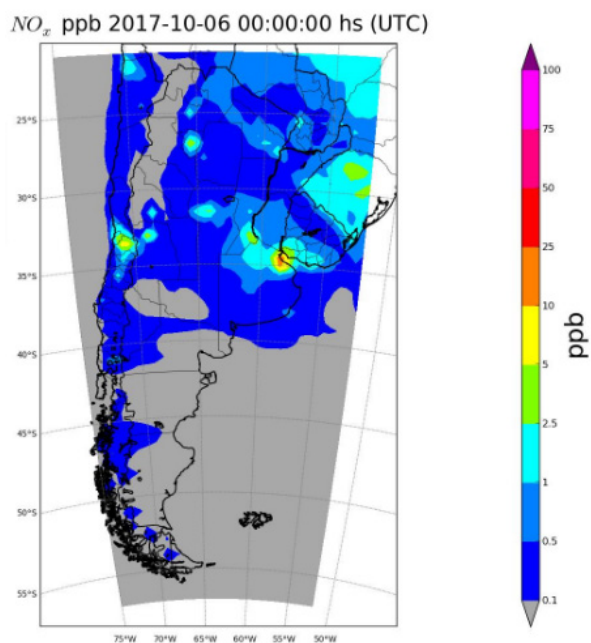


Figura 9. Pronóstico experimental basado en el modelo CHIMERE-EDGAR. Se muestran óxidos de nitrógeno en ppb (partes por billón) (CONAE, 2017).

Actividad 5.

1- Releer la primera definición sobre lluvia ácida realizada colectivamente en la Actividad 1. ¿Qué le falta? ¿Qué le modificarían?

2 - Clasificar las tarjetas de la Actividad 1 en causas o consecuencias de la lluvia ácida.

3 - Debatir con tus compañeros sobre qué acciones se podrían llevar a cabo en nuestra ciudad para disminuir la contaminación atmosférica.

4 - ¿Cuál, creen uds., es la importancia de mantener un monitoreo sobre la calidad de nuestro aire?

5 - Preparar la propuesta para presentar oralmente con el resto de la clase.

Ideas para el aula

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ACTIVIDAD GUIADA PARA UN TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO DE QUÍMICA UNIVERSITARIA (PARTE 1)

Analía I. Margheritis¹, M. Alejandra Goyeneche¹, M. Cristina Iturralde²

1-Facultad de Agronomía, UNICEN, Azul, Buenos Aires, Argentina

2-Facultad de Ingeniería, UNICEN, Olavarría, Buenos Aires, Argentina

E-mail: analiyam@faa.unicen.edu.ar

Resumen: En esta primera parte se presenta el diseño de un trabajo práctico investigativo donde los estudiantes deben idear una forma de resolver el problema propuesto y lo expliciten, mediante una puesta en común, antes de llevar a cabo la actividad experimental. Se busca que los alumnos se familiaricen con los conceptos de fenómeno físico y fenómeno químico. En relación con los procesos físicos deberán comprender los significados de mezcla, solución, sistema homogéneo y sistema heterogéneo. Respecto a los procesos químicos, es importante que comprendan los significados de sustancia pura elemental y compuesta, combinación, descomposición, entre otros. El docente será un facilitador y guía del aprendizaje activo de sus alumnos. Como actividad de evaluación o aplicación de lo aprendido, cada comisión deberá elaborar un Informe escrito de Laboratorio.

Palabras claves: laboratorio, investigación, aprendizaje activo, docente guía

Designand implementation of a guide activity for a university chemistry laboratory whitin coming students in Facultad de Agronomia, Azul

Abstract: In this first part the design of a practical investigative work is presented, where the students devise a way of solving the proposed problem and explain it before carrying out the experimental activity. Students are expected to become familiar with the concept so physical phenomena and chemical phenomena. Within physical processes, they must understand the meaning so union, fractionation homogeneous mixing, heterogeneous mixing and solution. Within chemical processes, combination, decomposition, chemical element, simple pure substance and compound pure substance. The teacher will thus become a facilitator and guide to the active learning of his students. As a final activity of evaluation or application of what has been learned, each group must prepare a written Laboratory Report

Keywords: experimental work, research, active learning, teacher guide

INTRODUCCIÓN

Se presenta aquí el diseño de un trabajo práctico de laboratorio de Química de nivel Universitario de tipo investigativo donde los alumnos planifican y diseñan una forma de resolver el problema propuesto por el docente y lo explicitan de manera grupal, por medio de una puesta en común, antes de llevar a cabo la actividad experimental.

FUNDAMENTACIÓN

En un trabajo de tipo investigativo, las actividades diseñadas para realizar en el laboratorio, si bien están asociadas a contenidos conceptuales propios del tema a tratar, están dirigidas fundamentalmente al abordaje de conocimientos procedimentales específicos de la actividad experimental (dominio metodológico), con la finalidad de que los estudiantes desarrollen la capacidad de generar predicciones, formular hipótesis, seleccionar métodos y diseñar experiencias, recolectar datos, interpretarlos a la luz del marco teórico de referencia, elaborar conclusiones, y derivar nuevas preguntas para seguir profundizando e investigando. Además, estos aprendizajes están relacionados con la postura epistemológica asumida (Caraballo y Andrés, 2014).

Insausti (1997) destaca como fundamentales los trabajos de laboratorio en la enseñanza de las ciencias porque ofrecen oportunidades para identificar y reestructurar concepciones de los estudiantes, debido a que, además de adquirir contenidos conceptuales, se generan destrezas y estrategias tanto manipulativas como intelectuales.

Desde las concepciones actuales sobre epistemología, psicología educativa y didáctica de las ciencias (Izquierdo, 1999) se reivindica la importancia de abordar contenidos procedimentales y actitudinales al mismo nivel que los conceptuales, por lo que en el planteamiento de actividades de enseñanza deben tenerse en cuenta estos contenidos. De Pro Bueno (2013) hace una clasificación detallada de los diferentes tipos y complejidades de contenidos procedimentales, a los que llama destrezas. Los divide en cuatro tipos: básicos, técnicos, de investigación y de comunicación.

En los trabajos de laboratorio se producen habitualmente mayor cantidad de situaciones comunicativas que en otras modalidades de clases, en donde se ponen de manifiesto los contenidos procedimentales de tipo comunicativo como los que menciona De Pro Bueno (2013). Es decir, se generan interacciones discursivas entre docentes y alumnos a la par que se producen los procesos de enseñanza por un lado y de aprendizaje por otro.

Por lo que, los trabajos de Laboratorio podrían generar, recursos cognitivo-lingüísticos para adquirir conocimientos procedimentales prestando atención al cambio conceptual y metodológico para producir un apren-

dizaje significativo. (Barberá y Valdés, 1996; Cordón Aranda, 2008; Izquierdo Sanmartí y Espinet, 1999).

Si se contemplan las situaciones de enseñanza y de aprendizaje como dos procesos comunicativos, se entiende que para que éstos se produzcan debe haber una comunicación en donde el emisor concibe y define su relación con el receptor. Por lo que la comunicación implica un compromiso entre ambas partes que si no se respetase dificulta tanto la enseñanza como el aprendizaje (Watzlawick, Beavin, y Jackson, 1981). Asimismo, se debe tener en cuenta que el lenguaje que se utiliza en un trabajo experimental de química es un lenguaje específico diferente al empleado en situaciones cotidianas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Sería necesario diseñar un trabajo práctico de laboratorio en donde los estudiantes sean los principales protagonistas del proceso de aprendizaje, de forma tal de darles la oportunidad para que elaboren explicaciones, reflexionen, realicen predicciones, propongan hipótesis, interactúen verbalmente con sus compañeros, (De Pro Bueno, 1998; Insausti y Merino, 2000; Seré, 2002), tomen decisiones, analicen situaciones a la luz de los marcos teóricos y construyan argumentos relacionando los datos con el conocimiento teórico. La diferencia de este tipo de trabajos con los tradicionales, en donde se imparte un conjunto de instrucciones que los estudiantes deben seguir sin tener la oportunidad de reconocer el problema, es que se invita a los alumnos a pensar e idear una forma de resolver el problema propuesto y poder explicitarlo, al menos en forma oral, antes de iniciar su realización (Caamaño, 2002).

OBJETIVO DEL TRABAJO

Diseñar un trabajo práctico de laboratorio de tipo investigativo, para alumnos ingresantes de la Facultad de Agronomía de la UNICEN con sede en la ciudad de Azul, sobre el tema Procesos Físicos y Procesos Químicos, que potencie el aprendizaje de habilidades comunicativas con la finalidad de que los estudiantes desarrollen la capacidad de generar predicciones, formular hipótesis, seleccionar métodos y diseñar experiencias, recolectar datos, interpretarlos a la luz del marco teórico de referencia, elaborar conclusiones, y derivar nuevas preguntas para seguir profundizando e investigando.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DEL PROBLEMA

Según Cordón Aranda (2008), las prácticas de laboratorio motivan a los estudiantes a aprender ciencias, ya que facilitan la comprensión de algunos conceptos científicos y los ayudan a familiarizarse con la metodología científica. Este autor distingue varios tipos de actividad experimental proponiendo innovaciones tanto en lo metodológico como

en lo conceptual que apunten al desarrollo de capacidades de distinta complejidad. Barberà y Valdés (1996) al igual que Llorens (2007) coinciden con estos autores y agregan que los trabajos de laboratorio serían un criterio de calidad de la enseñanza científica mientras se desarrollen con orientación constructivista. Por último, Izquierdo, Sanmarti y Spinet (1999), entre otros, consideran las prácticas de laboratorio como un escenario adecuado para que el alumno haga, piense y escriba. Estos autores reconocen que los objetivos de las prácticas han de ser diversos y que de acuerdo a estos es como se plantean, dando lugar a diferentes estilos de prácticas.

Por lo que, siguiendo a estos autores, se coincide en que los trabajos de laboratorio serían importantes en la enseñanza de las ciencias en cuanto al aprendizaje de contenidos procedimentales o destrezas de distintos tipos de acuerdo con los objetivos de la actividad. En la asignatura Química General e Inorgánica de la Facultad de Agronomía perteneciente a la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires se llevan a cabo ocho trabajos experimentales, los cuales constan de una serie de pasos que los estudiantes deben seguir. Esto no favorecería el análisis de los resultados y no estarían dirigidos de manera intencionada a lograr que las concepciones alternativas de los estudiantes evolucionen a conceptos más elaborados y cercanos a los científicos (Tamayo y Sanmartí, 2005). Por ello, y en coincidencia con la propuesta de Duschl (1997) resulta necesario generar procesos de indagación científica, que abarquen no sólo los procesos de comprobación del conocimiento (¿Qué se conoce?), sino también los procesos generadores de éste (¿Cómo se conoce?). De los trabajos prácticos se espera entonces que haya una constante interacción entre pensamiento y acción para que los alumnos puedan entender cómo se construye el conocimiento dentro de una comunidad científica, cómo trabajan los científicos, cómo llegan a acuerdos y cómo reconocen desacuerdos, entre otros. También sería esperable que los estudiantes cuestionaran sus saberes y pudieran confrontarlos con la realidad poniendo en juego sus conocimientos previos y verificándolos con las prácticas. Resulta necesario entonces plantear una innovación en los Trabajos de Laboratorio a fin de lograr que la actividad experimental cumpla un papel importante dentro de los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Según Jiménez Aleixandre (2003) se debe tener en cuenta el papel que juega el lenguaje y la comunicación durante el trabajo experimental. Desde planificar el experimento hasta su ejecución y registro de resultados. Los resultados deben ser interpretados y narrados de otra forma, es decir, para que sus observaciones tengan significado deben transformarse por medio del pensamiento y expresarse en forma de discurso ya sea en forma oral o escrita.

Por otra parte, la comunicación es necesaria entre los alumnos que pertenezcan al grupo de trabajo, entre estos y el grupo clase y entre ellos con el docente.

En concordancia con todo lo mencionado, se presenta como propuesta un Trabajo de Laboratorio de índole constructivista, sobre un contenido específico como es el tema «Fenómenos químicos y físicos», orientado a que el alumno indague, planifique, se comunice utilizando el lenguaje específico, piense, interprete resultados y pueda expresar conclusiones, ya sea por escrito o verbalmente, generando así su propio conocimiento.

Por otro lado, estará vinculado a la interacción discursiva que ocurre en el aula durante una actividad experimental y cómo los docentes y alumnos, a través de esa interacción construyen significados compartidos, entendiendo como interacción discursiva a la relación dialógica entre hablante y oyente y su vínculo con el significado construido.

DISEÑO DEL TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO

Se diseñó un trabajo práctico dirigido a alumnos de primer año de las carreras de Ingeniería Agronómica (IA), Licenciatura en Tecnología de los Alimentos (LTA) y Profesorado en Ciencias Biológicas (PCB) que se cursan en la Facultad de Agronomía (FAA) de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN). Está incluido en la asignatura Química General e Inorgánica, ubicada después del curso introductorio por lo que son las primeras nociones de química que se desarrollan en las mencionadas carreras. Por ello es necesario recuperar conceptos que deberían haberse adquirido en el nivel secundario. (Ver ANEXO I)

Se espera que a partir del desarrollo de este Trabajo (Guía de actividades presentada en el ANEXO II) los estudiantes: observen y reconozcan distintos tipos de sistemas, describan lo observado, compararen y clasifiquen. Puedan formular preguntas investigables proponiendo hipótesis y realizando predicciones. Aprendan a registrar e interpretar resultados y extraer conclusiones proponiendo explicaciones que den cuenta de los resultados. Asimismo, que puedan argumentar sus ideas utilizando el lenguaje propio de la química en situaciones específicas.

Por otro lado, se busca que los alumnos se familiaricen con los conceptos de cambio físico, cambio químico, sustancias puras, elemento y compuesto, soluciones, mezclas homogéneas y heterogéneas. Estos conceptos se abordan en la asignatura de acuerdo los siguientes autores: Brown, LeMay, Bursten y Murphy (2009), Chang (2010) y Atkins y Jones (2006). En el ANEXO I se presenta una descripción de los mismos.

En cuanto a la intervención del docente se espera que lleve a cabo preguntas productivas, con el propósito de orientar el pensamiento de los estudiantes y guiarlo para la construcción de su propio conocimiento.

De esta forma el docente incentivará al alumno a explicar lo que observa, clasificar el tipo de sustancia a utilizar, si se trata de una mezcla, una sustancia pura simple, compuesta y a diseñar estrategias para poner a prueba sus hipótesis por medio del diálogo con sus pares dentro del grupo y con el docente, fomentando la argumentación (Furman, 2008).

En este trabajo, durante el desarrollo del mismo, el docente podría interactuar con los estudiantes, formulando preguntas como las siguientes: ¿Qué características tienen estas sustancias? ¿Qué observan? ¿Observan algún cambio? ¿Qué estamos comparando? ¿Qué están haciendo? ¿Qué pasa si mezclamos arena y agua? ¿Qué pasa si calentamos la cinta de Magnesio? ¿Y el agua de mar? ¿Puedes encontrar una forma para separar las sustancias que uniste? ¿Por qué piensas que es un proceso físico/químico?

Es deseable que se comience con una pregunta o planteamiento de un problema para enfocar la atención de los alumnos. A partir de los conceptos que aporten los estudiantes, el profesor brindará la oportunidad de confrontarlos, debatirlos, afianzarlos o usarlos como andamiaje para llegar a ideas más sofisticadas (Gellon, Rosenvasser, Furman y Golombek, 2005).

Atendiendo a la posibilidad de que no todos los estudiantes puedan enfrentarse exitosamente al reto inicial, fomentar la participación de los estudiantes más retraídos con preguntas productivas del tipo "¿Qué pasa si...? etc." El rol del docente se basará en esta instancia en observar y escuchar a sus estudiantes para hacer un uso apropiado de las preguntas productivas sin detenerse en el "cómo" los estudiantes se aproximen a la solución del problema propuesto. El docente se convertirá de esta forma en facilitador y guía del aprendizaje activo de sus alumnos (Gellon y col., 2005)

Luego, el docente podría preguntar:

¿Cómo podrían explicarle al hijo de Hernán la diferencia entre proceso físico y proceso químico? Usa ejemplos y describe el proceso.

¿Cómo interpretan la frase de Hernán: "la forma en que ese papel ya no exista, es decir, que deje de ser un papel, sería quemándolo"?

INSTANCIA DE EVALUACIÓN

Como actividad final de evaluación o aplicación de lo aprendido, cada comisión deberá elaborar un Informe de Laboratorio escrito como ya se viene trabajando, cuyo esquema se incluye a continuación:

Título

Autores

Objetivos

Marco teórico: Hace referencia a conceptos/características/propiedades estrictamente relacionadas o involucradas en el contenido del trabajo práctico, como elaboración personal de los autores del informe y no como copia indiscriminada de un texto.

Materiales y métodos: Menciona qué procedimientos se siguieron en el trabajo, los materiales de laboratorio y drogas empleados en todas las experiencias realizadas, aún aquellas que han sido desarrolladas por otras comisiones de trabajo.

Resultados: aquellos obtenidos en las operaciones o procedimientos mencionados en el ítem anterior; no se hacen comentarios respecto de los resultados.

Conclusiones: Consisten en el análisis de las observaciones y/o resultados obtenidos; deben tener estrecha relación con los objetivos planteados más arriba.

Discusión: Hace mención a imprevistos ocurridos durante la ejecución del trabajo y que pudieran influir en los resultados recogidos y/u originar conclusiones no esperadas. En ciertos informes puede que este ítem no esté incluido.

Bibliografía: en este punto se deben citar el apellido y nombre del autor principal, año de edición, título del libro o trabajo, ó página de internet consultada.

Perspectivas

Se desea compartir en este trabajo cómo se pretende abordar el desarrollo de un trabajo experimental de manera innovadora, pues se considera que las prácticas de laboratorio actuales en las Universidades son bastante tradicionales.

En el trabajo de laboratorio propuesto en el ANEXO II se pretende que los estudiantes aprendan contenidos asociados al "hacer ciencias", como podría ser: incentivar a que ellos formulen preguntas investigables, propongan hipótesis y realicen predicciones, registren e interpreten resultados y extraigan conclusiones proponiendo explicaciones que den cuenta de los resultados. Asimismo, que puedan argumentar sus ideas utilizando el lenguaje propio de la química en situaciones específicas.

En un próximo trabajo, se espera compartir los resultados obtenidos de la implementación del Trabajo Práctico diseñado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atkins, P. y Jones, L. (2006). *Principios de Química*. 3ª Ed. Bookman, Porto Alegre
- Barberá, O. Y Valdés, P. (1996). EL trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las ciencias*, 14 (3), 365-379.
- Brown. LeMay. Bursten. Y Murphy. (2009). *Química La Ciencia Central*, México, D.F. Pearson Prentice Hall.
- Caamaño, A. (2002). ¿Cómo transformar los trabajos prácticos tradicionales en trabajos prácticos investigativos? *Aula de innovación educativa*, 11(113-114), 21-26.
- Carballo, D., y Andrés Z, M. M. (2014). Trabajo de laboratorio investigativo en física y la V de Gowin como herramienta orientadora para el desarrollo del pensamiento científico en educación media. *Revista de Investigación*, 38(82), 37-64. Recuperado en 11 de noviembre de 2017, de <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?Script=sciarttextypid=S1010-29142014000200003yIngl=esytling=es>
- Chang, R. (2010). *Química*, 10ª edición, Ed. Mc. Graw Hill.
- Cordón Aranda, R. (2008). Enseñanza y aprendizaje de procedimientos científicos (contenidos procedimentales) en la educación secundaria obligatoria. Análisis de la situación, dificultades y perspectivas. *Tesis doctoral en Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias*. Murcia: Universidad de Murcia, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
- De Pro Bueno, A. (1998). ¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias? *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 16(1),21-41.
- Duschl, R.A. (1996). *Renovar la enseñanza de las ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid: Narcea
- Furman, M. (2008). Ciencias Naturales en la Escuela Primaria: Colocando las Piedras Fundamentales del Pensamiento Científico. *IV Foro Lationamericano de Educación, Aprender y Enseñar Ciencias: desafíos, estrategias y oportunidades*.
- Gellon, G., Rosenvasser, E., Furman, M. y Golombek, D. (2005). *La ciencia en el aula. Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Buenos Aires: Argentina: Editorial Paidós.

