

# Educación en la Química

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

ISSN 2344-9683

**Volumen 19**  
**Número 2**  
**2013**

# 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: Ed. en la Quim.)

## **Comité editor**

### **Editor Responsable**

Luz Lastres Flores  
(ex-Universidad de B. Aires)

### **Co-editora**

M. Gabriela Lorenzo  
(Universidad de B. Aires-CONICET)

### **Colaboradoras**

Andrea S. Farré  
(CIAEC-Universidad de B. Aires)  
Marisa Repetto  
(Universidad de B. Aires)

### **Consejo Asesor**

Daniel Bartet (UMCE, Chile)  
Erwin Baumgartner (Universidad de B. Aires)  
Faustino Beltrán (Acad. 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 B. Aires)  
Lilia Davel (Universidad de B. Aires)  
Lydia Galagovsky (Universidad de B. Aires)  
Andoni Garritz (UNAM, México)  
Martín G. Labarca (Conicet)  
Hernán Miguel (Universidad de B. Aires)  
Norma Nudelman (Universidad de B. Aires)  
Héctor Odetti (Universidad N. del Litoral)  
Laura Vidarte (ISP J. V. González, B.A.)

EdenlaQuim-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](mailto:ciaec@ffyb.uba.ar)



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

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

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

#### **Comisión Directiva.**

Presidenta: Estela Zamudio (Filial Buenos Aires)

Vicepresidenta: Liliana Habarta (Filial Chaco)

Secretario: Dante O. Tegli (Filial Buenos Aires)

Prosecretario: Sandra Hernandez (Filial Buenos Aires)

Tesorero: Carlos Suarez (Filia Buenos Aires)

Protesorero: Verónica Catebiel (Filial Bariloche)

1° Vocal titular: Andrés Raviolo (Filial Bariloche)

2° Vocal titular: Raúl Chernicoff (Filial San Rafael)

1° Vocal suplente: Javier Genovese (Filial Buenos Aires)

2° Vocal suplente: Leonor Lopez Tevez (Filial Buenos Aires)

#### **Comisión revisora de cuentas**

1° Titular: Mariela Judith Llanes (Filial Chaco)

2° Titular: Sebastián Monaco (Filial Buenos Aires)

3° Titular: Stella Fórmica (Filial Córdoba)

1° Suplente: Violeta Torres (Filial Salta)

2° Suplente: Mario Molina (Filial Chaco)

#### **Domicilio legal de ADEQRA**

Instituto Superior de Formación Docente N° 24, B. Houssay. Pasaje Crámer (bis) 923 (1876) Bernal, Pcia de Buenos Aires, Argentina.

## *Nueva sección*

### **CONOCIENDO A LA COMUNIDAD DE INVESTIGADORES EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS**

La investigación en el área de la Didáctica de las Ciencias (Naturales) es un campo de reciente consolidación en el mundo científico. Discurre entre dos orillas más o menos distantes entre sí, la formación disciplinar de origen (principalmente física, química y biología) y las ciencias sociales vinculadas a la educación. Con su torrente a veces turbulento, a veces sinuoso, encuentra remansos e islas a su paso, donde crece y prospera.

En esta serie de entrevistas, nos proponemos mostrar las historias personales de aquellos aventureros que aceptaron el desafío de navegar en sus aguas.

#### **Entrevista al Dr. Carles Furió Más**

Profesor Emérito de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Facultad de Magisterio. Universitat de València (España)



**Teléfono de contacto: 963983820**

**Correo electrónico: carles.furio@uv.es**

*1) ¿Cuál es su formación inicial? ¿Cuándo se inició en la investigación científica y en qué área?*

En 1962 obtuve el título de Licenciado en Química en la Facultad de Química de la Universidad de Valencia (UV). Con este título ya se podía ejercer la docencia en la Educación Secundaria, Bachillerato y en la misma Universidad. Durante ese mismo año de 1962 me inicié en mi primera investigación centrada en el diseño e implementación de un reactor químico que tenía que producir el nitrilo y/o la amida del ácido oleico mediante la reacción de este ácido con amoníaco a baja presión y utilizando un lecho fluidizado de 'silal'. Yo había entrado como profesor adjunto en el Departamento de Ingeniería Química de la UV. Defendí mi tesis doctoral en febrero de 1970 dando solución al problema al integrar las ecuaciones diferenciales de las velocidades de reacción supuestas para el mecanismo de la reacción química.