- Insausti, M. J. (1997). Análisis de los trabajos prácticos de química general en un primer curso de universidad. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 15(1), 123-130.
- Insausti, M. y Merino, M. (2000). Una propuesta para el aprendizaje de contenidos procedimentales en el laboratorio de Física y Química. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5(2), 93-119.
- Izquierdo, M. (ed.) (1999). Aportación de un modelo cognitivo de ciencia a la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra
- Izquierdo, M.; Sanmartí, N. y Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (1).
- Jiménez-Aleixandre, M.P. y J. Díaz de Bustamante (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 16, 359-370.
- Llorens, J. A. (2007). *en Aprendizaje activo de la física y la química*; Pinto, G; ed.; Equipo Sirius: Madrid, 281-288.
- Pozo, J. I. (1996). Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de donde vienen, a donde van...y mientras tanto que hacemos con ellas. *Revista Alambique*, 7, 18-26
- Pro Bueno, A. (2013). Enseñar procedimientos: por qué y para qué. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 73, 69-76.
- Séré, M.G. (2002). La enseñanza en el laboratorio ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 20(3), 357-368.
- Tamayo A., Ó.E. y Sanmartí, N. (2007). High-School Students. Conceptual Evolution of the Respiration Concept from the Perspective of Giere's Cognitive Science Model. *International Journal of Science Education* 2(29), 215-248.
- Watzlawick, P., Beavin, H., y Jackson, D. (1981). Teoría de la comunicación. *Tiempo contemporáneo. los niños y niñas de preescolar de la Institución educativa Mercedes Ábrego*. Cap.2. Pp. 28-3

ANEXO I

Tabla 1: Conceptos científicos a aprender por el estudiante

CONCEPTO	Brown y otros (2009)	Chang (2010)	Atkins y Jones (2006)
Sustancia pura	Materia con propiedades y composición que no varía de una muestra a otra	Forma de materia con composición (constante) y propiedades distintivas.	Tipo de materia que es igual a cualquier escala incluso a escala microscópica.
Elemento	No pueden descomponerse en sustancias más simples	Sustancia que no se puede separar en otras más sencillas por métodos químicos	Sustancia compuesta por un único tipo de átomos. En sus diferentes combinaciones componen toda la materia.
Compuesto	Sustancias que contienen dos o más elementos, dos o más tipos de átomos	Sustancia formada por átomos de dos o más elementos unidos químicamente en proporciones fijas	Sustancia integrada por dos o más elementos distintos en una proporción determinada
Mezclas	La composición puede variar. Las sustancias que la forman: componentes	Combinación de dos o más sustancias en las que estas conservan sus propiedades. Se pueden separar por métodos físicos sin cambiar de identidad sus componentes	No tienen una composición determinada. Sus componentes no están unidos químicamente mantienen sus propiedades físicas y químicas y se pueden separar por métodos físicos
Mezclas heterogéneas	No tienen la misma composición, propiedades y apariencia en todos sus puntos.	Composición no uniforme	Se pueden identificar los distintos componentes que la forman a simple vista o con un microscopio.
Mezclas homogéneas (soluciones)	Uniformes en todos sus puntos.	Composición uniforme	No es posibles distinguir sus componentes ni con un potente microscopio.
Cambio físico	Una sustancia cambia su apariencia, pero no su composición	Se puede medir y observar sin que se modifique la composición de la sustancia.	Las sustancias conservan sus propiedades físicas y químicas.
Cambio químico (reacción química)	Una sustancia se transforma en otra químicamente diferente	Desaparece la sustancia original transformándose en otra con diferentes prop. físicas y químicas	Capacidad de una sustancia de transformarse en otra

ANEXO II

GUÍA DE ACTIVIDADES

Los indicadores que figuran en letra cursiva, debajo de cada actividad, son una guía de las respuestas esperables para los docentes y no estarán explícitos en el material que se le entregue al estudiante

Actividad1:

¿Qué es un proceso químico y qué es un proceso físico?

a) Lea el siguiente problema y conteste:

Agustín está buscando la mejor manera para hacer desaparecer un papel y no sabe si debería quemarlo o cortarlo en pedacitos. Su padre lo ve muy pensativo y le pregunta qué es lo que quiere hacer. Hernán, el papá de Agustín, es químico y le explica que la forma de que ese papel ya no exista, es decir, que deje de ser un papel, sería quemándolo porque quemar el papel es un proceso químico mientras que cortarlo es un proceso físico. Agustín no entiende la diferencia entre proceso químico y proceso físico....

b) ¿Qué pregunta quiere contestar Agustín? En base a lo visto en la clase anterior formule la pregunta investigable.

Pregunta investigable:

Indicador: ¿Cuáles son las características de un proceso físico y cuales las de un proceso químico? O ¿Qué diferencia hay entre un proceso químico y un proceso físico? O similar.

c) Las respuestas a esta pregunta van a ser nuestras hipótesis de trabajo. Formule las hipótesis que considere pertinentes

Hipótesis:

Indicador: Los procesos físicos son aquellos cambios que sufre la materia en su forma, en su volumen o en su estado, sin alterar sus propiedades o naturaleza. En cambio, los procesos químicos con llevan una variación en las propiedades, de la naturaleza de la materia, es decir a partir de una porción de materia llamada reactivo, se obtiene un material distinto denominado Producto, por medio de una reacción química y en la cual pueden influir diversos factores tales como la luz, presión, u otras sustancias reactivas

Actividad II:

- a) De acuerdo a la lista de materiales y reactivos disponibles (Tabla 2) diseñen en grupo una experiencia para mostrarle al hijo de Hernán distintos procesos físicos y químicos. Luego anoten lo que van a usar.

Indicador: Se espera el diseño de experiencias que involucren procesos físicos y procesos químicos con reactivos que le serán facilitados por medio de un listado y material de laboratorio con el que cuentan desde principio de año cuando les fue entregado su caja de trabajo experimental, dejando la posibilidad de incorporar nuevo material al mencionado.

Materiales y reactivos a utilizar por los alumnos:

Tabla 2. Contenido de las cajas que cada comisión dispone habitualmente. Se entregan a principio de año y se devuelven al terminar las clases de laboratorio y reactivos que provee la cátedra

Materiales del laboratorio *	Reactivos
Mechero-Trípode	Ioduro de potasio
Tela de Amianto	Nitrato de plomo (II)
Cápsula de porcelana	Hierro
Triángulo de pipas	Agua
Cristalizador	Sulfato de cobre (II)
Imán	Cinta de Magnesio (Mg ⁰)
Pinza metálica	Hidróxido de sodio
Papel de filtro- Erlenmeyer	Agua de mar
Tamíz-Espátulas-Pinza de madera	Arena
Vaso de precipitado de 100 ml.	Óxido de mercurio (II)
Probeta de 50ml.-Matríz de 50ml.	
Vidrio reloj	
Piseta plástica	
Pipeta de 5ml. y 10ml.	
Escobilla-Gradilla	
Tubos de ensayo	
Varilla de agitación-embudo	

Para orientarse sobre reacciones químicas a llevar a cabo, se les entrega una copia del capítulo de Vogel (1960) que tiene varias reacciones químicas que pueden sufrir las sustancias puras entregadas

b) Elabore una tabla para registrar los resultados.

Actividad III:

Lleve a cabo un diagrama conceptual con los resultados obtenidos

Indicador: En esta etapa debería interpretar los resultados obtenidos en relación a las hipótesis de trabajo o/ y extraer conclusiones para dar respuesta a la pregunta problema.

Se vuelcan por escrito los resultados de todos los grupos en una tabla que se arma en el pizarrón y se discute entre todos, las respuestas a la pregunta problema extrayendo conclusiones consensuadas y enriquecidas por el trabajo de cada uno de los grupos.

De interés

JORNADAS PARA ESTUDIANTES INGRESANTES: PRIMERAS APROXIMACIONES A LA ALFABETI- ZACIÓN CIENTÍFICA

Teresa Pérez¹, Mónica Peralta², Marcela Pellegrini³ y Claudia Moreno⁴

1- Profesora de las áreas de Química y de Taller de Prácticas Docentes del Instituto de Formación Docente Continua de General Roca. Auxiliar de docencia en Introducción a la Química de los Sistemas Biológicos de la Facultad de Ciencias Médicas de la UNCo.

2- Profesora del área de Física del Instituto de Formación Docente Continua de General Roca. Auxiliar de docencia en Introducción a la Biofísica de la Facultad de Ciencias Médicas de la UNCo.

3- Profesora del área de Química del Instituto de Formación Docente Continua de General Roca.

4- Profesora del área de Física del Instituto de Formación Docente Continua de General Roca. Profesora del departamento de Física de la Facultad de Ingeniería de la UNCo.

E-mail: teresaperez02@gmail.com, monicaeperalta@hotmail.com

Resumen: El acceso libre a la educación superior debe estar acompañado de acciones institucionales que atiendan a las subjetividades e identidades de los estudiantes y favorezcan sus trayectorias. En este artículo se presenta el trabajo realizado con ingresantes a las carreras de Profesorado en Física y Química del Instituto de Formación Docente Continua de General Roca. La propuesta se centró en la necesidad de promover en los y las estudiantes procesos de formación que atiendan a la especificidad disciplinar desde el marco epistemológico didáctico de la alfabetización científica. Las diferentes actividades intentaron acercar a los estudiantes a formas reflexivas de construcción del conocimiento escolar, recuperando como estrategias metodológicas el trabajo colaborativo y la metacognición.

Palabras clave: educación superior, formación de formadores, alfabetización científica, imagen de ciencia

Workshop for first year students: A first approach to scientific literacy

Abstract: The free access to higher education must be accompanied by in-

stitutional actions that attend students' subjectivities and identities in favour of their career. In this article, we present the experience made with first year students from the training teacher course of Physics and Chemistry at Instituto de Formación Docente Continua General Roca. The experience is focused on the need of promoting subject training processes in students from a didactic epistemological framework of scientific literacy. The different activities were designed in order to approach students to reflexive forms of constructing school knowledge, by recovering collaborative and metacognitive work as methodologic strategies.

Key words: higher education, teacher training courses, scientific literacy, image of science.

"En la clase del señor Bernard, sentían por primera vez que existían y que eran objeto de las más alta consideración: se los consideraba dignos de descubrir el mundo".

Camus: 1994

PRESENTACION DE LA PROPUESTA

En Argentina, la educación superior está integrada por dos sistemas: el universitario y el terciario no universitario. En el caso del sistema terciario no universitario, el proceso de descentralización acontecido a partir de 1992 condujo a que en la actualidad este sector dependa en su totalidad de los gobiernos provinciales (Gómez y Ruiz, 2018). Así, en la provincia de Río Negro, el sistema formador está constituido por 11 Institutos de Formación Docente Continua (IFDC) que ofrecen carreras de profesorado en nivel inicial, primario, secundario y especial. Desde sus inicios las políticas educativas provinciales garantizan el acceso libre, gratuito e irrestricto a estas instituciones.

No obstante, diferentes estudios revelan que la gratuidad y el libre ingreso no garantizan por sí mismos que un porcentaje significativo de estudiantes puedan completar satisfactoriamente los estudios y acreditar su formación profesional (Castillo y Cabezas, 2018, Donoso, Donoso y Arias, 2018, García de Fanelli y Jacinto, 2010, Montenegro, 2016). La articulación con la escuela secundaria, la permanencia, la retención y el egreso emergen así, como problemáticas relevantes y recurrentes que interpelan las prácticas de enseñanza y las políticas institucionales en materia de acompañamiento a las trayectorias. Resulta evidente que la discusión no debe rondar en torno al carácter irrestricto, sino en la necesidad de apostar a un sistema de educación superior público, abierto, transformador y atento a las subjetividades e identidades culturales de los y las estudiantes.

El desarrollo de instancias de acompañamiento a los y las estudiantes

que ingresan a los Profesorados de Educación Secundaria en Física y en Química del IFDC de General Roca ha adquirido, desde los inicios de las carreras en el año 2012, diferentes matices y formas¹. Inicialmente, se implementaron propuestas centradas principalmente en la lógica disciplinar que incluían el tratamiento de contenidos de física, química y matemática contemplados en los diseños curriculares de la escuela secundaria. Los y las estudiantes asistían durante dos semanas a clases teórico prácticas donde se abordaban saberes específicos a cada uno de estas disciplinas.

No obstante, a partir del afianzamiento de los espacios curriculares de Introducción a la Física e Introducción a la Química² se identificó la necesidad de que estas propuestas se acercaran al campo de la alfabetización científica. Entendiendo que estar alfabetizado científicamente tiene que ver con la comprensión profunda de las características y leyes básicas del mundo que nos rodea. Así como también, con el desarrollo de ciertas habilidades cognitivas relacionadas con los modos de producción del conocimiento científico: el pensamiento crítico y autónomo, la formulación de preguntas, la construcción de registros observacionales, el control de variables, la interpretación de evidencias, la construcción de modelos explicativos y la argumentación, la contrastación y el debate como herramientas para la resignificación de los saberes (Díaz y García, 2011, García Carmona, Vázquez Alonso y Manassero Mas, 2011, Vázquez Alonso y Manassero Mas, 2012).

Atendiendo a este marco, a inicios del ciclo lectivo 2018 se desarrolló una experiencia pedagógica centrada en la intencionalidad de promover en los y las estudiantes procesos de formación que atiendan la especificidad disciplinar desde el marco epistemológico didáctico de la alfabetización científica. Se diseñaron actividades que acercaran a los y las estudiantes a formas reflexivas de construcción del conocimiento escolar. Conocimiento que trasciende más allá de ser una forma mediadora entre el conocimiento científico y el conocimiento cotidiano, emergiendo como una herramienta alternativa y eficaz para indagar la realidad, para cuestionarla, para intervenir sobre ella, para transformarla (Zambrano, 2017).

Simultáneamente, se buscó acentuar el valor del trabajo colaborativo y cooperativo. Las experiencias cooperativas de aprendizaje animan al sujeto a repensar, expresar y fundamentar su pensamiento y su modo de actuar, a descentrar su razonamiento, a coordinar su accionar con

1 Los profesorados de Educación Secundaria en Física y en Química comenzaron a dictarse en el IFDC de General Roca en el año 2012 (Resol. 3265/11 y 3266/11). En el año 2016 se llevó a cabo un proceso de revisión curricular que involucró a los planes de estudio de todas las carreras de formación docente de la provincia de Río Negro, siendo estos los planes de estudio en vigencia (Resol. 3665/15 y 3666/15).

2 Primer cuatrimestre del primer año de los profesorados en Física y en Química respectivamente (Resol. 3665/15 y 3666/15).

los demás, favoreciendo su condición integral cuyos componentes afectivos, deseos, angustias, miedos, están presentes en el aprender y el enseñar. En este sentido, se propuso favorecer la consolidación de trayectorias académicas que confluyeran en comunidades de aprendizaje, dando cuenta de la diversidad cultural, intelectual, social y afectiva de los y las estudiantes.

Las instancias de reflexión metacognitiva atravesaron permanentemente las acciones y los momentos de encuentro y trabajo. La reflexión en torno a los procesos internos que condicionan la construcción y transmisión de nuevos conocimientos se constituye como un acto continuo y contextualizado que posibilita reconfigurar así el hacer. En palabras de Anijovich, Cappelletti y Mora (2009):

"la reflexión, por lo tanto, es un proceso que necesita tiempo para volverse explícita, consciente y constituirse como práctica; es individual, y al mismo tiempo acontece en un contexto institucional, social y político. (...) es un meta-aprendizaje y, a su vez un aprendizaje generativo, en la medida que produce reestructuraciones de esquemas previos y apertura a nuevas interpretaciones de la realidad". (p. 47)

Plaza, Galli y Meinardi (2015), recuperando a Neus Sanmartí (2002), explican que los seres humanos son capaces de someter a estudio y análisis los procesos que él mismo usa para conocer, aprender y resolver problemas, es decir, puede tener conocimiento sobre sus propios procesos cognitivos y, además, controlar y regular el uso de estos procesos. El desafío se centró así en promover procesos intelectuales que movilizaran a indagar, interpelar, develar y explicitar las estrategias de pensamiento y las formas internas en que se iban produciendo la reconfiguración de los diferentes objetos de estudio, pero entendiendo que son las propias subjetividades las que regulan el acercamiento al objeto de estudio.

CONTEXTO DE LA EXPERIENCIA

La propuesta se desarrolló durante las dos primeras semanas del mes de marzo del ciclo lectivo 2018. Se realizaron tres encuentros de tres horas cada uno, de los que participaron estudiantes ingresantes a las carreras de Profesorado en nivel medio en Física y Profesorado en nivel medio en Química.

Se definieron como objetivos específicos del espacio:

- Iniciar a los estudiantes en el debate en relación a las implicancias sociales, culturales, políticas y económicas del conocimiento científico.
- Promover espacios compartidos de reflexión en relación a los sentidos y significados que atraviesan la enseñanza de la física y la química.

- Favorecer el desarrollo de habilidades cognitivas propias de los modos de construcción del conocimiento científico: formulación de preguntas, construcción de registros observacionales, control de variables, interpretación de evidencias, construcción de modelos explicativos.
- Facilitar la consolidación de espacios de encuentro y aprendizaje fundados en prácticas de trabajo colaborativo y cooperativo.

Las jornadas se implementaron bajo la metodología de taller. Los y las estudiantes participaron de actividades que posibilitaron un primer acercamiento a los modos de construcción del conocimiento científico. Se presentaron diferentes actividades de carácter lúdico experimental con la intencionalidad pedagógica de movilizar la puesta en juego de diferentes operaciones cognitivas. Simultáneamente, se propusieron dinámicas de trabajo que habilitaran la consolidación de espacios y tiempos de interacción, colaboración y cooperación entre pares y con las docentes. Estas dinámicas involucraban el trabajo en parejas, en grupos pequeños, en grupo grande y sesión plenaria.

PRIMERAS APROXIMACIONES A LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA

Acercar a los y las estudiantes a la lógica disciplinar desde la alfabetización científica supone el diseño e implementación de prácticas de enseñanza centradas en los procesos de construcción de conocimientos científicos, favorezcan la apropiación y significación de las formas de pensar propias de la ciencia (Gellon y col., 2005).

Esto no supone reducir la enseñanza del aspecto metodológico de las ciencias a la presentación estandarizada del "método científico", sino involucrarse y transitar propuestas que permitan identificar y aplicar la diversidad de estrategias y habilidades cognitivas que sostienen el "hacer ciencias". Resulta entonces necesario generar oportunidades didácticas para que los y las estudiantes puedan buscar regularidades, formular hipótesis y validarlas a partir de la observación y experimentación, respetando sus tiempos e intereses.

En este sentido, Marín (2011) afirma que:

"para aproximarse al conocimiento científico existen muchas metodologías, la comprensión del mundo que nos rodea, se puede conseguir en la experimentación ya que el estudiante debe manipular, construir, realizar las actividades y así demostrar y explicar una teoría, que en este caso se hace con objetos cotidianos o de reciclaje". (p. 62)

Mientras que Peña (2012) sostiene que:

"Al implementar actividades experimentales en el aula, el estudiante tiene una oportunidad de recrear significativamente el conocimiento científico, mediante la integración de saberes, el fortalecimiento y desarrollo de competencias". (p. 19)

Para el desarrollo de las actividades se trabajó en base al material "Experiencias para la enseñanza de ciencias naturales: bolitas, rampas y túneles" del MECyT³. Se entendía que la sencillez y adaptabilidad de las experiencias propuestas favorecerían el desarrollo de los objetivos definidos.

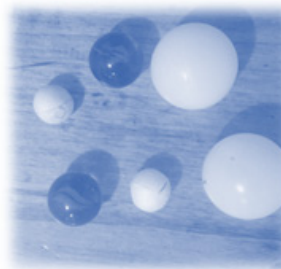
El primer encuentro se inició con una actividad que permitió a los y las estudiantes explicitar sus propios imaginarios y concepciones en relación a los modos en que se construye el conocimiento científico. Las concepciones constituidas en relación a la naturaleza de la ciencia atraviesan tanto sus propios procesos de construcción de conocimientos como los sentidos y significados que atribuyan a sus prácticas docentes. Diversas investigaciones (García Carmona, Vázquez Alonso y Manassero Mas, 2011, Vázquez Alonso y Manassero Mas, 2012) evidencian que los y las docentes con recurrencia apelan a la imagen pública (Olivé, 2004) y descontextualizada de la ciencia que no reconoce su carácter como construcción cultural. De ahí la necesidad de promover desde el principio de la formación como formadores instancias que permitan tanto identificar, explicitar e interpelar las propias concepciones como reflexionar sobre el carácter público de la ciencia. *¿Qué imagen de ciencia construimos durante nuestras trayectorias escolares? ¿Qué imagen de ciencia impregnará nuestras prácticas de enseñanza?* son dos interrogantes que necesitan irrenunciablemente atravesar tanto los espacios curriculares de la formación general, como de la formación específica y del campo de las prácticas docentes.