*2) ¿Cuándo, cómo y por qué comenzó a investigar en didáctica de las ciencias?*

Después de tres años de impartir clases a universitarios de Química en la UV y de la Escuela Técnica

Superior de Ingeniería Agrícola de Valencia opté junto con otros compañeros físicos y químicos por presentarme a una oposición de Catedrático de Instituto de Enseñanza Media en 1965 para enseñar Física y Química a alumnado de 10 a 18 años. La mayoría del grupo (4) que habíamos cooperado en la preparación de estas oposiciones obtuvimos plaza de Catedráticos de Física y Química y, a partir de esta fecha, aumentó nuestra afición por la Didáctica de las Ciencias. Empezamos a plantearnos la necesidad de transformar nuestra manera de enseñar porque no nos sentíamos satisfechos, constituimos un grupo de innovación curricular y a principios de la década de 1970 nos fuimos iniciando en la investigación didáctica. Hay que tener en cuenta que, en aquella época, vivíamos en un contexto socio-político especial, conocido como la ‘transición política española’, en el que participábamos criticando el carácter autoritario del franquismo y de su escuela nacional-católica y, desde nuestra profesión como docentes, defendíamos una ‘alternativa democrática para la educación’.

3) *¿Dónde desarrolla su investigación actualmente? Describa brevemente su línea de investigación.*

En 1980 siendo Catedrático de Instituto estuve en comisión de servicio en el Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la UV dedicado a la formación inicial y continua del profesorado de secundaria y a la investigación educativa. En el periodo 1980-1989 desarrollamos infraestructura para mejorar los recursos universitarios de investigación en las didácticas específicas en la UV (por ejemplo, nuestro ICE junto con el de la Universidad Autónoma de Barcelona creamos en 1983 la revista ‘Enseñanza de las Ciencias’, empezamos a suscribir en el ICE de la UV a muchas revistas de Didáctica de las Ciencias y de investigación en otras didácticas específicas (Matemáticas, Inglés, Lengua española, etc.). En 1990 obtuve una plaza de profesor titular de Escuela Universitaria y poco a poco, tras varias oposiciones, llegué en 2001 a ser Catedrático de Universidad de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la UV. Actualmente soy Catedrático Emérito en la UV donde he venido y vengo desarrollando investigaciones en muy distintas líneas de investigación. A título de ejemplo, expongo aquellas más recientes en las que continúo trabajando:

\* Diseño, implementación y evaluación de secuencias de enseñanza basadas en el modelo de aprendizaje como investigación orientada. En estos estudios hay otras líneas incluidas en las de diseño preferentemente en el campo de la educación química como, por ejemplo, concepciones alternativas y razonamientos de sentido común (en general, dificultades de aprendizaje) en gases, sustancias y compuestos o en termoquímica, resolución de problemas de Química como investigación orientada, actitudes de los estudiantes hacia las Ciencias y su aprendizaje, etc..

\* Formación inicial y continua de profesorado de Ciencias de Secundaria y Bachillerato y estudio de competencias en profesorado universitario de Ciencias y de Ingeniería Mecánica.

\* Alfabetización científica en educación secundaria obligatoria y, en particular, en argumentación científica y en formulación química.

\* Otras que estamos iniciando sobre investigación educativa centrada en las ciencias y tecnología en los niveles de educación infantil y primaria.

4) *¿Cuáles cree Ud. que serán los próximos desafíos a afrontar en el campo de la didáctica de las ciencias?*

En mi opinión, una de las futuras líneas de investigación que seguramente se desarrollarán más en el futuro son las relativas a problemas de enseñanza integrada y aprendizaje de las Ciencias (concebidas no solo como Ciencias sino también Matemáticas, Ciencias Naturales y Tecnología) que se plantearan en los niveles educativos de Secundaria Obligatoria, Primaria e Infantil.

Por otra parte, será necesario investigar más en la formación inicial y continuada de los profesores y maestros. Caso especial que merece atención especial es la formación del profesorado universitario y, en particular, indagar en el conocimiento didáctico del contenido de este profesorado. Otro caso particular será, como ya indicamos anteriormente, la iniciación a la investigación educativa de los maestros de primaria e infantil ya que actualmente en España ya pueden realizar estudios de doctorado.

Finalmente y como futuras investigaciones que se pueden presentar en la educación primaria e infantil son aquellas propuestas donde se integren áreas como Ciencias, Matemáticas, Tecnología, Artes y Humanidades desarrollando modelos de enseñanza-aprendizaje que vayan más allá de los socioconstructivistas conocidos. A título de posibles modelos que pueden surgir son aquellos que lleguen a fundamentar teórica y prácticamente el desarrollo de competencias en las inteligencias múltiples de Gardner en niños y adolescentes.

*5) ¿Qué consejos le daría a aquellos interesados en dedicarse a la investigación en didáctica de las ciencias?*

Partiendo del supuesto de que los interesados sean profesores o maestros de Ciencias en activo que ya conocen los problemas de la enseñanza y deseen plantearse la búsqueda de posibles soluciones a alguno en particular, les aconsejaría que se aproximaran al contenido de algunas de las revistas especializadas en didáctica de las de la Química, en particular, como, por ejemplo, Educación en Química, Educación Química, Journal of Chemical Education o Chemical Education Research and Practice (C.E.R.P.) o , más generales de didáctica de las Ciencias como Enseñanza de las Ciencias, Alambique, Journal of Science Education, Science Education, International Journal of Science Education o Journal of Research in Science Teaching.

Por otra parte, estos docentes también pueden asociarse con otros colegas que tengan las mismas inquietudes acerca de cómo mejorar sus enseñanzas, constituir un pequeño grupo que pueden intercambiarse sus experiencias e intereses y, si procede, plantearse inicialmente un pequeño programa no demasiado ambicioso cuya finalidad consista en mejorar, por ejemplo, alguna temática o concepto particular que hayan comprobado que resulta difícil para sus estudiantes. Convendrá, en primer lugar, realizar un búsqueda bibliográfica no demasiado extensa para ver algunos resultados sobre las dificultades de aprendizaje encontradas y posibles soluciones que se proponen. Es decir, el grupo se puede plantear, en principio, el poner en cuestión aquellos resultados de investigación que han hallado en su búsqueda bibliográfica.

En cuanto a aquellos otros profesores noveles que tengan interés en la didáctica de las Ciencias les aconsejo que se integren en algún grupo de investigación que ya tenga cierta experiencia en un área de conocimiento que sea de su interés con el fin de que se pueda apropiarse más rápidamente de los conocimientos obtenidos en las investigaciones de dicho grupo. Esta socialización no es incompatible con la asistencia a

jornadas o congresos nacionales o internacionales donde pueden seleccionar aquellas comunicaciones de investigación que más les interese. Este mismo consejo también sirve para los profesores con experiencia.

Muchas gracias por darme la oportunidad de poder ayudar a aquellos colegas, lectores de la revista, que quieran formar parte de la comunidad de investigadores en didáctica de las Ciencias.

## **BREVE CURRICULUM PROFESIONAL DE CARLES FURIÓ MAS**

### **\*Breve autobiografía profesional**

Nada más acabar los estudios de licenciatura en el año 1962 trabajé como profesor adjunto de Química Técnica en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valencia y en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Valencia. Al mismo tiempo me inicié como profesor de enseñanza media en un Centro público. Obtuve por oposición una cátedra de Física y Química de I.N.E.M. en el verano de 1965. Únicamente seguí conectado a la Universidad para concluir mi tesis doctoral sobre cinética de reactores químicos, tesis que defendí un día de febrero de 1970. Mis preocupaciones profesionales se centraron en la mejora de la práctica de enseñar colaborando con un grupo de profesores de Bachillerato: el Seminario Permanente de Física y Química.