En un segundo momento, los y las estudiantes organizados en grupos de 6 integrantes trabajaron a partir de una guía de actividades destinada a poner en juego operaciones cognitivas relacionadas con la observación y construcción de registros, la formulación de hipótesis, la construcción de criterios de clasificación y jerarquización, el diseño experimental, la discusión de resultados, la elaboración de conclusiones y la modelización (Figura 1). Cada grupo disponía de pelotitas de diferente diámetro y material (metal, vidrio, plástico, poliestireno expandido).

³ Material disponible en <http://repositorio.educacion.gov.ar/dspace/bitstream/handle/123456789/54480/EL002090.pdf?sequence=1>

Responder y registrar

1. ¿De qué materiales son las distintas pelotitas?
2. ¿Qué contienen dentro?
3. ¿Cómo se vería su interior si la cubierta fuera transparente y pudiéramos observarlas con un “identificador de partículas”?
4. ¿Qué aspectos en común presentan? ¿En qué se diferencian?
5. Numerar las pelotitas y ordénalas por su tamaño y por su masa. ¿La masa se relaciona con el tamaño?
6. ¿Cuáles ruedan más? ¿Cuáles menos? ¿Cómo lo comprobamos?
7. Al rodar ¿describen trayectorias similares o diferentes? Describir las trayectorias.
8. ¿Todas rebotan? ¿Cómo lo comprobamos?
9. Ordenar las pelotitas de acuerdo a su rebote de menor a mayor.
10. ¿Qué ocurre si en lugar de hacer rebotar las pelotitas en el piso las hacemos rebotar sobre una superficie cubierta de tela?
11. ¿Todas hacen ruido al rebotar? ¿El ruido se relaciona con la composición de las pelotitas?
12. Intentar mover las pelotitas soplando a través de un sorbete. ¿La facilidad con que se mueve se relaciona con la facilidad para rebotar?



En los ítems 8, 10 y 12 registrar las predicciones iniciales (¿qué esperamos que pase?), el diseño experimental (¿cómo lo vamos a verificar?), los resultados (¿qué pasó?) y si coinciden o no las predicciones iniciales con los resultados obtenidos.

Figura 1. Consignas Actividad 2 - Primer encuentro

En el segundo encuentro, la guía de actividades contempló tanto tareas vinculadas con las operaciones abordadas en el encuentro anterior, y que debían ser reconocidas por los y las estudiantes, como con nuevas operaciones relacionadas con el control de variables, la confiabilidad y replicabilidad y reiteratividad de los experimentos, y el registro y sistematización de datos (Figura 2). Para el trabajo, cada grupo contó con 3 pelotitas de cada material (metal, vidrio, plástico, poliestireno expandido). A los y las estudiantes se les solicitó que trajeran reglas de 30 cm y cintas métricas.

Responder y registrar

1. ¿Qué conocen sobre el tema del rebote? ¿Qué significa "rebotar"?
2. ¿Rebotan todas las pelotitas de la misma manera? ¿Qué tipos de pelotitas rebotan bien? ¿Qué hace que una pelotita rebote mejor que otra?
3. ¿Cuál otro objeto, diferente de una pelotita, puede rebotar?
4. ¿Cómo rebota una pelotita que se deja caer y cómo otra que se lanza con cierta fuerza?
5. ¿Qué pasa cuando la pelotita golpea la pared?
6. ¿Hay diferencia en cuanto a la altura máxima hasta la rebotan entre las pelotitas de un mismo material? ¿Cómo podríamos comprobar que pelotitas rebotan más alto?
7. ¿Hay diferencia en cuanto a la altura máxima hasta la rebotan entre las pelotitas de un mismo material? ¿Cómo podríamos comprobar que pelotitas rebotan más alto?
8. ¿Hay diferencia en cuanto al número de rebotes entre las pelotitas de un mismo material? ¿Cómo podríamos comprobarlo?
9. ¿Hay diferencia en cuanto al número de rebotes entre las pelotitas de un mismo material? ¿Cómo podríamos comprobarlo?
10. Si una misma pelotita se hace rebotar en tres ocasiones diferentes en el mismo lugar ¿cambiará el número de rebotes? ¿Cómo podríamos comprobarlo?



En los ítems 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 registrar las predicciones iniciales (¿qué esperamos que pase?), el diseño experimental (¿cómo lo vamos a verificar?), los resultados (¿qué pasó?) y si coinciden o no las predicciones iniciales con los resultados obtenidos.

Además, construir tablas de registros que permitan sistematizar los resultados obtenidos en las experiencias 6, 7, 8, 9 y 10.

Figura 2. Consignas Actividad - Segundo encuentro

En el tercer encuentro se centró la propuesta en el diseño y construcción de dispositivos experimentales sencillos (Figura 3). Para ello, se solicitó previamente a los y las estudiantes que trajeran al encuentro cajas y tubos de cartón, tijeras, goma de pegar, cinta de pegar, cúter y abrochadora.

Responder, registrar y construir

1. Construir un circuito de rampas de cartón. Ser creativos y originales, el circuito puede contener pistas rectas, con curvas, rampas, túneles, colinas, etc. Lo importante es que las pelotitas puedan completar todo el recorrido. El circuito debe contener al menos tres secciones diferentes.
2. Predecir y registrar cuáles son las bolitas que se espera que rueden a mayor velocidad y cuáles a menor.
3. Predecir y registrar en que sectores del circuito las pelotitas alcancen mayor velocidad y en cuáles menor.
4. ¿Los pesos de las bolitas están relacionados con la velocidad de rodamiento? Registrar lo esperado.
5. ¿Cómo podemos medir la velocidad de las pelotitas si realizamos las experiencias 2 y 3? Describir el diseño experimental necesario.



6. Rodar las pelotitas y registrar lo observado.
7. Comparar los resultados obtenidos con los esperados.
8. ¿Qué cambios se podrían realizar a los circuitos para que las pelotitas adquieran mayor velocidad? Fundamentar las respuestas.
9. ¿Qué operaciones relacionadas con la construcción del conocimiento científico se pusieron en juego en este trabajo?

Figura 3. Consignas Actividad y dispositivos contruidos por estudiantes- Tercer encuentro

Finalizado el trabajo grupal, en cada uno de los tres encuentros se avanzó en la socialización de lo trabajado y la institucionalización teórica. Se institucionalizaron las operaciones cognitivas abordadas en cada actividad y los y las estudiantes las identificaron en los registros contruidos durante en desarrollo de las actividades.

En el cierre del tercer encuentro, se abordaron conjuntamente los distintos tipos de construcciones intelectuales que sostienen el trabajo científico: predictivas, explicativas y descriptivas.

Finalmente, se recuperaron las imágenes de ciencia referidas en la actividad inicial del primer encuentro y se solicitó su reconstrucción a partir de lo trabajado.

Volver sobre los recorridos realizados, comparar los diferentes resultados obtenidos y los modos en que se obtuvieron esos resultados, identificar y explicitar las operaciones que se fueron desarrollando en cada etapa, tensionar los conocimientos contruidos emergen como experiencias educativas poderosas.

En la instancia final de cierre, los y las estudiantes realizaron valoraciones positivas en relación al trabajo realizado y destacaron la relevancia de acercarse al campo de estudio de la Física y la Química poniendo en discusión no sólo aspectos netamente conceptuales sino también metodológicos. Reflexionaron asimismo sobre las propias representaciones mentales referidas a cómo se construye el conocimiento científico y las operaciones que se ponen en juego. En diferentes ocasiones pudieron reconocer escenas que ejemplificaban los modos en que había ido construyendo a lo largo de sus historias escolares esas imágenes, recuperando en algunos casos, e interpelando críticamente en otros, su potencialidad didáctica.

Los grupos conformados pudieron explicar e interpretar cuando sus observaciones fueron distintas a las predicciones. En este proceso se identificaron relaciones, puntos de encuentro y tensiones entre las ideas previas y los nuevos conocimientos. Como señalan Gunstone y Northfield (1994), este tipo de actividades tiene un marcado carácter metacognitivo en la medida en que, si se desarrollan adecuadamente, ayudan a los y las estudiantes a ser conscientes de sus propios procesos cognitivos.

Estas jornadas permitieron que los y las estudiantes realizaran una primera aproximación a los espacios curriculares específicos de su carrera, destacándose el trabajo colaborativo, las discusiones entre pares a medida que se resolvían las distintas experiencias y la sociabilización de los resultados experimentales.

A MODO DE CIERRE (PROVISORIO)

Buscar y generar acciones que favorezcan la articulación entre la escuela secundaria y la educación superior, acompañar las trayectorias de los y las estudiantes ingresantes, favorecer su permanencia y su egreso son algunas de las múltiples dimensiones que impregnan las discusiones en relación al ingreso irrestricto. Este es el marco en se gestó y puso en práctica esta experiencia. Si el ingreso irrestricto garantiza el libre acceso a la educación superior, como docentes que habitamos instituciones terciarias y universitarias tenemos la responsabilidad política y ética de gestar acciones que favorezcan los recorridos y trayectorias de los y las estudiantes.

En reiteradas ocasiones los primeros espacios que se presentan a los y las estudiantes ingresantes a carreras relacionadas con la física y la química se relacionan con la revisión de contenidos netamente conceptuales. Se está legitimando y replicando así una lógica que relega los aspectos metodológicos y sociales del conocimiento científico. En contrapartida, las intencionalidades que guiaron la experiencia presentada en este artículo se centraron en la necesidad de deconstruir esta matriz. Su potencialidad pedagógica se manifiesta en la posibilidad de pensar

los primeros recorridos de los y las estudiantes ingresantes a las carreras docentes desde la alfabetización científica, el trabajo colaborativo y la metacognición. El proceso de reflexión buscado debería ser un eje transversal de la formación inicial, tanto en el campo de las prácticas docente como en el de la formación general y la formación específica. Tal como se expresa en el Diseño Curricular⁴

"Si los/as futuros/as docentes comienzan a profundizar sobre la construcción de un pensamiento crítico respecto de su propia práctica, las teorías que la sustentan, de los discursos y de la comunidad que los interpretan, estarán frente a la dinámica de un desarrollo personal, en el sentido de Ferry (1998)⁵, que trasciende la formación inicial". (p. 74)

Quizás la propuesta no sea en su estructura innovadora ni disruptiva, pero estamos convencidas de que quienes hoy nos abocamos a la formación de formadores tenemos la responsabilidad de habilitar y sumergirnos en nuevos territorios y tiempos por donde circule la palabra. Territorios y tiempos que tensionen los sentidos y significados que atraviesan la formación de formadores en general y de profesores de Física y de Química en particular. Territorios y tiempos que promuevan la conformación de campos interdisciplinarios que alienten el intercambio, la comunicación y la producción de materiales específicos.

Y desde ese lugar, esperamos que este artículo se presente como una instancia desde donde seguir construyendo puentes y posibilitando posibles intercambios con otros pares. En palabras de Paulo Freire (2005)

"Es pensando críticamente la práctica de hoy o la de ayer como se puede mejorar la próxima. El propio discurso teórico, necesario a la reflexión crítica, tiene que ser de tal manera concreto que casi se confunde con la práctica". (p. 19)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anijovich, R., Cappelletti, G. y Mora, S. (2009). *Transitar la formación pedagógica. Dispositivos y estrategias*. Buenos Aires: Paidós.

Castillo, J., y Cabezas, G. (2018). Caracterización de jóvenes primera generación en educación superior. Nuevas trayectorias hacia la equidad educativa. *Calidad en la Educación*, (32).

Camus, A. (1994). *El primer hombre*. Madrid: Tusquets.

⁴ Diseño Curricular para la Formación Docente en Química (3266/1). Diseño Curricular para la Formación Docente en Física (3465/11).

⁵ Ferry interpela el concepto de formación. Para el autor nadie forma a otro sino que cada uno se forma a sí mismo, a través de distintos mediadores. Los y las docentes son mediadores como lo son también las lecturas, las circunstancias, los accidentes de la vida, la relación con otros (Ferry: 1998).

- Díaz, I. y García, M. (2011). Más allá del paradigma de la alfabetización: La adquisición de cultura científica como reto educativo. *Formación universitaria*, 4(2), 3-14.
- De Pro Bueno, A. (1998). ¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias? *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 16(1), 21-41.
- Donoso, S., Donoso, G. y Arias, Ó. (2018). Iniciativas de retención de estudiantes de educación superior. *Calidad en la Educación*, (33).
- Freire, P. (2005). *Pedagogía de la autonomía, saberes necesarios para la práctica educativa*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- García Carmona, A., Vázquez Alonso, A., y Manassero Mas, M. A. (2011). Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3), 403-412.
- García de Fanelli, A., y Jacinto, C. (2010). Equidad y educación superior en América Latina: el papel de las carreras terciarias y universitarias. *Revista Iberoamericana de educación superior*, 1(1), 58-75.
- Gellon, G., Rosenvasser Feher, E. Furman, M y Golombek, D. (2005). *La ciencia en el aula: Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Buenos Aires: Paidós.
- Gómez, S. y Ruiz, G. (2018). El acceso irrestricto de estudiantes a las universidades argentinas a través de los discursos de la prensa diaria (1982-1983). *História da Educação*, 22(54), 113-134.
- Gunstone, R. y Northfield, J. (1994). Metacognition and learning to teach. *International Journal of Science Education*, 16(5), 523-537.
- Marín S. (2011). *Conceptualización de las Competencias Científicas en los Estudiantes de Grado Decimo*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Bogotá.
- Montenegro, E. B. J. (2016). *Políticas de acceso a la Universidad Nacional de La Plata. Un análisis de las estrategias de ingreso desde la sanción de la Ley de Educación Superior (1995-2015)*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación.
- Olivé, León. (2004). *El bien, el mal y la razón. Facetas de la ciencia y la tecnología*. México: Paidós.
- Peña C. (2012). *Uso de actividades experimentales para recrear conocimiento científico escolar en el aula de clase, en la institución educativa mayor de yumbo*. Tesis de grado. Universidad Nacional del Valle. Sede Palmira.

- Plaza, M. V., Galli, L. G., y Meinardi, E. (2015). La reflexión metacognitiva como estrategia para trabajar las creencias de sexualidad y género en la formación docente. *Revista del IICE*, (38), 63-74.
- Vázquez Alonso, Á. y Manassero Mas, M. A. (2012). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias* 9(1).
- Zambrano, A. (2017). La relación entre conocimiento común y conocimiento científico en el contexto de la enseñanza, aprendizaje y cambio conceptual de las ciencias. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*, (3).

De interés

EL PREMIO NOBEL EN QUÍMICA 2018

Por Luz Lastres

3 de Octubre de 2018

La Real Academia de Ciencias Sueca ha decidido otorgar el Premio Nobel en Química 2018, con la mitad para

Frances H. Arnold

California Institute of Technology, Pasadena, USA

“por la evolución dirigida de enzimas”

y la otra mitad conjuntamente para

George P. Smith

University of Missouri, Columbia, USA

y

Sir Gregory P. Winter

MRC Laboratory of Molecular Biology, Cambridge, UK

“por la presentación de fagos (phage display) de péptidos y anticuerpos”



Frances H. Arnold

Nacida el 25 de Julio, 1956, Pittsburgh, PA, USA

Ph.D. 1985, University of California, Berkeley, USA

Professor of Chemical Engineering, Bioengineering and Biochemistry, California Institute of Technology (Caltech), Pasadena, CA, USA

<http://fhalab.caltech.edu>



George P. Smith

Nacido el 10 de Marzo, 1941, Norwalk, CT, USA

Ph.D. 1970, Harvard University, Cambridge, MA, USA

Curators' Distinguished Professor Emeritus of Biological Sciences, University of Missouri, Columbia, USA

<http://biology.missouri.edu/people/?person=94>



Sir Gregory P. Winter

Nacido el 14 de Abril, 1951, Leicester, United Kingdom

Ph.D. 1976. University of Cambridge, UK.

Research Leader Emeritus, MRC Laboratory of Molecular Biology, Cambridge, United Kingdom

www2.mrc-lmb.cam.ac.uk/groupleaders/emeritus/greg-winter/

Información de prensa

Ellos aprovecharon el poder de la evolución

El poder de la evolución se revela a través de la diversidad de la vida. Los Premios Nobel de Química de 2018 han tomado el control de la evolución y lo han utilizado con el fin de brindar el mayor beneficio a la humanidad. Las enzimas producidas a través de la evolución dirigida se utilizan para fabricar todo, desde biocombustibles hasta productos farmacéuticos. Los anticuerpos desarrollados utilizando un método llamado presentación de fagos pueden combatir las enfermedades autoinmunes y, en algunos casos, curar el cáncer metastásico.

Desde que surgieron las primeras semillas de la vida hace unos 3.700 millones de años, prácticamente cada grieta de la Tierra se ha llenado de diferentes organismos. La vida se ha extendido a aguas termales, océanos pro-

fundos y secos desiertos, todo porque la evolución ha resuelto una serie de problemas químicos. Las herramientas químicas de la vida, las proteínas, se han optimizado, cambiado y renovado, creando una diversidad increíble.

Los Premios Nobel de Química de este año se inspiraron en el poder de la evolución y utilizaron los mismos principios, el cambio genético y la selección, para desarrollar proteínas que resuelvan los problemas químicos de la humanidad.

La mitad del Premio Nobel de Química de este año se otorga a Frances H. Arnold. En 1993, realizó la primera evolución dirigida de enzimas, que son proteínas que catalizan reacciones químicas. Desde entonces, ha refinado los métodos que ahora se utilizan habitualmente para desarrollar nuevos catalizadores. Los usos de las enzimas de Frances Arnold incluyen una fabricación más respetuosa con el medio ambiente de sustancias químicas, como productos farmacéuticos, y la producción de combustibles renovables para un sector de transporte más ecológico.

La otra mitad del Premio Nobel de Química de este año es compartida por George P. Smith y Sir Gregory P. Winter. En 1985, George Smith desarrolló un elegante método conocido como despliegue, presentación o visualización de fagos (*phage display*), en el que se puede usar un bacteriófago, un virus que infecta las bacterias, para desarrollar nuevas proteínas. Gregory Winter utilizó la presentación de fagos para la evolución dirigida de anticuerpos, con el objetivo de producir nuevos productos farmacéuticos. El primero basado en este método, el adalimumab, fue aprobado en 2002 y se utiliza para la artritis reumatoide, la psoriasis y las enfermedades inflamatorias del intestino. Desde entonces, la presentación de fagos ha producido anticuerpos que pueden neutralizar toxinas, contrarrestar enfermedades autoinmunes y curar el cáncer metastásico.

Estamos en los primeros días de la revolución de la evolución dirigida que, de muchas maneras diferentes, está trayendo y traerá el mayor beneficio para la humanidad.

Una (r)evolución en química

El poder de la evolución se revela a través de la diversidad de la vida. Los Premios Nobel de Química de 2018 han tomado el control de la evolución y lo han utilizado con el fin de brindar el mayor beneficio a la humanidad. Enzimas desarrolladas a través de la evolución dirigida se utilizan ahora para producir biocombustibles y productos farmacéuticos, entre otras cosas. Los anticuerpos desarrollados utilizando un método llamado presentación de fagos pueden combatir enfermedades autoinmunes y, en algunos casos, curar el cáncer metastásico.

Vivimos en un planeta donde se ha establecido una fuerza poderosa: la evolución. Desde que las primeras semillas de la vida aparecieron hace unos 3.700 millones de años, prácticamente cada grieta de la Tierra se ha

llenado de diferentes organismos adaptados a su entorno: líquenes que pueden vivir en laderas desnudas de montañas, arqueas que prosperan en calientes manantiales, reptiles escamosos equipados para desiertos secos y medusas que brillan en la oscuridad de los profundos océanos.

En la escuela, aprendemos sobre estos organismos en biología, pero cambiemos la perspectiva y pongamos unas gafas de químicos. La vida en la Tierra existe porque la evolución ha resuelto numerosos y complejos problemas químicos. Todos los organismos son capaces de extraer materiales y energía de su propio entorno y utilizarlos para construir la creación química única que comprenden. Los peces pueden nadar en los océanos polares gracias a proteínas anticongelantes en su sangre y los mejillones pueden adherirse a las rocas porque han desarrollado un pegamento molecular que actúa bajo el agua, para dar solo algunos de los innumerables ejemplos.

La brillantez de la química de la vida es que está programada en nuestros genes, lo que permite que se herede y se desarrolle. Pequeños cambios aleatorios en los genes cambian esta química. A veces esto conduce a un organismo más débil, a veces a uno más robusto. La nueva química se ha desarrollado gradualmente y la vida en la Tierra se ha vuelto cada vez más compleja.

Este proceso ha llegado tan lejos que ha dado lugar a tres individuos tan complejos que han logrado dominar la evolución ellos mismos.