Posteriormente en 1980 regresé a la Universidad donde me propusieron trabajar en el antiguo Instituto de Ciencias de la Educación de la Universitat de València y desde aquí comenzamos a promover la investigación e innovación en Didáctica de las Ciencias (grupos de trabajo, fundación de la revista “Enseñanza de las Ciencias”, formación inicial y continua de profesores, etc.). En 1989 fui contratado para trabajar en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de esta Universidad, posteriormente obtuve por oposición una plaza de T.E.U. en 1991, en 1993 una de C.E.U. y en 2001, la de catedrático de Universidad en Didáctica de las Ciencias Experimentales en aquel Departamento. Aquí sigo desarrollando investigaciones e impartiendo clases de Didáctica de las Ciencias en varios niveles y centros (Escuela de Magisterio, Facultades de Física y de Química) de la Universitat de València.

### **\* Publicaciones**

- 115 artículos publicados en revistas nacionales y extranjeras (Enseñanza de las Ciencias, Journal of Chemical Education, Butlletí dels Mestres, Anuario Latinoamericano de Educación Química, Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, Cuadernos de Pedagogía, Unterricht-Studium-Fortbildung de la Universidad de Siegen en Deutschland, Investigación en la Escuela, Aula de Innovación Educativa, FWU-Magazin de la Universidad de München, Revista Española de Física, Educación Química mejicana, ASTER de Francia, Alambique, “A distancia” de la U.N.E.D., Science Education norteamericana, Revista de Enseñanza de la Física de Argentina, Internacional Journal of Science Education europea, Research in Science Education, Chemical Education Research and Practice (CERP), Anales de la Real Sociedad Española de Química, Revista de Psicodidáctica, Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, Science & Education australiana, Educación Química mexicana, Educación en Química argentina, Problems of Education in the Century XXI lituana, Educar em revista brasileña, etc).

- Soy coautor de más de 40 libros publicados con otros colegas en diferentes editoras (Anaya, Los autores, Conselleria de Cultura de la Generalitat Valenciana, Ministerio de Educación y Ciencia, I.C.E. de la Universidad de Valencia, O.E.I. y M.E.C., Editorial Marfil, Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco, Horsori/ICE Universitat de Barcelona, Nova Science Publishers, Inc., Leipziger Universitätsverlag, etc).
- Más de 120 comunicaciones y ponencias a Congresos, Jornadas, Symposia, etc. nacionales o extranjeros sobre Didáctica de las Ciencias Experimentales, formación inicial y continua de profesores de Ciencias, Química, etc.

#### **\* Actividad investigadora**

- 15 tesinas de master o de licenciatura dirigidas y otras 5 en progreso.
- 15 tesis doctorales dirigidas y otras 4 en progreso.
- 5 investigaciones educativas patrocinadas por la Conselleria de Cultura, Educación y Ciencia de la Generalidad Valenciana y por el M.E.C. español 3 ya concluidas hace unos años y 2 en progreso.

#### **\*Proyectos y expectativas**

Estoy trabajando en diferentes líneas de investigación en la didáctica de las Ciencias coherentes con las del grupo al que pertenezco (Seminario Interuniversitario de Investigación en Didáctica de las Ciencias). Más en concreto estas líneas son:

- la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias como investigación en diversos dominios de la Física y de la Química (naturaleza corpuscular de la materia, concepto de reacción química, conceptos de cantidad de sustancia y mol, equilibrios químicos, introducción del campo eléctrico, geometría de moléculas, elemento químico, conceptos de Termodinámica, etc.);
- la aplicación del modelo de aprendizaje como investigación a la Enseñanza de las Ciencias y, en particular, a la de la Química;
- las actitudes de los estudiantes hacia la Química y su aprendizaje y cómo favorecer el cambio actitudinal;
- la formación inicial y permanente del profesorado de Ciencias en Secundaria y Universidad.
- la alfabetización científica y tecnológica de los alumnos de ESO y la comunicación en la clase de Ciencias (especial énfasis en la formulación química)

## *Para reflexionar*

### DEFINICIÓN DE “ELEMENTO QUÍMICO”: IMPLICANCIAS DIDÁCTICAS

Salvador Alí<sup>1</sup>, María Angélica Di Giacomo<sup>2</sup>, Susana Gallardo<sup>3</sup>, Marisol Montino<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Química CBC, UBA, CABA, Argentina, [alivalva@gmail.com](mailto:alivalva@gmail.com)

<sup>2</sup> Química CBC y CCPEMS, FCEN (UBA), e Instituto Pestalozzi, CABA, Argentina [mariandig@gmail.com](mailto:mariandig@gmail.com)

<sup>3</sup> Centro de Divulgación Científica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA), CABA, Argentina, [sgallardo@de.fcen.uba.ar](mailto:sgallardo@de.fcen.uba.ar)

<sup>4</sup> Instituto de Ciencias, UNGS, Los Polvorines, Prov. de Bs. As., [marisol.montino@gmail.com](mailto:marisol.montino@gmail.com)

#### Resumen

En este trabajo se presenta una reflexión sobre la construcción histórica y filosófica del concepto de elemento químico, relacionándola con el discurso docente, en el aula y en los textos, y con las ideas de los estudiantes sobre el concepto. Habida cuenta de las dificultades que otros autores han señalado, se exploró la conceptualización que sobre el término elemento construyen y enseñan los docentes de química. Asimismo se intenta reconocer a qué corriente filosófica responde cada una de las definiciones utilizadas.

**Palabras clave:** *Elemento químico; sustancia elemental; filosofía de la química; enseñanza de la química.*

#### Definition of “chemical element”: didactic concerns

##### Abstract

This paper presents a reflection on the historical and philosophical construction of the concept of chemical element, relating it to the speech of teachers in the classroom and in textbooks, and to the ideas from students about the concept. Given the difficulties noted by others authors, the teachers' conceptualization about the term element is explored. It is also intended to recognize which is the philosophical trend that guides each definition.

**Keywords:** Chemical element; elemental substance; philosophy of chemistry; chemistry teaching.

## INTRODUCCIÓN

El concepto “elemento” es central en la química para poder comprender la naturaleza de las entidades con las que se trabaja en esta disciplina y para construir otros conceptos como el de reacción química, átomo, sustancia elemental y sustancia compuesta.

Sin embargo, en los textos de química para la enseñanza se observa cierta ambigüedad en el empleo de dichos términos (Raviolo, 2008; Tintori Ferreira et al., 2005), lo cual redundaría en dificultades para los estudiantes, provocando por ejemplo, confusión entre los conceptos de mezcla y compuesto (Furió, 2009), y reforzando la concepción alternativa de que las propiedades de una sustancia elemental subsisten en los compuestos que pueden obtenerse a partir de aquélla. Asimismo, la existencia de variedades alotrópicas provocaría en ellos cierta perplejidad al intentar atribuir propiedades a los elementos.

A esto se suma el carácter polisémico del término, que cuenta con catorce acepciones según el Diccionario de la Real Academia Española, y es usado con mayor frecuencia en su acepción de “parte integrante de algo”. Por otra parte, los propios especialistas en la disciplina utilizan habitualmente el nombre del elemento para referirse a distintas entidades (Di Giacomo et al., 2010).

Actualmente, la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) da dos definiciones del concepto "elemento" (Raviolo, 2008):

- Una especie de átomo; átomos con el mismo número de protones en el núcleo atómico.
- Una sustancia química pura compuesta<sup>1</sup> de átomos con el mismo número de protones en el núcleo atómico.

Estas definiciones operan como sugerencia para los docentes y los autores de libros de texto de la disciplina Química. Sin embargo, en la primera definición se utilizan únicamente términos teóricos, mientras que en la segunda aparecen también términos observacionales (sustancia química pura) que designan entidades de la base empírica, lo cual hace al elemento susceptible de que se le asignen propiedades observables. En ese sentido, podría suceder que se llegara a relacionar el concepto con entidades de distintos niveles ontológicos. Si se contara con una manera directa de deducir el comportamiento macroscópico (elemento como sustancia, segunda definición de la IUPAC) de las características microscópicas (primera definición), entonces se podría hablar de un mismo nivel ontológico. En cambio, en la medida en que no exista dicho reduccionismo, se debería hablar de dos niveles ontológicos, relacionados pero no reductibles (Lombardi y Labarca, 2005).