Se otorga el Premio Nobel de Química 2018. a Frances H. Arnold, George P. Smith y Sir Gregory P. Winter, porque han revolucionado tanto la química como el desarrollo de nuevos productos farmacéuticos a través de la evolución dirigida.

Empecemos con la estrella de la ingeniería de enzimas: Frances Arnold.

Enzimas - las más afiladas herramientas químicas de la vida

Incluso en 1979, como ingeniera mecánica y aeroespacial recién graduada, Frances Arnold tenía una clara visión: beneficiar a la humanidad a través del desarrollo de nuevas tecnologías. Estados Unidos había decidido que el 20 por ciento de su energía provendría de fuentes renovables para el año 2000, y ella trabajó con energía solar. Sin embargo, las perspectivas para el futuro de esta industria cambiaron radicalmente después de las elecciones presidenciales de 1981, por lo que, en cambio, dirigió su mirada a la nueva tecnología de ADN. Como ella misma lo expresó:

“Estaba claro que toda una nueva forma de hacer materiales y productos químicos que necesitábamos en nuestra vida diaria, sería habilitada por la capacidad de reescribir el código de la vida “.

En lugar de producir plásticos, productos farmacéuticos y otros productos químicos utilizando la química tradicional, que a menudo requiere solventes fuertes, metales pesados y ácidos corrosivos, su idea era utilizar las

herramientas químicas de la vida: las enzimas. Catalizan las reacciones químicas que ocurren en los organismos de la Tierra y, si ella aprendía a diseñar nuevas enzimas, podría fundamentalmente cambiar la química.

El pensamiento humano tiene limitaciones

Inicialmente, como muchos otros investigadores a finales de la década de 1980, Frances Arnold intentó usar un enfoque racional para reconstruir las enzimas para darles nuevas propiedades, pero las enzimas son moléculas extremadamente complejas. Se construyen a partir de 20 diferentes tipos de bloques de construcción - aminoácidos - que se pueden combinar infinitamente. Una sola enzima puede consistir en varios miles de aminoácidos. Estos se unen entre sí en largas cadenas, que se pliegan en estructuras tridimensionales especiales. Dentro de estas estructuras se crea el ambiente necesario para catalizar una reacción química particular.

Usar la lógica para tratar de averiguar cómo debe ser remodelada esta elaborada arquitectura para dar nuevas propiedades a una enzima es difícil, incluso con el conocimiento contemporáneo y la potencia informática. A principios de la década de 1990, humilde ante la superioridad de la naturaleza, Frances Arnold decidió abandonar este, en sus palabras, "enfoque un tanto arrogante" y en su lugar encontró inspiración en el método propio de la naturaleza para optimizar la química: la evolución.

Arnold comienza a jugar con la evolución

Durante varios años, había tratado de cambiar una enzima llamada subtilisina para que, en lugar de catalizar reacciones químicas en una solución a base de agua, funcionara en un solvente orgánico, dimetilformamida. (DMF). Ahora creó cambios aleatorios (mutaciones) en el código genético de la enzima y luego introdujo estos genes mutados en bacterias que producían miles de variantes diferentes de subtilisina. Después de esto, el desafío era descubrir cuál de todas estas variantes funcionaba mejor en el solvente orgánico.

En la evolución, hablamos de supervivencia del más apto; en evolución dirigida esta etapa se llama selección.

Frances Arnold utilizó el hecho de que la subtilisina descompone la proteína de la leche, la caseína. Entonces ella seleccionó la variante de la subtilisina que fue más efectiva para descomponer la caseína en una solución con 35 por ciento de DMF. Posteriormente, introdujo una nueva ronda de mutaciones aleatorias en esta subtilisina, que dio una variante que funcionó incluso mejor en DMF.

En la tercera generación de subtilisina, encontró una variante que funcionaba 256 veces mejor en DMF que la enzima original. Esta variante de la enzima tenía una combinación de diez mutaciones diferentes, cuyos beneficios nadie pudo haber calculado de antemano.

Con esto, Frances Arnold demostró el poder de permitir el azar y la

selección dirigida, en lugar de la racionalidad humana exclusivamente, para regir el desarrollo de nuevas enzimas. Este fue el primero y más decisivo paso hacia la revolución que ahora presenciamos.

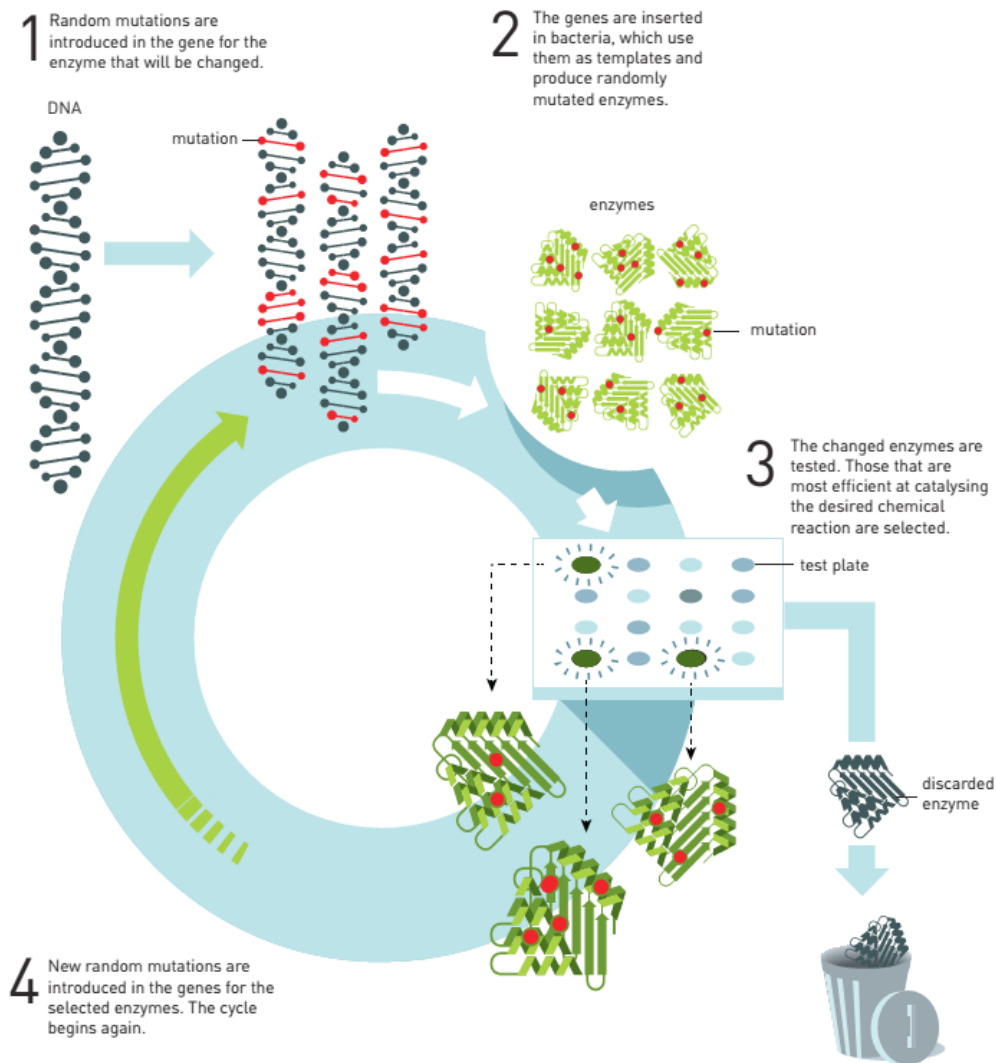


Figura 1. El principio subyacente para la evolución dirigida de las enzimas. Después de unos pocos ciclos de evolución dirigida, una enzima puede ser varios miles de veces más efectiva

- 1) Se introducen mutaciones aleatorias en el gen de la enzima que se cambiará.
- 2) Los genes se insertan en bacterias, que los usan entonces como plantillas y producen enzimas mutadas al azar.
- 3) Se prueban las enzimas modificadas. Se seleccionan aquellas que son más eficientes para catalizar la reacción química deseada.
- 4) Se introducen nuevas mutaciones aleatorias en los genes para las enzimas seleccionadas. El ciclo comienza de nuevo.

El siguiente paso importante fue dado por Willem P. C. Stemmer, un investigador y empresario holandés. quien murió en 2013. Introdujo otra dimensión a la evolución dirigida de las enzimas: apareamiento en un tubo de ensayo.

El apareamiento - para una evolución más estable

Un prerequisite para la evolución natural es que los genes de diferentes individuos se mezclan a través de apareamiento o polinización, por ejemplo. Las propiedades benéficas se pueden combinar y dar lugar a un organismo más robusto. Al mismo tiempo, las mutaciones genéticas menos funcionales pueden desaparecer de una generación a otra.

Willem Stemmer usó el equivalente en tubo de ensayo al apareamiento: "shufing" de ADN. En 1994 demostró. que era posible cortar diferentes versiones de un gen en pedazos pequeños y luego, ayudado por las herramientas de la tecnología del ADN, unir las piezas en un gen completo, uno que sea un mosaico de versiones originales.

Usando varios ciclos de shufing de ADN, Willem Stemmer cambió una enzima para que se volviera mucho más eficaz que la enzima original. Esto mostró que el apareamiento de genes - los investigadores lo llaman recombinación- puede resultar en una evolución aún más eficiente de las enzimas.

Nuevas enzimas producen biocombustibles sustentables

Las herramientas de la tecnología de ADN se han refinado desde principios de la década de 1990, y los métodos utilizados en la evolución dirigida se han multiplicado. Frances Arnold ha estado a la vanguardia de estos desarrollos; las enzimas que ahora se producen en su laboratorio pueden catalizar reacciones químicas que ni siquiera existen en la naturaleza, produciendo materiales totalmente nuevos. Sus enzimas hechas a medida también se han convertido en herramientas importantes en la fabricación de diversas sustancias, tales como productos farmacéuticos. Las reacciones químicas se aceleran, producen menos subproductos y, en algunos casos, ha sido posible excluir los metales pesados requeridos por la química tradicional, reduciendo así considerablemente el impacto ambiental.

Las cosas también han dado un giro completo: Frances Arnold está de nuevo trabajando en la producción de energía renovable. Su grupo de investigación ha desarrollado enzimas que transforman los azúcares simples en isobutanol, una sustancia rica en energía que se puede utilizar para la producción de biocombustibles y plásticos más verdes. Un objetivo a largo plazo es producir combustibles para un sector de transporte más respetuoso con el medio ambiente. Los combustibles alternativos, producidos por las proteínas de Arnold, se pueden utilizar en au-

tomóviles y aviones. De esta forma, sus enzimas. están contribuyendo a un mundo más verde.

Y ahora a la segunda mitad del Premio Nobel de Química de 2018, donde la evolución dirigida, en cambio, ha llevado a productos farmacéuticos que pueden neutralizar toxinas, combatir la progresión de enfermedades autoinmunes y, en algunos casos, incluso curar el cáncer metastásico. Aquí es donde juegan un papel vital un pequeño virus. que infecta las bacterias y el método conocido como presentación de fagos (*phage display*)

Smith utiliza bacteriófagos

Como suele ser el caso, la ciencia tomó un camino impredecible. En la primera mitad de la década de 1980, cuando George Smith comenzó a usar bacteriófagos, virus que infectan las bacterias, era principalmente con la esperanza de que podrían ser utilizados para clonar genes. La tecnología del ADN todavía era joven y el genoma humano era como un continente por descubrir. Los investigadores sabían que contenía todos los genes necesarios para producir las proteínas del cuerpo, pero la identificación del gen específico para una proteína particular fue más difícil que buscar una aguja en un pajar.

Sin embargo, habría grandes beneficios para el científico que lo lograra. Usando las nuevas herramientas genéticas de ese tiempo, el gen podría insertarse en bacterias que, con un poco de suerte, podrían producir en masa la proteína a estudiar. Todo el proceso se denominó clonación de genes y la idea de George Smith fue que los investigadores que buscaban genes podrían usar bacteriófagos de una manera ingeniosa.

Bacteriófagos: un vínculo entre una proteína y su gen desconocido

Los bacteriófagos son simples por naturaleza. Consisten en una pequeña pieza de material genético que está encapsulado en proteínas protectoras. Cuando se reproducen, inyectan su material genético en bacterias y secuestrar su metabolismo. Las bacterias entonces producen nuevas copias del material genético del fago y las proteínas que forman la cápsula, que forman nuevos fagos.

La idea de George Smith fue que los investigadores deberían poder usar la construcción simple de los fagos para encontrar un gen desconocido para una proteína conocida. En este momento, estaban disponibles grandes bibliotecas moleculares, que contenía enormes cantidades de fragmentos de varios genes desconocidos. Su idea era que estos desconocidos fragmentos de genes podrían unirse con el gen de una de las proteínas en la cápsula del fago. Al producirse nuevos fagos, las proteínas del gen desconocido terminarían en la superficie del fago como parte de la proteína de la cápsula (figura 2).

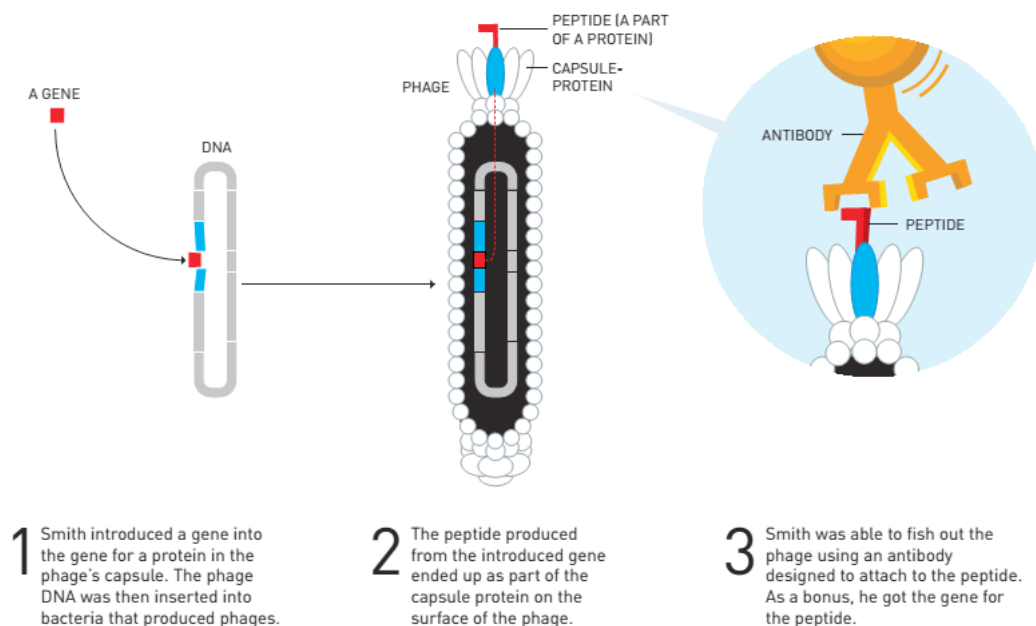


Figura 2. Presentación de fagos – George Smith desarrolló este método para encontrar genes desconocidos para una proteína conocida

- 1) Smith introdujo un gen dentro del gen de una proteína de la cápsula del fago. El ADN del fago fue entonces insertado en bacterias que producen fagos.
- 2) El péptido producido por el gen introducido termina como parte de la cápsula de proteína en la superficie del fago.
- 3) Smith pudo pescar el fago usando un anticuerpo diseñado para unirse al péptido. Como bonus, obtuvo el gen para el péptido

Los anticuerpos pueden extraer la proteína correcta

Esto daría lugar a una mezcla de fagos transportando multitud de diferentes proteínas en su superficie. En la siguiente etapa, postulaba George Smith, los investigadores podrían usar anticuerpos para extraer de esta sopa los fagos que llevan varias proteínas conocidas. Los anticuerpos son proteínas que funcionan como misiles dirigidos; pueden identificar y unirse a una sola proteína entre decenas de miles de otras, con extrema precisión. Si los investigadores capturaban algo en la sopa de fagos usando un anticuerpo que sabían unido a una proteína conocida, como captura extra obtendrían el gen hasta ahora desconocido para la proteína.

Fue una idea elegante y, en 1985, George Smith demostró que podía funcionar. Produjo un fago que portaba parte de una proteína, un péptido, en su superficie. Usando un anticuerpo, fue capaz de extraer el fago que había construido, de una sopa de muchos fagos.

A través de este experimento, George Smith sentó las bases de lo que se conoce como presentación de fago. El método es brillante en su simplicidad. Su punto fuerte es que el fago funciona como un enlace entre una proteína y su gen. Sin embargo, no fue dentro de la clonación de genes donde el método tuvo su avance importante; en cambio, alrededor de 1990, varios grupos de investigación comenzaron a usar la presentación de fagos para desarrollar nuevas biomoléculas. Una de las personas que adoptó la técnica fue Gregory (Greg) Winter y es gracias a su investigación que la presentación de fagos está brindando un gran beneficio a la humanidad.

Para entender por qué, tenemos que echar un vistazo más de cerca a los anticuerpos.

Los anticuerpos pueden bloquear los procesos de la enfermedad

El sistema linfático humano tiene células que pueden producir cientos de miles de tipos diferentes de anticuerpos. Usando un sistema bien desarrollado, todas estas células han sido probadas para que ningún anticuerpo se adhiriera a cualquiera de los diversos tipos de moléculas del cuerpo. Sin embargo, esta enorme variación asegura que siempre hay un anticuerpo que se adhiere a los virus o bacterias que nos infectan. Cuando un anticuerpo se adhiere a ellos, envía una señal a las células inmunes agresivas para destruir a los invasores.

Debido a que los anticuerpos son altamente selectivos y pueden unirse a una sola molécula entre miles de otras, los investigadores habían esperado durante mucho tiempo que fuera posible diseñar anticuerpos que bloquearan diversos procesos patológicos en el cuerpo y funcionaran como medicamentos. Inicialmente, para obtener estos anticuerpos terapéuticos, ratones fueron inyectados con diferentes dianas para los medicamentos, como proteínas de células cancerosas. Sin embargo, en la década de 1980 se hizo cada vez más claro que este método tenía limitaciones; algunas sustancias eran tóxicas para los ratones y otras no producían ningún anticuerpo. Adicionalmente, se descubrió que los anticuerpos obtenidos eran reconocidos como extraños por el sistema inmunitario de los pacientes, que los atacaba. Esto conducía a la destrucción de los anticuerpos de los ratones y había un riesgo de efectos secundarios para los pacientes. Fue este obstáculo el que hizo que Greg Winter comenzara a investigar el potencial de la presentación de fagos de George Smith. Quería evitar el uso de ratones y poder basar los productos farmacéuticos en anticuerpos humanos porque son tolerados por nuestro sistema inmunológico.

Winter pone anticuerpos en la superficie de los fagos

Los anticuerpos son moléculas en forma de Y; es el extremo lejano de cada brazo el que se adhiere a sustancias extrañas. Greg Winter unió la información genética para esta parte del anticuerpo al gen para una de las proteínas de la cápsula del fago y, en 1990, demostró que esto condujo a que el sitio de unión del anticuerpo terminara en la superficie del fago. El anticuerpo que usó estaba diseñado para unirse a una pequeña molécula conocida como phOx. Cuando Greg Winter usó phOx como una especie de anzuelo de pesca molecular, logró pescar el fago con el anticuerpo en su superficie de una sopa de otros cuatro millones de fagos.

Después de esto, Greg Winter demostró que podía usar la presentación de fagos en la evolución dirigida de los anticuerpos. Construyó una biblioteca de fagos con miles de millones de variedades de anticuerpos en sus superficies. De esta biblioteca, extrajo anticuerpos que se unían a diferentes blancos de proteínas. Entonces al azar cambió esta primera generación de anticuerpos y creó una nueva biblioteca, en la que encontró anticuerpos con apegos aún más fuertes al objetivo. Por ejemplo, en 1994 utilizó este método para desarrollar anticuerpos que se unen a células cancerosas con un alto nivel de especificidad.

El primer producto farmacéutico del mundo basado en un anticuerpo humano

Greg Winter y sus colegas fundaron una compañía de obtención de anticuerpos basada en la presentación de fagos (fagos display). En la década de 1990, esta compañía desarrolló un producto farmacéutico completamente basado en un anticuerpo humano: **adalimumab**. El anticuerpo neutraliza una proteína, TNF-alfa, que impulsa la inflamación en muchas enfermedades autoinmunes. En 2002, el producto farmacéutico fue aprobado para el tratamiento de la artritis reumatoide y ahora también se utiliza para tratar diferentes tipos de psoriasis y enfermedades inflamatorias del intestino. El éxito de adalimumab ha estimulado un desarrollo significativo en la industria farmacéutica y la presentación de fagos se ha utilizado para producir anticuerpos contra el cáncer, entre otros. Uno de estos libera las células asesinas del cuerpo para que puedan atacar las células tumorales. El crecimiento del tumor disminuye y, en algunos casos, incluso los pacientes con cáncer metastásico se curan, lo que es un avance histórico en la atención del cáncer. Otro anticuerpo farmacéutico que ha sido aprobado neutraliza la toxina bacteriana que causa ántrax, mientras que otro frena la enfermedad autoinmune conocida como lupus; muchos más anticuerpos están actualmente en ensayos clínicos, por ejemplo para combatir la enfermedad de Alzheimer.

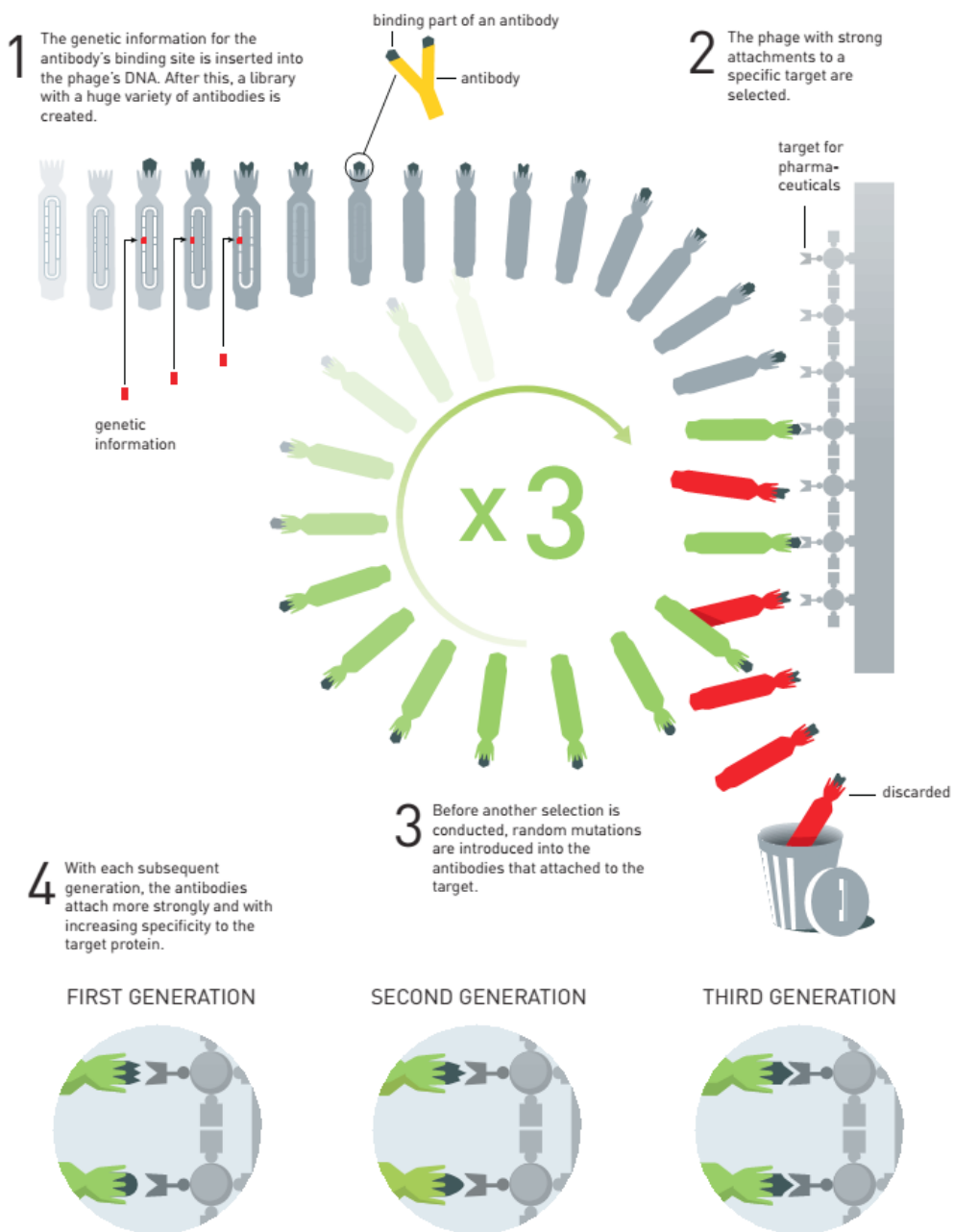


Figura 3. El principio para la evolución dirigida de anticuerpos mediante la presentación de fagos. Este método se utiliza para producir nuevos productos farmacéuticos.

- 1) *La información genética para el sitio de unión del anticuerpo se inserta en el ADN del fago. Después de esto, se crea una biblioteca con una gran variedad de anticuerpos.*
- 2) *Se selecciona los fagos con fuerte adhesión a un objetivo específico.*
- 3) *Antes de realizar otra selección, se introducen mutaciones aleatorias en los anticuerpos que se unen al objetivo.*
- 4) *Con cada subsiguiente generación, los anticuerpos se unen con más fuerza y con especificidad creciente a la proteína objetivo*

El inicio de una nueva era en la química

Los métodos que los Premios Nobel de Química 2018 han desarrollado ahora se están desarrollando internacionalmente para promover una industria química más ecológica, producir nuevos materiales, fabricar biocombustibles sustentables, mitigar enfermedades y salvar vidas. La evolución dirigida de enzimas y la obtención de anticuerpos por presentación de fagos ha permitido a Frances Arnold, George Smith y Greg Winter llevar el mayor beneficio para la humanidad y sentar las bases de una revolución en la química.

ENLACES Y LECTURAS POSTERIORES

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

Artículos

Arnold, F. y Macquere, K. A. (2016) The NAI Fellow Profile: An Interview with Dr. Frances Arnold. *Technology and Innovation*, 18, 79-82

Harding, A. (2006) Profile Sir Greg Winter—humaniser of antibodies. *Lancet*, 368,S50

Nightingale, K. (2013) Greg Winter: Pioneering antibody drugs. Insight, www.insight.mrc.ac.uk/2013/02/27/greg-winter-pioneering-antibody-drugs/

Trager, R. (2018) In situ with Frances Arnold. Chemistry World, www.chemistryworld.com/culture/in-situ-with-frances-arnold/3008732.article

Videos

MoleCluesTV(4 June 2017) Frances Arnold: New enzymes by evolution www.youtube.com/watch?v=05r-FLGtsEQ

SlidesLive (23 Nov 2015) Therapeutics Antibodies: A Revolution in Pharmaceuticals

<https://slideslive.com/38895318/therapeutics-antibodies-a-revolution-in-pharmaceuticals>

Science Editors: Claes Gustafsson, 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

Editor: Ann Fernholm

©The Royal Swedish Academy of Sciences

Traducción al español: Luz Lastres

Resumen de tesis

INCIDENCIA DEL USO DE UN ENTORNO TECNOLÓGICO PRESENCIAL-VIRTUAL EN LOS POROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE. DESARROLLO DE UNA EXPERIENCIA EN EL PROFESORADO DE BIOLOGÍA

Tesista: María Rosa Venezia¹.

Directoras: Ana Patricia Fabro², María del Rosario de la Riestra³

1Cátedra Química 1. ISPI N° 9028, Cátedra de Bromatología y Nutrición. Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas. Universidad Nacional de Rosario. 2Cátedra de Morfología Normal. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral. 3Cátedra Trayecto de Docencia 1. ISPI N° 9028.

anafabro@hotmail.com

Resumen: Se presenta un breve resumen del trabajo de Tesis de Maestría en Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral, defendida y aprobada el 28 de marzo de 2018.

El uso de las TIC en los procesos de enseñanza y de aprendizaje exige estudios que monitoreen constantemente sus alcances. Este trabajo tiene como objetivo investigar las posibilidades que la aplicación de un entorno presencial-virtual genera en los procesos de enseñanza y aprendizaje del tema Disoluciones en la asignatura Química General y Biológica (QGyB) del Profesorado de Biología - ISPI N°9028 de la ciudad de Rosario, Argentina. Para ello se diseñó un entorno virtual de aprendizaje que complemente la actividad presencial y se investigaron mediante metodologías cuali-cuantitativas sus aportes, desde la mirada de los estudiantes. La investigación realizada permitió reflexionar y repensar nuevas formas de intervenciones didácticas mediadas por TIC.

Palabras clave: TIC; b-learning; profesorado; química; disoluciones.

ICT as a potentiator of the teaching of general and biological chemistry

The use of ICT in teaching and learning processes requires studies that constantly monitor their scope. The objective of this work is to investigate the possibilities that the application of a face-to-face environment generates in the teaching and learning processes of the subject. Dissolutions in the subject General and Biological Chemistry (QGyB) of the Biology Faculty - ISPI N ° 9028 of the city from Rosario, Argentina. To this end, a virtual learning environment was designed to complement the face-to-face activity and their contributions were investigated through the qualitative-quantitative methodologies, from the

students' point of view. The research made it possible to reflect and rethink new forms of didactic interventions mediated by ICT.

Keywords: ICT; b-learning; faculty; chemistry; solutions.

INTRODUCCIÓN

Si bien son numerosas las investigaciones que señalan las ventajas del uso de las TIC para favorecer la enseñanza y los aprendizajes comprensivos (Vidal Puga, 2006; Area Moreira, 2003; Fridman y Edel Navarro, 2013), su incorporación exige un alto grado de responsabilidad por parte de los profesores para el diseño y evaluación de la propuesta educativa y un riguroso proceso de investigación que monitoree los alcances de la misma.

OBJETIVOS

Por tal motivo, la investigación tiene como objetivo general indagar acerca de las posibilidades de la aplicación de un entorno presencial-virtual genera en los procesos de enseñanza y aprendizaje del tema Disoluciones en la asignatura Química General y Biológica (QGYB) del Profesorado de Biología del Instituto Superior Particular Incorporado (ISPI) N° 9028 "Ntra. Sra. del Huerto" de la ciudad de Rosario, Santa Fe, Argentina, desde la mirada de los estudiantes. Los objetivos específicos del trabajo son los siguientes: diseñar actividades mediante un entorno virtual de aprendizaje que complementen las actividades presenciales obligatorias para el tema Disoluciones de la mencionada asignatura, investigar mediante metodologías cuali-cuantitativas los aportes de dichas actividades a los procesos de enseñanza y aprendizaje desde la mirada de los estudiantes, analizar los datos recabados y establecer las posibilidades de incorporar actividades y materiales mediados por un entorno virtual para complementar las actividades y materiales del cursado presencial obligatorio. Este trabajo presenta algunos de los resultados obtenidos en una investigación más amplia sobre las posibilidades y limitaciones de la implementación de un entorno presencial-virtual para el abordaje del tema Disoluciones en la asignatura QGYB en el ISPI N° 9028.

El tema Disoluciones es un contenido básico de la asignatura QGYB de primer año del mencionado profesorado. Además es fundamental para la comprensión de diferentes disciplinas biológicas.

También es importante señalar que el aprendizaje de la química requiere de un alto grado de abstracción, por lo que para su enseñanza se hace necesario promover en los alumnos representaciones que tengan que ver con lo macroscópico, lo microscópico, lo simbólico y su integración entre ellos (Johnstone, 1993) requiere hacer más hincapié en los procesos y sus causas que en los productos. En este sentido, las simulaciones y las animaciones permiten observar objetos y modelos en movimiento, lo cual podría ser útil para la enseñanza de la Química. Se

hace necesario encontrar las herramientas didácticas apropiadas y entre ellas pueden ser de utilidad aquellas presentadas mediante un entorno presencial-virtual.

En este sentido, el presente trabajo se enmarca dentro del concepto de b-learning, modelo de enseñanza en donde se combinan las clases presenciales con las virtuales. Entre los entornos que se encuentran on line, diseñados y disponibles para el docente y para el alumno podemos mencionar a Google Sites, que es una aplicación on line para la creación de páginas web a partir de plantillas prediseñadas que se puede encontrar dentro del paquete de productos para educación que ofrece la empresa Google.

Al mismo tiempo, para que la integración de las TIC pueda desarrollar todas sus potencialidades, es necesario conocer cuál es el contexto educativo en donde se aplican y de qué manera participan los destinatarios en las innovaciones realizadas (Fabro y col., 2010).

Por último, según Area Moreira (2009) uno de los factores para el éxito o fracaso de la incorporación de las TIC a los procesos de enseñanza y aprendizaje se encuentra en la formación del profesorado, de allí la importancia de las investigaciones en este ámbito.

METODOLOGÍA

La muestra en estudio está conformada por 16 alumnos de primer año, única división, que cursan la asignatura QGyB del Profesorado de Biología del ISPI N° 9028 de la ciudad de Rosario, Santa Fe, Argentina.

La intervención didáctica incluye el diseño de un entorno virtual realizado mediante la aplicación Google Sites. Las actividades propuestas mediante el entorno virtual complementan las actividades presenciales obligatorias para el tema Disoluciones de la asignatura mencionada. La intervención didáctica se encuentra organizada en diez instancias y planificada mediante actividades presenciales y no presenciales que incluye: análisis de texto, observación de videos, producción colaborativa de un power point, búsqueda de material en la web, participación en el foro del entorno virtual, trabajo en el laboratorio, registro audiovisual del trabajo de laboratorio y realización de actividades interactivas.

La investigación se enmarca en la metodología de estudio de casos, tomando aportes del enfoque combinado cualitativo y cuantitativo para la recolección de datos e interpretación de los resultados. Los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron: un cuestionario realizado a los estudiantes en forma posterior a la intervención didáctica y entrevistas semiestructuradas a tres alumnos elegidos al azar. El cuestionario tuvo como objetivo conocer sus apreciaciones sobre las actividades y los materiales usados en la propuesta didáctica presencial-virtual para

el tema Disoluciones. Las entrevistas fueron analizadas en las siguientes categorías: motivación por la propuesta, preferencia por las estrategias de aprendizajes propuestas y opinión sobre los materiales usados durante la intervención didáctica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan algunos resultados obtenidos a partir del cuestionario realizado a los estudiantes en forma posterior a la intervención didáctica son los siguientes

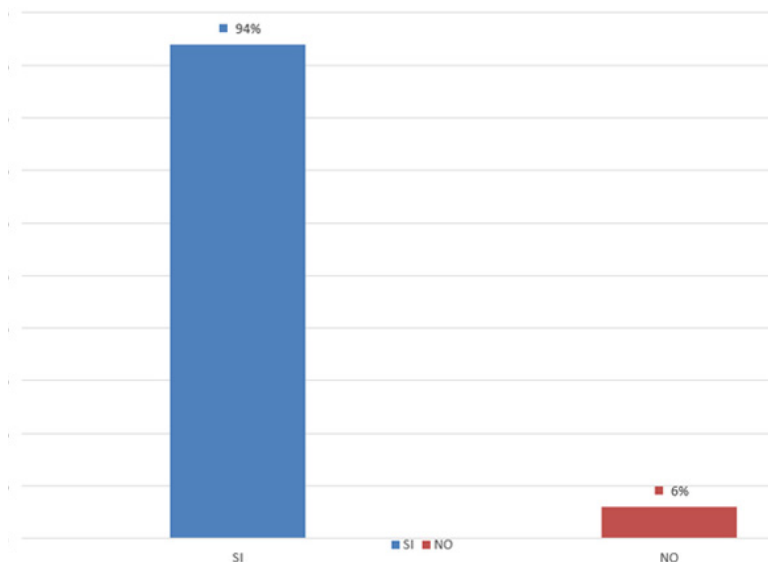


Figura 1. Respuesta a la pregunta: ¿Has encontrado adecuadas las actividades presenciales y virtuales realizadas durante el abordaje del tema Disoluciones en la asignatura Química?



Figura 2. Justificaciones de las respuestas afirmativas

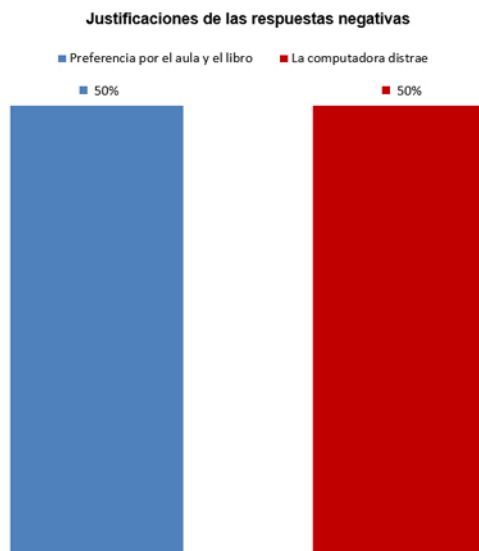


Figura 3. Justificación de las respuestas negativas

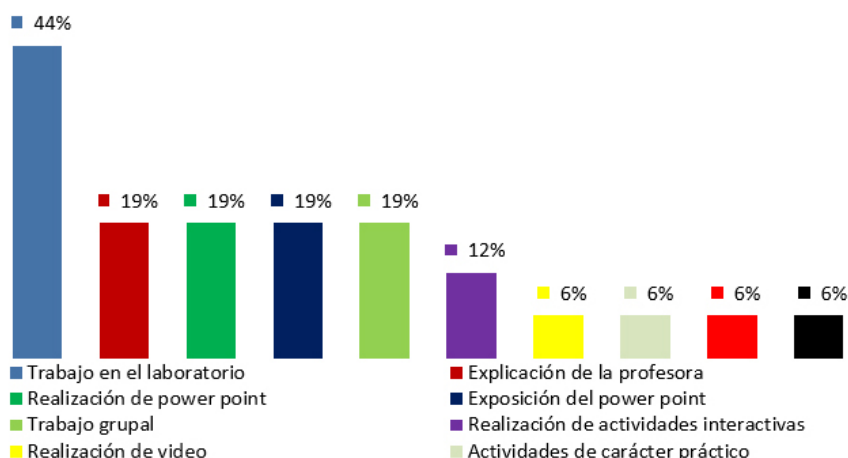


Figura 4. Actividades más valoradas en la propuesta de aprendizaje mediante un entorno presencial-virtual para el abordaje del tema Disoluciones

Algunas de las ideas expresadas por los alumnos en la entrevista semiestructurada son las siguientes:

1.- ¿Te sentiste motivado con este tipo de herramientas tecnológicas? ¿Por qué?

Aumentó la motivación por la novedad y la variedad de material: "... fueron cosas muy distintas: el power, hacer el video, buscar en internet, digamos, ver clases de ahí, o sea, hay variedad. No es solamente ir para ver una animación, sino que, es para hacer varias cosas". (Entrevistado N° 2)

No aumentó la motivación: "... a mí me gusta más que me expliquen con palabras, me hablen, me escriban en el pizarrón, esas clases a mí me dejan mucho más que investigar solo por internet, o sea, ese tipo de cosas las puedo hacer en mi casa ya, digamos. Pienso que venir a cursar, me parece que es más para estar sentada en un banco mientras un profesor me está explicando un tema... trabajando con el libro" (Entrevistado N° 3)

2.- ¿Qué opinión te merecen las estrategias de aprendizajes propuestas y los materiales utilizados durante la intervención didáctica para el desarrollo del tema?

De los materiales utilizados: "...había muchísimo material y por ahí era un poco extenso..." (Entrevistado N° 1)

Utilidad del power point producido a partir de material obtenido del entorno virtual: "...los power son muy buenos, los miré cuando vine a rendir el final, son muy buenos para compartirlos también, son muy completos. Están muy buenos, y aparte tienen los links, digamos, que vos podés ir a la página web que te explica un video u otra cosa. Son muy completos" (Entrevistado N° 1); "estudié particularmente del power que habíamos hecho y con las animaciones, eso sí" (Entrevistado N° 3)

De las actividades presenciales: "El laboratorio como primer punto..." (Entrevistado N° 1)

De las actividades no presenciales: "...Observar los videos explicativos" (Entrevistado N° 1); "después me gustó también, de concentraciones, los ejercicios que había, los de autoevaluación interactiva que hicimos, eso me fue útil" (Entrevistado N° 2); "...las animaciones son buenas" (Entrevistado N° 3)

Posibilidades de usar nuevos formatos mediados por tecnologías

De la diversidad de herramientas tecnológicas utilizadas en la propuesta, los estudiantes mencionan como una de las más importantes la preparación y posterior explicación de presentaciones en power point, junto a las animaciones o videos explicativos.

Un estudio realizado por Cué y col. (2009), muestra como los alumnos destacan las potencialidades del uso de presentaciones de power point. Otros estudios (de la Riestra y Maenza, 2014) muestran que el material más utilizado por los docentes son las presentaciones de power point. Habría que preguntarse si dichas presentaciones son las herramientas que más utilizan y valoran los alumnos porque así lo hacen los docentes.