En relación con la asignación de propiedades a las sustancias, Paneth (1962) distingue entre "sustancia básica" y "sustancia simple", y considera que son dos aspectos diferentes del concepto elemento químico. La sustancia simple posee determinadas cualidades y es perceptible por los sentidos. La sustancia básica, en cambio, no posee cualidades perceptibles, y persiste a través de las modificaciones químicas que sufran las sustancias simples o compuestas. En este sentido, el concepto de sustancia básica sería el que más se adecua al de elemento químico. Asignar al elemento las propiedades observables de la sustancia simple responde, según Paneth, a una visión realista ingenua. Por otra parte, Scerri (2005) describe dos visiones metafísicas: por un lado, la de elemento como sustancia básica que confiere propiedades a las sustancias de las que puede formar parte pero carece de aquéllas (Paneth, 1962), y por otro, la de considerarlos como clases naturales de acuerdo a la teoría causal de la referencia de Kripke y Putnam, y sugiere que ambas pueden ser convergentes. En nuestra opinión, ambas visiones podrían relacionarse con la noción submicroscópica de que lo invariable en los cambios químicos es el número de protones en el núcleo.

La definición del concepto suele aparecer en las primeras páginas de los textos y desde las clases iniciales, cuando el estudiante aún no ha adquirido ciertos conocimientos químicos que son empleados en aquéllas, como número atómico y descomposición química. Uno de los objetivos de este trabajo es insistir en la necesidad de que docentes y estudiantes compartan significados para lograr una buena comunicación y evitar que surjan concepciones alternativas durante el aprendizaje.

---

<sup>1</sup> Entendemos que el término "compuesta" corresponde a una traducción inadecuada, ya que en el lenguaje de la disciplina remite a un tipo de sustancia. Sugerimos reemplazar dicho término por "constituida".

En este trabajo también se reflexiona sobre la construcción histórica y filosófica del concepto de elemento químico y se brinda evidencia de la diversidad de significaciones que se le otorga al término elemento en el ámbito científico y docente. Esta diversidad podría originar dificultades de comprensión y posibles confusiones en los estudiantes.

## **METODOLOGÍA**

La indagación presentada en este trabajo comenzó con una búsqueda, en diversas fuentes, de las diferentes acepciones del término elemento. La significación dada a este término se analizó desde el punto de vista filosófico y se relacionó con cada momento histórico, lo que permitió establecer cinco categorías para las definiciones.

Se realizaron dos encuestas: una a docentes y otra a estudiantes. En la primera, se solicitó a 23 docentes de nivel secundario y universitario que definieran el término “elemento químico”, detallando la forma en que lo explican en clase, lo cual permitió incluir las respuestas en alguna de las categorías establecidas.

La segunda encuesta fue dirigida a 295 estudiantes de un primer curso universitario de Química, cuyos docentes formaban parte de la muestra. En ella, por una parte (ver Tabla 1) se indagaron las dificultades que pueden presentarse en la comprensión del concepto, y por otra (ver Tabla 2) se les ofreció una lista de cinco definiciones correspondientes a cada una de las categorías mencionadas para que optasen por la que les pareciese más adecuada. Se analizó también, en forma cualitativa, la posible relación entre las ideas de los docentes y las de los estudiantes con respecto a la conceptualización del término elemento.