En la investigación realizada, la actividad de elaboración de una presentación de Power Point® en pequeños grupos, con explicación final del grupo completo, fue muy bien valorada por los alumnos porque implicó trabajo colaborativo y porque el resultado fue aprovechado como material

de estudio. Se sostiene la idea de que la incorporación de las TIC no tiene que ver tanto con su uso tecnológico sino con su uso pedagógico. En un modelo de educación basado en el aprendizaje, donde el alumno es el responsable del proceso, el profesor debe buscar la metodología y los medios tecnológicos donde el alumno se siente cómodo.

Posibilidades de complementar los recursos tecnológicos con las actividades de laboratorio

El estudio pone de manifiesto también la valoración positiva por parte de los alumnos respecto de la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje mediados por TIC por la diversidad de herramientas que ofrece. Al mismo tiempo, es interesante observar que de todas las actividades propuestas en la intervención didáctica la de mayor valoración fue el trabajo en el laboratorio.

En el caso de las ciencias experimentales parece razonable que el ámbito donde deben aprenderse los procedimientos sea el mismo en que esa ciencia ha sido construida, es decir, el laboratorio. Sería importante diseñar esta actividad mediada por las TIC de manera más intensa. En la investigación realizada, la filmación del video, su edición, posteo en la web y análisis de la producción visual fue parte de la propuesta didáctica y la actividad experimental no se vio desvalorizada por este agregado. Esta observación, coincide con Climent (2009) en su trabajo sobre la creación por parte de los alumnos de videos en el laboratorio y su posterior difusión, quien señala esta experiencia como positiva.

Posibilidades de complementar los formatos impresos con recursos hipermediales

Es interesante analizar un dato que surge de la presente investigación sobre la preferencia y confianza de algunos de los estudiantes por el material impreso respecto de la información obtenida a través de las TIC. Si bien los alumnos son usuarios habituales de las tecnologías, parecen sentirse más cómodos con recursos impresos y con el formato tradicional de enseñanza y aprendizaje basado en la estructura profesor/emisor y estudiante/receptor.

Levis (2011) sostiene que el estudiante se siente a gusto recibiendo un método de enseñanza tradicional, con la lectura de materiales impresos y que en muchas ocasiones no está dispuesto a participar del uso de tecnología si no es necesario, conducta que viene arraigada desde su educación básica.

Según Area Moreira (2009), para el profesor muchas veces el libro actúa como estructurante de la enseñanza, pues éste se convierte en el programa de la materia. Se podría suponer que el alumno lo adopta como material de elección, pues con el texto se siente confiado en la información obtenida y sabe con seguridad lo que el profesor quiere que sepa.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Por lo señalado, la investigación permitió repensar nuevas formas de intervenciones didácticas, para "mirar con nuevos ojos" los procesos de enseñanza y de aprendizaje mediados por tecnologías en el campo de la Química. Este repensar debe realizarlo principalmente el docente poniendo énfasis en su capacitación, desde lo tecnológico y lo pedagógico, y comenzando en su etapa de formación en el profesorado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Área Moreira, M. (2003). Guía didáctica: creación y uso de webs para docencia universitaria. *EDULLAB: Laboratorio de Educación y Nuevas Tecnologías de la Universidad de La Laguna* (pp. 1-35). La Laguna. Recuperado de: https://www.um.es/c/document_library/get_file?uuid=eaca8858-516f-4718-ab1b-76a4f057bc65&groupId=316845
- Área Moreira, M. (2009). *Introducción a la tecnología educativa*. (pp. 1-78) Universidad de La Laguna. La Laguna. Recuperado de: <https://campusvirtual.ull.es/ocw/file.php/4/ebookte.pdf>
- Climent, Á. L. T. (2009). Creación y utilización de vídeo digital y Tics en Física y Química. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.* 6(3):440-451. Recuperado de: http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/9910/Torres_Climent_2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cué, J. L. G., Rincón, J. A. S., y García, C. M. A. (2009). Uso de las TIC de acuerdo a los estilos de aprendizaje de docentes y discentes. *Revista Iberoamericana de Educación.* 48(2): 1-15. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Jose_Garcia_Cue/publication/28237719_Uso_de_las_TIC_de_acuerdo_a_los_estilos_de_aprendizaje_de_docentes_y_discentes/links/0c960534d4758cdba2000000.pdf
- De la Riestra, M.R. y Maenza, R.R. (2014) La educación a distancia en la actualidad y las iniciativas realizadas por las instituciones universitarias. El caso de la UCEL en Rosario. *Signos Universitarios*. Anejo 2(1). Portal de Publicaciones de la USAL (P3-USAL). Disponible en: <http://p3.usal.edu.ar/index.php/signos/article/viewFile/2099/2646>
- Fabro, A.; Gómez, P.; Costamagna, A. (2010). Propuesta b-learning para la enseñanza de Anatomía e Histología. *FABICIB.* 14, 56-69.
- Fridman, S. y Edel Navarro, R. (2013). Ciencias, tecnologías y culturas. Educación y nuevas tecnologías. *Rilet.* México.

- Johnstone, A. (1993) *The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand*. Journal of Chemical Education. 70(9), 701-705
- Levis, D. (2011). *Redes educativas. Medios sociales, entornos colaborativos y procesos de enseñanza y aprendizaje*. Universities and Knowledge Society Journal, 8(1), 7-24. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/780/78017126002.pdf>
- Vidal Puga, M. (2006). Investigación de las TIC en educación. Universidad de Santiago de Compostela. *Revista Latinoamericana de tecnología educativa*. 5(2), 539-552. Santiago de Compostela. Recuperado de: <http://relatec.unex.es/article/view/293/277>

Informaciones y novedades

COMUNICANDO AVANCES DE INVESTIGACIÓN SOBRE EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN LA ARGENTINA

II Workshop de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales y Experimentales – II WIDIC 2018

Reseña realizada por la Prof. María Belén Manfredi y el Lic. Germán Hugo Sánchez, Universidad Nacional del Litoral-CONICET.

E-mails: mbmanfredi@fcb.unl.edu.ar, gsanchez@fcb.unl.edu.ar

En el pasado julio, se llevó a cabo el Segundo Workshop de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales y Experimentales (II WIDIC 2018) organizado en conjunto por la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral, el Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC) de la Universidad de Buenos Aires y el Consorcio Nacional de Grupos de Investigación en Educación en Ciencias de la República Argentina (CONGRIDEC).

Este evento fue desarrollado entre los días 4 al 6 de julio en las instalaciones de la Ciudad Universitaria de la UNL de la ciudad de Santa Fe (Figura 1) y contó con el financiamiento del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Durante esos días, se dieron cita grupos de investigación y prestigiosos investigadores, así como también quienes nos encontramos transitando una formación en esta área, para dar a conocer y poner en discusión los avances en las líneas de acción en las cuales estamos trabajando.

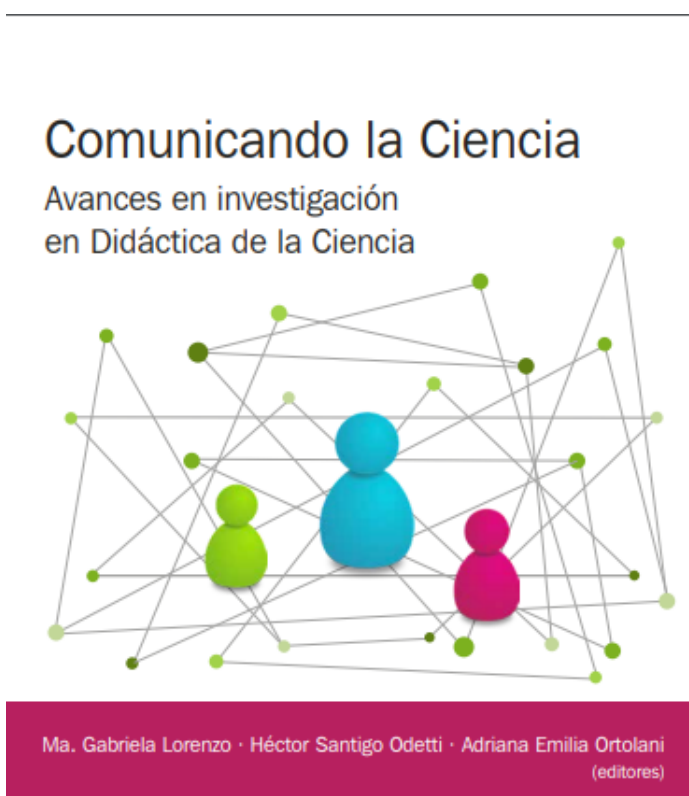


Sede del evento: FCB – UNL.

ACTO INAUGURAL, CONFERENCIAS Y MESAS REDONDAS

En esta oportunidad, contamos con la posibilidad de escuchar disertar a investigadores de gran trayectoria en la modalidad de conferencias y mesas redondas.

Las palabras iniciales estuvieron a cargo de la Sra. Decana de la FCB-UNL Bioq. Adriana Ortolani quien nos dio la bienvenida, hizo un recorrido por la historia del CONGRIDEC y el Ier workshop realizado en 2016. A su vez, realizó la presentación formal del libro "*Comunicando la Ciencia: Avances en Investigación en Didáctica de la Ciencia*", producto del Ier workshop y un Proyecto de Cooperación Internacional. Este libro, de copyright libre, puede consultarse visitando el link que se encuentra luego de la portada (figura 2).



UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL LITORAL


COLECCIÓN
CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Libro Comunicando la Ciencia disponible en:

www.fcb.unl.edu.ar/media/Institucional/Publicaciones/ODETTI_digital.pdf

El evento contó con dos conferencias magistrales: la inaugural, titulada "La acción educativa y el saber de la Didáctica", estuvo a cargo de la Dra. María Elena Candiotti de la Universidad Nacional del Litoral. En la misma se reflexionó sobre las tensiones propias del acto de educar, las cuales no se encuentran delimitadas en un saber unilateral y pragmático sino que poseen dimensiones éticas y políticas; por otro lado, la Mag. Leticia Lapasta de la Universidad Nacional de La Plata disertó sobre "*Las preguntas como dispositivos pedagógicos para la construcción de significados de los estudiantes*", resultados del trabajo de investigación que desarrolló.

La mesa redonda estuvo a cargo de tres reconocidas investigadoras, cada una de ellas realizó una breve presentación para luego dar lugar a un fructífero debate donde se intercambiaron ideas con el público presente. Los temas abordados fueron: "Nuevos desafíos para la educación en ciencias: la certeza de lo incierto" a cargo de la Dra. Sonia Concari (Universidad Nacional de Rosario); "Algunas implicancias de las políticas neoliberales en educación: el caso de la promoción de la salud" a cargo de la Dra. Elsa Meinardi (Universidad de Buenos Aires) y "Enseñanza de las ciencias enriquecida por tecnologías para apoyar la argumentación" a cargo de la Dra. Leticia García (Universidad Nacional de Córdoba).



A la izquierda: asistentes al evento; a la derecha: mesa redonda, de izquierda a derecha: Dra. Elsa Meinardi, Dra. Sonia Concari y Dra. Leticia García.

TRABAJOS PRESENTADOS

En esta edición del Workshop, fueron presentados 64 trabajos de investigación bajo modalidad oral, divididos en simposios temáticos y simultáneos. Luego de la presentación, se profundizaron sobre las temáticas abordadas en las ponencias a través de una discusión con las y los asistentes.

En la tabla 1 se resumen la cantidad de trabajos presentados en cada una de las líneas correspondientes.

Tabla 1: Simposios de investigación y números de trabajo presentados

Simposio	Trabajos
Didáctica de las ciencias naturales y experimentales	22
Didáctica de la biología	5
Didáctica de la química	7
Didáctica de la física	6
Educación de la matemática	11
Enfoques epistemológicos de las Ciencias Naturales	8
Educación alimentaria	5

Es de destacar que el evento contó con más de 100 participantes provenientes de diferentes provincias: Santa Fe, Entre Ríos, Buenos Aires, Córdoba, Mendoza, Tierra del Fuego, Corrientes, Santiago del Estero, San Luis, Salta, Chaco, Formosa.



Foto grupal de las y los asistentes al II WIDIC 2018.

SIGUIENTE EDICIÓN

El CONGRIDEC tuvo la oportunidad de realizar su asamblea anual durante estas jornadas y se definió que el 3er Workshop será realizado en la Universidad de Santiago del Estero.



Investigadores del CONGRIDEC al finalizar la Asamblea anual.

LA FORMACION DE MAESTROS EN CIENCIA PARA LA EDUCACION PRIMARIA: LA EXPERIENCIA MARROQUI

María Gabriela Lorenzo

Universidad de Buenos Aires. CONICET

E-mail: glorenzoffyb@gmail.com

En La ciudad de Rabat, capital de Marruecos, África, se llevó a cabo el Seminario-taller interaccional "Education scientifique : méthodes et pratiques innovantes, adaptation aux conditions sociales" (Educación científica : métodos y prácticas innovadoras, adaptación a las condiciones sociales).

El mismo tuvo lugar durante los días 13, 14 y 15 de noviembre de 2018, en la sede de la Ecole Normale Supérieure, Université Mohammed V.



El seminario estuvo orientado a reflexionar sobre la importancia de la educación científica desde edades muy tempranas para todos los alumnos sin distinción de género, raza o cuestiones socioeconómicas. En consecuencia, también se analizaron diferentes estrategias y las dificultades a superar para lograr ese objetivo.

El enfoque estuvo plasmado desde una mirada de la sociedad y de la economía del conocimiento hacia las asignaturas denominadas STEM (ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas) debido a su participa-

ción en la producción agrícola, la alimentación, los progresos de la medicina, los recursos energéticos y otros recursos naturales, en cuanto a su utilización y necesidad de innovación. Aspectos todos que resultan clave para el desarrollo del país y en la calidad de vida de las personas.

Se prestó particular atención a la participación de las mujeres en las actividades profesionales en el campo de las STEM, con base en la publicación de la UNESCO(2017), *Cracking the code : girls and women's education in STEM*, en la cual se menciona que en las carreras de nivel superior en este área, solamente el 35% de los inscriptos son mujeres.

Los objetivos

El objetivo general del seminario taller se corresponde al enunciado por los estándares de la National Research Council, en las primeras páginas del *National Science Education Standards* (1996)⁶ donde refiere a que dado que el mundo actual está lleno de productos de la investigación científica, la cultura y la alfabetización científica se convierten en una necesidad para todos para poder tomar decisiones en la vida cotidiana, participar en las discusiones públicas sobre ciencia y tecnología y disfrutar de la emoción y la satisfacción personal que la comprensión del mundo natural puede generar.

A estos efectos, se proponía la reflexión crítica y colectiva, entre diferentes gestores de la educación, inspectores, investigadores, docentes y especialistas internacionales invitados, referida a las siguientes cuestiones:

¿Son las materias STEM difíciles y aburridas o las prácticas de enseñanza no cumplen su verdadera función ?

¿Qué relación guardan los aspectos formales y concretos de las asignaturas STEM fundamentalmente para la enseñanza primaria ?

Las mesas de trabajo

Las actividades se organizaron en torno a diferentes mesas de trabajo en las que participaron oradores marroquíes y los invitados internacionales:

1. Descripción general del contexto marroquí. Reforma educativa para la formación de maestros con orientación en STEM para la enseñanza primaria.
2. Los métodos innovadores para la enseñanza de la matemática y la tecnología en los diferentes niveles del sistema educativo.

6 NATIONAL RESEARCH COUNCIL(1996). *National Science Education Standards*. Washington, D.C., National Academic Press.

3. Los métodos innovadores para la enseñanza de la física y la química, y la tecnología en los diferentes niveles del sistema educativo.
4. Los métodos innovadores para la enseñanza de la biología y las ciencias de la salud, y la tecnología en los diferentes niveles del sistema educativo.
5. Los métodos innovadores para la enseñanza de las ciencias de la tierra y la tecnología en los diferentes niveles del sistema educativo.

Nuestra participación

El equipo de especialistas extranjeros invitados fue convocado y coordinado por la Dra. Beatriz Macedo, consejera pedagógica de la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP), Montevideo, Uruguay, y quedó conformado por los siguientes expertos: Irene de Bustamante, investigadora en ciencias de la tierra y el ambiente, Universidad de Alcalá, España. Sara Silveira, especialista en educación tecnológica y formación profesional, ANEP, Uruguay. Jacques Tardif, profesor emérito del Departamento de Pedagogía y Psicología de la Educación de la Universidad de Sherbrooke, Québec, Canada. Y, María Gabriela Lorenzo, profesora de la Universidad de Buenos Aires e investigadora de didáctica de las ciencias del CONICET, Argentina.



XVIII REUNIÓN DE EDUCADORES EN LA QUÍMICA (XVIII REQ)

Por Teresa Quintero, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-química y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto.

Presidente electa de ADEQRA

terequintero2@gmail.com

En el mes de agosto, los días 6, 7 y 8, tuvo lugar en la Universidad Nacional de Río Cuarto, la **XVIII Reunión de Educadores en la Química**, el espacio de (Asociación de Enseñanza de la Química de la República Argentina (ADEQRA) pensado para participar y renovar el compromiso con la Educación en Química. Fue un punto de encuentro que posibilitó la actualización, el perfeccionamiento y principalmente estrechar vínculos entre docentes e investigadores de la enseñanza de la Química en los distintos ámbitos educativos de nuestro país y Latinoamérica.

La XVIII REQ fue coorganizada por ADEQRA y la Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Contó con los avales de las siguientes Instituciones: Consejo Directivo de la *Facultad de Ciencias Exactas, Físico Químicas y Naturales* (Res. C.D. N° 337/2017), Consejo Superior de la *Universidad Nacional de Río Cuarto* (Res. C.S. N° 485/2017), de la *Asociación de Profesores de Física de la Argentina* (APFA). El auspicio del *Ministerio de Educación de la República Argentina* a través de la Secretaría de Innovación y Calidad Educativa (RESOL-2018-174-APN-SECIYCE#ME) y de la *Cátedra UNESCO de Educación Científica para América Latina y el Caribe*.

Además, fue Declarada de Interés Educativo por: la *Asociación Química Argentina (AQA)*, la *Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral* (Res. C.D. N° 815/18), el *Ministerio de Educación e Innovación del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires* (RESOL-2018-356-SSPLINED), la *Dirección General de Cultura y Educación Provincia de Buenos Aires* (RESFC-2018-1407-E-GDEBA-DGCYE) y por el *Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba* (Res. N° 520/18).

Se contó con el auspicio y apoyo económico del Ministerio de Ciencia y Técnica de la Provincia de Córdoba (Programa de Apoyo a Eventos 2018) y del Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT) de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (RC-2018-0172).

La XVIII REQ convocó alrededor de 200 participantes que concurrieron de distintos puntos de nuestro país y del extranjero. Asistieron docentes, investigadores de los distintos niveles educativos y estudiantes de posgrado y de grado del nivel superior, como así también autoridades e

invitados especiales. En la Figura 1, se muestra los porcentajes de participantes según sean docentes o estudiantes y en la Figura 2 el nivel de pertenencia de los mismos.

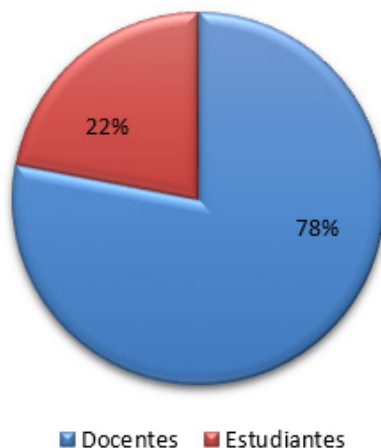


Figura 1: Distribución en porcentaje de docentes y estudiantes participantes

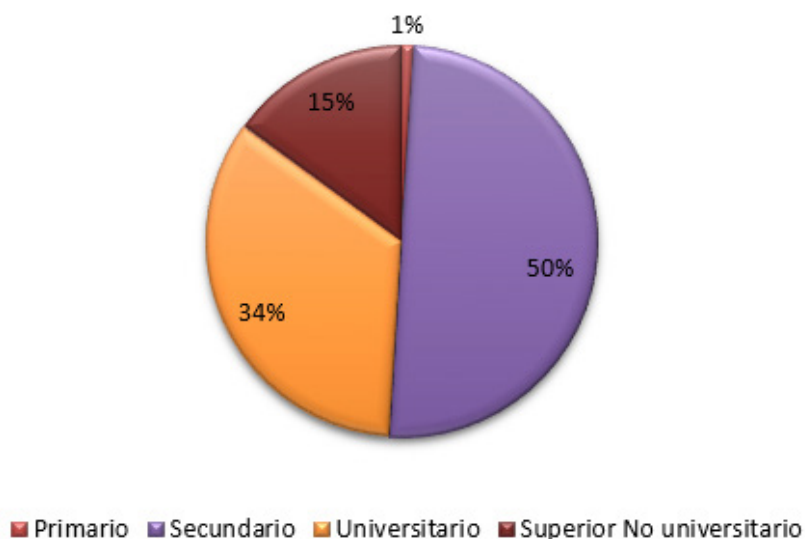


Figura 2: Distribución según nivel educativo de pertenencia

Estuvieron representadas la mayor parte de las provincias argentinas de acuerdo a la siguiente distribución porcentual: Buenos Aires 12%, Chubut 4%, Río Negro 1%, Neuquén 1%, Santa Fe 9%, Salta 9%, San Juan 7%, San Luis 4%, Misiones 2%, Formosa 1%, La Rioja 1%, Chaco 1%, Tucumán 1%, La Pampa 2%, Entre Ríos 1%, Córdoba 35%, Santiago del Estero 2%, Catamarca 2%, Jujuy 3% y Mendoza 2%. El Comité Científico, estuvo integrado por 21 investigadores nacionales

e internacionales de reconocida trayectoria, que con profesionalismo y dedicación evaluó cada uno de los 61 trabajos aceptados, de acuerdo con los ocho ejes temáticos establecidos (Figura 3):

- I. Investigación educativa en Química.
- II. Química, tecnología, sociedad y ambiente (Nanotecnología, Química Sustentable, Salud, otras).
- III. Estrategias didácticas y metodológicas para la enseñanza de la Química en diferentes niveles educativos (universitario, superior, secundario, primario).
- IV. Articulación entre la enseñanza preuniversitaria y universitaria de la Química.
- V. Evaluación de los aprendizajes en Química.
- VI. Aprendizaje de la Química en contextos no formales.
- VII. Historia y filosofía de la Química.
- VIII. La formación de los Profesores de Química.

Los ejes temáticos fueron seleccionados teniendo en cuenta los potenciales intereses, las necesidades de formación y de reflexión de los asistentes y las nuevas tendencias en el campo de la educación química.

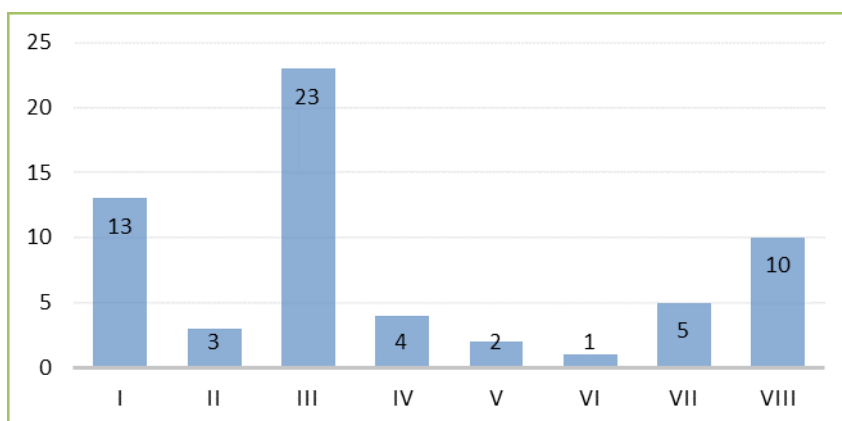


Figura 3: Número de trabajos presentados de acuerdo al eje temático

Durante la XVIII REQ, se desarrollaron cinco **conferencias plenas**, de importantes investigadores de nuestro país y de la hermana República de Chile. La conferencia inaugural estuvo a cargo del Dr. Héctor Odetti, de la Universidad Nacional de Litoral, y versó sobre "La Enseñanza de las Ciencias Naturales: Desafíos Del Siglo XXI". El Dr. Andrés Raviolo, de la Universidad Nacional de Río Negro, presentó su disertación sobre "La Imagen en la Enseñanza de la Química".



Imagen 1: Conferencia del Dr. Andrés Raviolo

Otra conferencia, de carácter internacional, estuvo a cargo de la Dra. Johanna Camacho de la Universidad de Chile, quien disertó sobre la "Química Escolar para Todos y Todas. Reflexiones desde la Investigación Didáctica".

En otro momento de la reunión el Dr. Mariano Correa de la Universidad Nacional de Río Cuarto, abordó la temática disciplinar, "Sistemas Organizados «Inteligentes». Desarrollo de Nanociencia". Por último, la conferencia de cierre estuvo a cargo de la Dra. María Gabriela Lorenzo, quien disertó sobre "Los Sistemas Externos de Representación en la Enseñanza y el Aprendizaje de la Química".

Las conferencias contaron con un nutrido público que pudo preguntar a los investigadores sobre las diferentes temáticas que se presentaron.



Imagen 2: Al cierre de la conferencia de la Dra. Johanna Camacho

En la Mesa Redonda, participaron la Dra. Adriana Rocha (Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Bs. As.-UNICEN), el Ing. Juan Farina (Presidente de APFA), la Mg. Andrea Pacífico (Universidad Nacional del Litoral) y la Mg. Silvia Etchegaray (UNRC), quienes reflexionaron sobre la formación de los profesores y la interdisciplina.

Otra importante actividad fue la *presentación de dos libros*, uno relativo a los avances en la investigación en Didáctica de las Ciencias, "*Comunicando la Ciencia: Avances en investigación en Didáctica de la Ciencia*", cuya presentación fue realizada por la Dra. María Gabriela Lorenzo (UBA-CONCET) y el Dr. Héctor Odetti (UNL). El otro libro, sobre innovar en la educación en ciencias, denominado "*Propuestas Innovadoras para la Enseñanza de las Ciencias en la Educación Primaria*" cuya presentación estuvo a cargo de las profesoras Dra. Adriana Rocha y Dra. Adriana Bertelle (UNICEN).



Imagen 3: Mesa redonda formación de profesores e interdisciplina

También se realizaron un importante número de *talleres* –dieciocho- los que fueron un ámbito propicio para acortar distancias e intercambiar experiencias entre docentes, investigadores y estudiantes, posibilitando una interacción real entre los participantes con la idea de aproximar enfoques y modos de trabajo que desarrollan diariamente. Los diferentes talleres fueron un encuentro de construcción colectiva de conocimientos, de capacitación, actualización y formación continua de Docentes de Química y Ciencias Naturales de todos los Niveles Educativos como así también Estudiantes de Profesorados. Los talleres se llevaron a cabo durante las tres jornadas y en todos los casos, contaron con una concurrencia asistida de participantes. En la tabla 1, se presentan los títulos de los talleres que se desarrollaron durante el encuentro.



Imagen 4: Docentes en pleno trabajo en uno de los talleres

La XVIII REQ se constituyó en una instancia superadora del aislamiento que a veces las distancias geográficas de este enorme país (y esta enorme Latinoamérica) nos imponen. Se compartieron los trabajos y talleres de colegas de diversos y distantes lugares de nuestro país, y de países latinoamericanos de Perú, Colombia y Chile. Se conformó un espacio académico agradable de intercambio de ideas, de experiencias de enseñanza, de investigación en enseñanza y aprendizaje de la Química, donde se posibilitó la reflexión y el aprender en comunidad.

Tabla 1. Talleres desarrollados y coordinadores

Taller	Título	Coordinador/es
T1	Cosmética Natural: Propuestas para trabajar en laboratorio	Alejandra de los Ríos y Teresita Fanger
T2	El rol de los juegos en el aprendizaje de la química: Uso de herramientas informáticas para su implementación.	Sergio Baggio
T3	Aprendizaje basado en problemas (ABP) para la enseñanza de la química.	Sandra Cura y Ma. Fernanda Galeano
T4	El laboratorio en cursos de química y física de nivel medio y superior: ¿para qué y cómo?	Liliana Viera, Ana Fleisner y Silvia Ramirez
T5	Razonamientos y representaciones en el tema concentración de disoluciones	Andrés Raviolo
T6	Experiencia de escritura para el profesorado en Ciencias Naturales.	Mario Rolando Molina
T7	Química y CYS: Breaking Bad para repensar la enseñanza y la química.	Andrea Farré, Germán Sánchez, Irene Cambra y Ma. Gabriela Lorenzo
T8	En la secundaria y en la universidad la enseñanza y el aprendizaje de química es un desafío que da pocas satisfacciones.	Juliana Huergo, Verónica Relling, Ma. Eugenia Disetti y Mabel Santoro
T9	Quimicafe... un encuentro entre la química y su enseñanza. El laboratorio de ciencias un espacio motivador para enseñar y aprender	Marisa López Rivilli, Emmanuel Toranzo y Fabio Malanca

T10	¿Qué podemos hacer con la luz?	Jesica Tello, Gabriela Ferrari y Paulina Montaña
T11	Hacer visible el pensamiento en las clases de química: las rutinas de pensamiento.	Marina Masullo
T12	Aportes para abordar obstáculos conceptuales en la enseñanza de ciencias naturales en la educación secundaria.	Graciela Lecumberry, Marcelo Alcoba, Silvia Orlando y Carola Astudillo
T13	Química y CTS: Los Simpson para la alfabetización científica	Andrea Farré, Germán Sánchez y Ma. Gabriela Lorenzo
T14	Actividades experimentales simples grupales para el aula de química	Hugo Sánchez, Ana Basso y Ma. Gabriela Lorenzo
T15	Reflexiones sobre la enseñanza de las propiedades eléctricas de la materia.	Cristina Grasselli, Adriana Rocha, Adriana Bertelle, Ana Fuhr Stoessel y Verónica Capdevilla
T16	Utilización de TICS y experiencias a microescala para el abordaje del tema de las soluciones y sus propiedades	Ma.Cristina Grasselli, Viviana Colasurdo, María J. Goñi Capurro, María Beatriz Silverii y Maximiliano I. Dellestesse
T17	Uso de tecnología educativa para la enseñanza de la química.	Hugo Alejandro Rojas Flores
T18	El uso de simuladores en la enseñanza de la química.	Sandra Maria Ferreira, Susana Llesuy y Claudia Gabriela Reides

Los trabajos completos pueden consultarse en las *Memorias de la XVIII Reunión de Educadores en la Química – XVIII REQ* (con referato) editadas por la Editorial de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UniRío Editora), como libro digital (ISBN 978-987-688-268-2), que se puede descargar del sitio de la editorial (www.unrc.edu.ar/unrc/comunicacion/editorial/). Dichas Memorias, contienen además los resúmenes de las Conferencias, Talleres y los datos de contacto de los autores.

Durante la reunión se realizaron videograbaciones de diferentes momentos y actividades, en los siguientes links pueden verse algunos de ellos:

Entrevista a la Dra. Luz Lastres:

<https://www.youtube.com/watch?v=2s5DN5vGgMY&feature=share>

Entrevista a la Lic. Teresa Quintero:

<https://www.youtube.com/watch?v=cvb--Y5IyAI>

Entrevista al Dr. Héctor Odetti:

<https://www.youtube.com/watch?v=upsLpPWFTfM&t=2s>

Entrevista a la Dra. Adriana Rocha:

<https://www.youtube.com/watch?v=hQzn15ldMq8>

Entrevista a la Dra. Adriana Bertelle:

<https://www.youtube.com/watch?v=NzvK7a-nhdk&t=5s>

El éxito de la reunión no hubiera sido posible sin el apoyo de todos los que de una u otra manera fueron parte de este evento. Se agradece especialmente a todos los involucrados en la organización y el desarrollo de la XVIII REQ, en especial:

- A la Comisión Directiva de la ADEQRA.
- Al Ministerio de Ciencia y Técnica de la Provincia de Córdoba (Programa de Apoyo a Eventos 2018) y al Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT) de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (RC-2018-0172), por haber auspiciado y apoyado económicamente la reunión.
- Al Ministerio de Educación de la Nación, al de la Provincia de Córdoba, a los Gobiernos Provinciales y de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires por brindar su auspicio.
- A la Universidad Nacional de Río Cuarto, a sus autoridades y personal de las distintas dependencias universitarias que fueron activos colaboradores en la organización, al personal de la *Editorial UniRio*, de *Audiovisuales*, de *Protocolo* y de *Bedelía*.
- A la Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, a través de sus autoridades Dra. Marisa Rovera y Mg. Marcela Daniele, el reconocimiento para todo el personal que se ocupó del más mínimo detalle para la realización del encuentro.
- Al Departamento de Química, a su Directora Dra. Susana Criado, a su personal no docente, a sus docentes, becarios y estudiantes, siempre acompañando y colaborando.
- Al Comité Organizador y al Comité Científico de REQ, por su enorme compromiso y dedicación para asumir toda la responsabilidad que significa llevar adelante la realización de un evento de esta significación.
- A la Asociación Química Argentina (AQA) y la Asociación de Profesores de Física de la Argentina (APFA) y demás asociaciones científicas y docentes, instituciones de formación en docencia y/o investigación, por declararla de interés y ayudarnos en la difusión del evento.
- A todos los autores de los trabajos presentados, a los responsables de los talleres, a los conferencistas e integrantes de la mesa redonda que a través de sus creativas y variadas propuestas hicieron posible el desarrollo de las actividades fundamentales de la reunión.

Finalmente, cabe agradecer muy especialmente a todos los colegas participantes, quienes concurriendo desde los más diversos lugares del país y del extranjero, e hicieron posible la concreción de la XVIII REQ.

Instauración del Premio ADEQRA "Reconocimiento a la trayectoria y promoción de la enseñanza de la Química"

Merece un apartado especial, un emotivo y grato momento, cuando la Dra. Luz Lastres, conocida por todos los asociados como Ketty, fue galardonada en reconocimiento a su incansable labor por la enseñanza de la química y por llevar adelante contra viento y marea, nuestra querida revista de la asociación.

Luz Enriqueta Lastres Flores de García, nació en Cruz del Eje, Provincia de Córdoba. Realizó sus estudios universitarios de grado y de doctorado en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, donde se desempeñó como docente e investigadora en el campo de la Química Inorgánica.

La Dra Luz Lastres, es la editora de la Revista Educación en la Química desde 1997. Desde entonces ha participado activamente diseñando actividades, promoviendo encuentros, gestionando ante las autoridades, colaborando en la organización de reuniones, dictando talleres, elaborando materiales, por mencionar algunas de las innumerables acciones realizadas para contribuir con todos los docentes y su enseñanza de la química para todos.

¡Felicitaciones querida Ketty!



Imagen 5: Entrega del Premio ADEQRA

CRECE LA COMUNIDAD DE PROFESORES DE QUÍMICA QUE TRABAJAN POR MEJORAR SU ENSEÑANZA

Equipo editorial

El 2018 ha sido un año muy fructífero en cuanto a la calidad y cantidad de actividades que desde diferentes instituciones se fueron organizando, y donde los integrantes de ADEQRA participaron de diferentes maneras, haciendo crecer esta comunidad de docentes preocupados por la enseñanza de la química.

Presentamos a continuación, algunas de ellas, agradeciendo los envíos a nuestros colaboradores.

CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN SOCIEDAD. ENCUENTRO ENTRE PROFESORADOS

El ISFD 45, Julio Cortázar de la localidad de Haedo, Provincia de Buenos Aires organizó un encuentro entre profesorados en los que participaron docentes y estudiantes de los diferentes profesorados de ciencias naturales.

El encuentro se celebró el 19 de octubre de 2018 y fue declarado de interés por la Organización de Estados Iberoamericanos, la Asociación de Profesores de Física de la Argentina, la Asociación de Docentes de Ciencias Biológicas de la Argentina y por Asociación de Enseñanza de la Química de la República Argentina.

El propósito del evento fue ofrecer un espacio para compartir experiencias didácticas con enfoque CTS, para la cual se presentaron conferencias, ponencias y se ofrecieron talleres. ADEQRA fue invitada a participar junto con representantes de las otras organizaciones de profesores para propiciar el debate y el intercambio entre asignaturas y analizar las posibilidades del enfoque CTS en cada caso.



CRÓNICA DE LA ESCUELA CONGRIDEC DE PRIMAVERA 2018

Por Facundo Dyszel

Becario de doctorado UBA. CIAEC-FFYB.

En la ciudad de Córdoba en Argentina del 12 al 14 de noviembre de 2018, se llevó a cabo la *Escuela Latinoamericana de Primavera para Investigadores en Formación en Didáctica de la Matemática, las Ciencias Naturales y la Tecnología*. Este evento se desarrolló en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en el campus de la Universidad Nacional de Córdoba.

Se ha contado con la presencia de muchos investigadores de todo el país (Córdoba, Buenos Aires, San Juan, Bariloche, Salta, Ushuaia, Santiago del Estero, entre otros) y de Latinoamérica que se encuentran en distintas etapas de su formación: empezando, transitando o finalizando su maestría o su doctorado en este campo de disciplinas.

La escuela fue organizada a través del esfuerzo interinstitucional de la Universidad Nacional de Córdoba, la Universidad Nacional del Litoral y el Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica de la Universidad de Buenos Aires como parte de las actividades del Consorcio de Grupos de Investigación de Educación en Ciencias (CONGRIDEC).



A lo largo de tres intensos días de debate, reflexión colectiva y trabajo en grupos, los participantes han tenido la oportunidad de escuchar conferencias y realizar talleres que abonaron a la definición de sus temas de trabajo o al ajuste de sus proyectos. Además, pudieron compartir sus

investigaciones con colegas más y menos experimentados.

El primer día, el Dr. Adúriz Bravo (UBA y CONICET) ha estado a cargo del taller denominado "Reflexión Epistemológica en torno al trabajo de Tesis". Luego, se desarrolló una sesión de intercambio en subgrupos que se organizaron en función del grado de avance en el trabajo de tesis. Esta sesión estuvo a cargo del Bioq. Ignacio Idoyaga (CIAEC, FFYB, UBA). Para finalizar la jornada, se realizó un taller donde se abordaron aspectos generales de los programas de computadora Atlas Ti y SPSS.



El segundo día inició con la conferencia de la Dra. Sandra Escovedo Selles de la Universidad Federal de Fluminense de Brasil. La doctora abordó cuestiones metodológicas vinculadas al análisis documental en relación al currículum, los libros de texto escolares y las políticas educativas. Por la tarde, las doctoras Mónica Villarreal y Cristina Esteley (FAMAF, UNC y CONICET) coordinaron un taller de construcción de proyectos de investigaciones donde se analizaron los distintos componentes que debe tener un plan de trabajo a partir de la lectura de resúmenes, preguntas y objetivos de distintas tesis y, luego, se trabajó en el plan de cada participante.

El último día, se trabajó sobre el proceso de escribir un artículo científico en un taller a cargo de los doctores Enrique Coleoni y Laura Buteler (FAMAF, UNC y CONICET). Se analizaron los aspectos principales de los artículos a partir de la lectura de dos *papers* científicos.

Para finalizar, cada participante planificó la entrega del trabajo final que consiste en la escritura de una publicación donde se muestren avances de cada investigación o el estado del arte de los objetos de cada uno (para quienes recién se inician en sus proyectos).

La Escuela de Primavera ha sido una instancia muy enriquecedora para sus participantes que han podido trabajar fuertemente sobre sus proyectos y nutrirse de los aportes de los colegas.

NOTICIAS ADEQRA

Comité editorial

1)Instauración del PREMIO ADEQRA “Reconocimiento a la trayectoria y promoción de la enseñanza de la Química”

En la Asamblea General de la Asociación celebrada en la Ciudad de Río Cuarto, Provincia de Córdoba, el 7 de agosto de 2018, se resolvió por unanimidad de los presentes, instaurar un premio dedicado a reconocer a aquellos miembros de la Asociación que hayan realizado una contribución destacada a la enseñanza de la química.

El premio será entregado durante la celebración de las Reuniones de Educadores en la Química que se realicen de ahora en adelante. La Asamblea resolvió además que a partir de la 19 REQ, la denominación será “Premio ADEQRA Luz Lastres”.

A continuación, presentamos el proyecto de creación del premio en donde se detallan sus características y los procedimientos para optar al mismo.

CREACIÓN DE PREMIO ADEQRA

“Reconocimiento a la trayectoria y promoción de la enseñanza de la Química”

Visto,

La necesidad de brindar un justo reconocimiento a las trayectorias destacadas de aquellos socios que han contribuido grandemente a la Asociación de Enseñanza de la Química de la República Argentina (ADEQRA); y,

Considerando,

- Que han transcurrido casi quince años del establecimiento del Estatuto de la Asociación, con fecha 24 de octubre de 2003.
- Que entre los fines enunciados en el estatuto de la Asociación se encuentran:
 - Procurar que la enseñanza de la química sea cada vez más significativa y eficiente en todos los niveles educativos.
 - Fomentar el intercambio y la comunicación entre las personas e instituciones dedicadas a la enseñanza de la química.
 - Contribuir al perfeccionamiento profesional de sus asociados mediante la divulgación de información científica metodológica u de temas de interés común.
 - Procurar el acercamiento entre los diferentes niveles del sistema de educación científica.
- Que algunos de sus asociados desempeñan y/o han desempeñado diversas funciones o actividades con un elevado nivel

académico, alcanzando un particular prestigio dentro y fuera de la Asociación, y han contribuido desinteresadamente a la concreción de los fines enunciados en el Estatuto.

- Que es necesario, hacer público el reconocimiento y el agradecimiento que esta Asociación guarda hacia sus Asociados.

Es por eso que, los miembros de la Asociación reunidos en Asamblea Autoconvocada, ad referendum de la próxima ASAMBLEA GENERAL, acuerdan:

Art. 1º: Proponer la creación del PREMIO **“Reconocimiento a la trayectoria y promoción de la enseñanza de la Química”** con el propósito de reconocer y destacar la trayectoria de aquellos socios que han desempeñado una contribución especialmente significativa en el marco de la Asociación.

Art. 2º: Establecer que podrán acceder a dicho premio todos los asociados a ADEQRA que hayan realizado un aporte significativo a la enseñanza de la Química, profesores de química de cualquier nivel y/o investigadores en educación química.

Art. 3º: Para ser considerado como posible acreedor del PREMIO **“Reconocimiento a la trayectoria y promoción de la enseñanza de la Química”** deberá ser propuesto por dos (2) miembros activos de la Asociación que avalen su presentación ante la Comisión Directiva.

Art. 4º: La Comisión Directiva designará un jurado Ad Hoc de tres miembros quienes considerando los méritos del propuesto decidirán la pertinencia de dicha premiación.

Art. 5º: Se establece una periodicidad de dos años, para la postulación de candidatos al Premio. La postulación permanecerá abierta y cerrará tres meses antes de la fecha establecida para la Reunión de Educadores en la Química (REQ).

Art. 6º: El PREMIO **“Reconocimiento a la trayectoria y promoción de la enseñanza de la Química”** será entregado en Acto Público durante la celebración de la Reunión de Educadores en la Química (REQ).

Art. 7º: El PREMIO **“Reconocimiento a la trayectoria y promoción de la enseñanza de la Química”** consistirá en un diploma de honor y la publicación de la distinción en el sitio web de la Asociación y en la revista Educación en la Química.

Art 8º: Las modificaciones al presente reglamento de premiación deberán contar con la aprobación por mayoría simple de la Asamblea General.

2) Realización de la 19 REQ 2020

Durante la Asamblea se recibieron propuestas de sedes para la organización de la próxima Reunión de Educadores en la misma. Visto lo cual, la Asamblea resolvió aceptar la propuesta de la Universidad Nacional de Misiones, fijando por tanto la sede en la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, en la ciudad de Posadas, Provincia de Misiones,

designando a la Mag. Miriam Gladys Acuña como Presidente del Comité Organizador.

Contacto: gladys.macuna@gmail.com



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES
Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales
☐ Félix de Azara 1552 – (3300) Posadas (Misiones - Argentina)
☎ (0376) 4435099. FAX 4-425414
2018- "Año del Centenario de la Reforma Universitaria"

Posadas, 1 de agosto de 2018.

A

Asociación de Educadores en la Química de la República Argentina (ADEQRA)

Presente

De nuestra mayor consideración:

Por la presente nos dirigimos a los miembros de la Comisión Directiva de la ADEQRA a los efectos de expresar la voluntad de la *Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones* de organizar la XIX Reunión de Educadores en la Química en el año 2020. Siguiendo los objetivos, ejes de trabajo y normativas que orientan a la REQ, para promover un espacio de actualización y perfeccionamiento a los docentes de Química de los distintos niveles y consolidar los vínculos entre docentes e investigadores en la enseñanza de la Química de todos los ámbitos educativos, a nivel nacional e internacional. Fortalecer la investigación en el área de la didáctica de la Química y de su vinculación con otras ciencias, en las universidades, en los institutos de formación docente y en las escuelas. Permitiendo a nuestra institución recibir por primera vez a los docentes de todos los niveles educativos interesados en participar en reuniones de divulgación científica, a fin de, propiciar instancias de integración y articulación entre los diferentes niveles (superior, secundario, primario), generando espacios de reflexión.

De este modo, expresamos nuestra decisión de participar activamente de las actividades de la REQ para lo cual las profesoras Miriam Gladys Acuña (DNI 13197854) y Gladis Edith Medina (DNI 16119831) serán las responsables de la organización con el correspondiente aval institucional.

Atentamente.

*Datos de contacto: Dr. Luis Alberto Brumovsky
Correo electrónico: luisbrumovsky@gmail.com
Teléfono: +5493764328120
Sitio web: www.fceqyn.unam.edu.ar*

3) Año internacional de la Tabla Periódica. Convocatoria número especial de la revista *EDENLAQ*

Editora de la edición especial: Dra. Andrea Farré

Contacto: asfarre@unrn.edu.ar



La Tabla Periódica de los Elementos es uno de los logros más significativos de la Ciencia ya que unifica conceptos y tiene amplias implicancias en Astronomía, Química, Física, Biología y otras Ciencias Naturales. Además, se trata de una herramienta invaluable que permite los científicos predecir elementos y también sus propiedades (IUPAC, 2017). De hecho, como señala Scerri (2008, p. 234), la tabla periódica continúa siendo un área de investigación activa para los físicos y químicos y: *"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 el año 2019 se cumple el 150° Aniversario de la primera edición del libro "Principios de Química" escrito por el químico ruso Dimitry Mendeleev en donde aparecieron las primeras dos versiones de Tablas Periódicas con períodos verticales y horizontales. Dichas tablas fueron los primeros intentos de representar la periodicidad de los elementos. Actualmente, la representación recae en la icónica matriz rectangular que todos conocemos como "la tabla periódica", la cual 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 (Bensaude-Vincent, 2001).

La Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó al año 2019 el Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos: "(...) a fin

de concienciar a nivel mundial sobre las ciencias básicas y mejorar la educación en este ámbito, prestando especial atención a los países del mundo en desarrollo, con miras a mejorar la calidad de la vida cotidiana y, entre otras cosas, lograr futuros avances en materia de investigación y desarrollo, e invita a la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura a ser el organismo coordinador de las actividades del Año Internacional, en colaboración con otros organismos pertinentes, dentro de los límites de los recursos existentes” (Naciones Unidas, 2017, pp. 10-11).

Para el año 2019 están previstas diferentes actividades y eventos para conmemorar el Año Internacional de la Tabla Periódica que pueden encontrarse en un sitio web dedicado a la celebración (<https://www.iypt2019.org/>). En dicho sitio podemos, incluso registrarnos en la ceremonia inaugural que tendrá lugar el próximo 29 de enero en París, en la casa de la UNESCO.

“El 20 de diciembre de 2017, durante su 74ª Reunión Plenaria, la 72ª Sesión de la Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó 2019 como el Año Internacional de la Tabla Periódica de Elementos Químicos (IYPT 2019). De esta forma, la ONU ha querido reconocer la necesidad de desarrollar una creciente conciencia global sobre el papel clave que juega la química en el Desarrollo Sostenible al proporcionar importantes soluciones a desafíos globales tales como la energía, la alimentación, la salud o la educación, entre otros. De hecho, la resolución fue adoptada como parte del Programa sobre Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la ONU.

La conmemoración, que coincide con el 150 aniversario del descubrimiento del Sistema Periódico por Dimitri Mendeleev en 1869, reunirá a diferentes grupos de interés, entre ellos UNESCO, sociedades científicas y sindicatos, instituciones educativas y de investigación, plataformas tecnológicas, organizaciones sin ánimo de lucro y representantes del sector privado para promover y celebrar durante 2019 la relevancia de la Tabla Periódica de Elementos y sus aplicaciones y contribución a la sociedad.

El desarrollo de la Tabla Periódica de los Elementos es considerado como uno de los logros más significativos de la Ciencia, que vincula estrechamente diferentes campos de conocimiento como la Astronomía, la Química, la Física, la Biología y otras ciencias naturales. Se trata de una herramienta única que permite a los científicos predecir la apariencia y las propiedades de la materia en la Tierra y en el Universo.

Asimismo, muchos elementos químicos son cruciales para la fabricación y desarrollo a escala industrial de numerosos productos presentes en nuestra vida cotidiana y necesarios para mantener nuestro estilo de vida

actual y preservar el planeta. Los cuatro elementos más recientes (115-118) se agregaron por completo a la Tabla Periódica, con la aprobación de sus nombres y símbolos, el 28 de noviembre de 2016.

Por otra parte, el Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos coincidirá con el Centenario de la IUPAC, IUPAC100, (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada). De esta forma, los eventos de IUPAC100 y de IYPT contribuirán a mejorar la comprensión y valoración de la Tabla Periódica y de la química en su conjunto. La celebración del 100° Aniversario de IUPAC estará fijado en el Calendario de Aniversarios de la UNESCO el 28 de julio de 2019.” (tomado de <https://www.feique.org/las-naciones-unidas-proclaman-2019-ano-internacional-la-tabla-periodica-elementos-quimicos/> el 01-12-18)

Dada entonces la importancia que la Tabla Periódica tiene para todos los químicos y profesores de química, la revista EdenlaQ quiere sumarse a las celebraciones con un número especial de la revista.

Por lo tanto, convocamos a todos nuestros lectores a enviar sus artículos, actividades de enseñanza, notas, chistes, imágenes creativas y todo lo que consideren de interés para nuestros asociados.

Bibliografía

- 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.
- IUPAC (2017). The United Nations proclaims The International Year of the Periodic Table of Chemical Elements. *Press Release*. Disponible en: http://iupac.org/cms/wp-content/uploads/2017/12/Press-Release-International-Year-of-the-Periodic-Table_UN-Proclamation_21-December-2017.pdf
- Naciones Unidas (2017). Globalización e interdependencia: ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo. Informe de la Segunda Comisión. *Septuagésimo segundo período de sesiones*. Disponible en: <https://undocs.org/es/A/72/422/Add.2>
- 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&lng=es.

4) ¡Nos modernizamos en el cobro de las cuotas societarias!

A partir de este año, las cuotas societarias de ADEQRA pueden ser abonadas directamente por transferencia bancaria a la cuenta de la asociación. Una vez efectuado el depósito o transferencia, deberá enviar el comprobante escaneado por correo a la dirección:

cuotasadeqra@gmail.com

indicando ***apellido y nombre*** del depositante.

Datos de la cuenta Bancaria:

Banco Hipotecario – Sucursal Río Cuarto

Caja de Ahorro en pesos a nombre de Presidente y tesorera de ADEQRA:
Teresa Quintero y Marcela Altamirano

CBU: 044002644000025071360-8

Cuenta: CA \$ 4-026-0002507136-0

CUIL: 27-17921929-3

Para otras consultas: adeqrariocuarto@gmail.com

Congresos, Jornadas y Seminarios de Aquí y Allá...

Informe elaborado por Dra. Andrea S. Farré, Universidad Nacional de Río Negro, Sede Andina.

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SETTING THEIR TABLE: WOMEN AND THE PERIODIC TABLE OF ELEMENTS

Organizado por la Universidad de Murcia

Fecha límite (extendida) para la presentación de resúmenes de comunicaciones orales: 11 de Enero de 2019

Fecha límite (extendida) para la presentación de resúmenes de posters: 25 de Enero de 2019

11 al 12 Febrero de 2019, Murcia, España

<http://www.iypt2019women.es/index.php>

XXXII CONGRESO ARGENTINO DE QUÍMICA

Organizado por la Asociación Química Argentina.

Fecha límite para presentación de trabajos: 18 de Febrero de 2019

12 al 15 de Marzo de 2019, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

<https://eventos.aqa2019.org.ar/>

III CONGRESO MUNDIAL DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA DE IEEE - EDUNINE2019

Paradigmas Educativos Modernos para Carreras de Ingeniería y Computación

Organizado por IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) Education Society y COPEC y la Universidad del Pacífico.

17 al 20 de Marzo de 2019, Lima Perú.

<http://edunine.eu/edunine2019/sp/index.html>

X CONGRESO IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN CIENTÍFICA

Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias en Debate

Organizado por la Cátedra UNESCO de Educación Científica para América Latina y el Caribe (EDUCALYC) de la Universidad de Alcalá y el Consejo de Formación en Educación (CFE) integrante de la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP) del Uruguay

25 al 28 de Marzo de 2019, Montevideo, Uruguay.

<http://www.cieduc.org/>

2019 ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE (NARST)

Creating and Sustaining Collective Activism through Science Education Research

Organizado por la National Association of Research in Science Teaching
31 de Marzo al 3 de Abril de 2019, Renaissance Baltimore Harborplace
Hotel, Baltimore, MD, Estados Unidos.

<https://www.narst.org/annualconference/2019conference.cfm>

II ENCUENTRO DE FORMADORES DE PROFESORES DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y DE EDUCACIÓN INICIAL DE UNIVERSIDADES NACIONALES

Organizan los Departamentos de Educación Inicial y Primaria de la Sede General Pico de la Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional de La Pampa.

4 al 6 de Abril del 2019, General Pico, La Pampa.

<http://www.humanas.unlpam.edu.ar/wordpress/encuentroformadores/>

I JORNADAS SOBRE FORMACIÓN DOCENTE

Enseñar en la secundaria

Organizada por la Facultad de Filosofía y Letras, UBA.

No requiere inscripción

Actividad gratuita

23 y 24 de Abril de 2019, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

<http://novedades.filo.uba.ar/novedades/i-jornadas-nacionales-sobre-formacion-docente-%E2%80%9Cense%C3%B1ar-en-la-secundaria%E2%80%9D>

V JORNADAS DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EN EL CAMPO DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

Organizadas por la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata.

8 al 10 de Mayo de 2019, La Plata, Buenos Aires.

<http://jornadasceyn.fahce.unlp.edu.ar/v-jornadas-2019>

I CONGRESO PROVINCIAL DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES 2019

Organizado por el Instituto Superior de Profesorado N° 4 Ángel Cárcano, la Escuela Superior de Comercio N° 43 y el Instituto Superior Particular Incorporado N° 4013 Padre Joaquín Bonaldo en colaboración con la Secretaría de Cultura y Educación de la Municipalidad de Avellaneda.

17 y 18 de Mayo del 2019, Avellaneda, Santa Fe.

<https://sites.google.com/view/congresocienciaeducacion>

CONGRESO DE CREATIVIDAD, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA LA CALIDAD EDUCATIVA

Interfaces 7

Organiza la Universidad de Palermo (UP)

21 y 22 de Mayo de 2019, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Actividad gratuita

https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/interfaces/index.php

1º Congresso Internacional de História da Ciência no Ensino

Organizado por Universidade de Trás os Montes and Alto Douro, Universidade de Porto, Universidade de Coimbra y Universidade de S. Paulo.

Fecha límite para presentación de resúmenes: 31 de Enero de 2019

30 de Mayo al 1 de Junio de 2019, Vila Real, Portugal.

<https://www.utad.pt/gform/event/1o-congresso-internacional-de-historia-da-ciencia-no-ensino/>

USING EDUCATION RESEARCH TO FOSTER MEANINGFUL CHEMISTRY LEARNING

Organizada por Bates College.

16 al 21 de Junio de 2019, Lewiston, Maine, Estados Unidos.

<https://www.grc.org/chemistry-education-research-and-practice-conference/2019/>

XII ENPEC (XII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS)

Diferença, Justiça Social e Democracia

Organizado por la Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) y Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

25 al 28 Junio de 2019, Natal, Brasil.

<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/>

47TH IUPAC WORLD CHEMISTRY CONGRESS

Frontiers in Chemistry: Let's create our Future! 100 years with IUPAC

Organizada por la Academia de Ciencias y su Comité Nacional para la Química de Francia.

Fecha límite para presentación de aportaciones: 1 de Marzo de 2019

5 al 12 de Julio de 2019, París, Francia.

<http://www.iupac2019.org>

VISUALIZATION IN SCIENCE AND EDUCATION. GORDON RESEARCH CONFERENCE

Organizada por Bates College.

14 al 19 de Julio de 2019, Lewiston, Maine, Estados Unidos.

<https://www.grc.org/visualization-in-science-and-education-conference/2019/>

15TH IHPST BIENNIAL CONFERENCE

Organizado por Aristotle University

Fecha límite para presentación de resúmenes: 20 de Enero de 2019

15 al 19 de Julio de 2019, Salónica, Grecia.

<http://ihpst2019.eled.auth.gr/>

13TH CONFERENCE OF THE EUROPEAN SCIENCE EDUCATION RESEARCH ASSOCIATION (ESERA)

Organizada por la Universidad de Bologna

Fecha límite para presentación de resúmenes: 31 de Enero de 2019
26 al 30 de Agosto de 2019, Bologna, Italia.

<https://www.esera2019.org/>

REF XXI

El desafío de enseñar Física

Organizado por la Asociación de Profesores de Física de la Argentina, la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, de la UNR y Facultad Regional Rosario de la UTN.

Inscripción: a partir del 01 de Marzo de 2019

Envío de propuestas de Talleres: 01 de Diciembre de 2018 al 15 de Mayo de 2019

Envío de Trabajos: 01 de Marzo al 30 de Junio de 2019

30 de Septiembre al 04 de Octubre de 2019, Rosario, Santa Fe

<https://desarrolloinstitucional.fceia.unr.edu.ar/es/refxxi.html>

Otros eventos planificados para el 2019:

- II Jornadas Interdisciplinaria y Enseñanza de las Ciencias Naturales, organizadas por el Centro Regional Bariloche, UNCo, el Instituto de Formación Docente Continua, Bariloche y la Sede Andina, UNRN.

Pedido de aportes: Si los lectores han participado de algún evento y quieren hacer una reseña del mismo o si quieren difundir alguna reunión científica, pueden escribir a asfarre@unrn.edu.ar

Editorial

Nuestro adiós al Dr. Faustino F. Beltrán <i>Rosa María Haub y María Gabriela Muñoz</i>	72
---	----

Para profundizar

Una visión actual al mundo de los "surfactantes" y los sistemas organizados <i>Cristian C. Villa, Fernando Moyano, Juana J. Silber, R. Darío Falcone, N. Mariano Correa</i>	74
Enseñanza de la química y principios del aprendizaje multimedia <i>Andrés Raviolo</i>	95

Para reflexionar

Naturaleza de la ciencia en estudiantes de contextos de vulnerabilidad social de la zona sur de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires <i>Paula Magalí A. Leales, César Nahuel Moya e Ignacio J. Idoyaga</i>	115
Razonando con molaridad <i>Andrés Raviolo y Andrea S. Farré</i>	126

Ideas para el aula

Líquidos y soluciones: complementos informáticos para un curso de química general <i>Sergio Baggio</i>	137
Lluvia ácida en contexto: una propuesta didáctica con enfoque CTS <i>Ana V. Basso y M. Gabriela Lorenzo</i>	155
Diseño e implementación de una actividad guiada para un trabajo práctico de laboratorio de química universitaria (parte 1) <i>Analía I. Margheritis, M. Alejandra Goyeneche, M. Cristina Iturralde</i>	169

De interés

Jornadas para estudiantes ingresantes: primeras aproximaciones a la alfabetización científica <i>Teresa Pérez, Mónica Peralta, Marcela Pellegrini y Claudia Moreno</i>	182
El premio Nobel en Química 2018	195

Resumen de tesis

Las TIC como potenciadoras de la enseñanza de química general y biológica <i>María Rosa Venezia, Ana Patricia Fabro, María del Rosario de la Riestra</i>	209
---	-----

Informaciones y novedades

Comunicando avances de investigación sobre educación científica en la argentina. II Workshop de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales y Experimentales – II WIDIC 2018 <i>María Belén Manfredi y Germán Hugo Sánchez</i>	218
La formación de maestros en ciencia para la educación primaria: la experiencia marroquí <i>María Gabriela Lorenzo</i>	223
XVIII Reunión de Educadores en la Química (XVIII REQ) <i>Teresa Quintero</i>	226
Crece la comunidad de profesores de química que trabajan por mejorar su enseñanza <i>Comité editorial</i>	235
Crónica de la Escuela CONGRIDEC de Primavera 2018 <i>Facundo Dyszel</i>	236
Noticias ADEQRA <i>Equipo editorial</i>	238
Congresos, Jornadas y Seminarios de Aquí y Allá <i>Andrea S. Farré</i>	245