## **El concepto de elemento a través de la historia**

Desde el punto de vista histórico, la construcción teórica del significado del término “elemento químico” ha seguido las diferentes corrientes de pensamiento según las épocas. A pesar de los sucesivos cambios de paradigma, el mismo término continuó utilizándose con distintas significaciones (Alí et al., 2012). En la concepción aristotélica, los elementos eran considerados como el producto de la acción conjunta de un par de cualidades sobre un sustrato material común carente de atributos. En el siglo XVII, Robert Boyle adopta un modelo mecanicista e intenta sustituir aquella definición dogmática por otra operacional. En la actualidad, muchos químicos profesionales, docentes de química e incluso historiadores de la química consideran que Boyle introduce la definición “moderna” del concepto, es decir aquella que se ajusta a sus propias concepciones:

(...) entiendo aquí por elementos, ciertos cuerpos primitivos y simples que, al no estar hechos de cualesquiera otros cuerpos o unos de otros, son los ingredientes de los que se componen todos los cuerpos denominados perfectamente mixtos, y en los que últimamente se resuelven. Ahora bien, lo que ahora pongo en tela de juicio es que haya tales cuerpos que se encuentren constantemente en todos y cada uno de aquellos que se consideran cuerpos compuestos de elementos.

Sin embargo, una lectura más detallada de *The Sceptical Chymist* nos permite apreciar que Boyle consideraba la existencia de una materia “universal” presente en todos los cuerpos químicos (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997).

Es a partir de Antoine Lavoisier cuando se afianza la definición operacional que refiere a elementos como sustancias obtenidas en el último punto del análisis químico. Ésta ha sido sostenida por los químicos que han seguido la tradición empirista que prevaleció a lo largo de los siglos XIX y XX y continúa siendo preferida por muchos en la actualidad. John Dalton va más allá al asimilar el concepto de elemento a los distintos tipos de átomos que constituyen los cuerpos. En 1815, el químico inglés William Prout observó que los pesos atómicos de los elementos parecían ser un múltiplo del peso atómico del hidrógeno, y propuso la hipótesis de que el átomo de hidrógeno era el único realmente fundamental, y que los átomos de los demás elementos eran agrupaciones de varios átomos de aquél. Por su parte, Dimitri Mendeleev postuló la idea de elemento como sustancia básica, carente de propiedades macroscópicas aunque portadora de ellas, en el sentido de que confiere ciertas propiedades a las sustancias de las que forma parte, y sostuvo que la única propiedad conocida que puede atribuirse a un elemento, y que se conserva en cualquier cambio químico, es su peso atómico. Cabe destacar que, en reiteradas ocasiones, Mendeleev advierte sobre la necesidad de diferenciar el concepto de elemento del de cuerpo simple y que la construcción de su tabla periódica no la realizó sobre la base de las propiedades de los elementos sino sobre las de los cuerpos simples y compuestos que aquellos constituyen, como puede apreciarse en la Ley Periódica que enunció en 1879 (Hendry, 2005):

Las propiedades de los cuerpos simples, la constitución de sus compuestos, así como las propiedades de estos últimos, son función periódica de los pesos atómicos de los elementos.

En el siglo XX se deja de lado el concepto de átomo indivisible para dar lugar a modelos con partículas subatómicas cuyo comportamiento no se explica con las leyes de la mecánica clásica sino con las de la cuántica. Henry Moseley (1913), a partir del estudio de espectros de emisión de rayos X de varios elementos, encontró que las frecuencias de las radiaciones emitidas son función de un número entero que llamó "número atómico", el cual resultó ser característico de cada elemento. En la misma década, el avance de la radioquímica dio lugar al conocimiento de los isótopos e hizo peligrar la Ley Periódica, ya que el peso atómico no podía seguir siendo utilizado como criterio ordenador. En 1919, Rutherford realizó una serie de experimentos bombardeando distintas sustancias con partículas alfa. Al observar la emisión de partículas iguales al núcleo del átomo de hidrógeno, postuló la existencia de los protones en el núcleo de todos los átomos (Wiechowski, 1966). Con ello, la hipótesis de Prout de alguna manera se resignificaba. A partir de allí se asoció el número de protones al número atómico, de modo que hoy se acepta que los átomos de un mismo elemento tienen núcleos con igual número de protones, siendo ésta la característica que permanece inalterable en un cambio químico. Paneth (1962) propuso entonces utilizar dicho número como criterio ordenador, ya que era preferible desechar el principio de Dalton de que había tantos elementos como especies atómicas antes que abandonar la clasificación química de los elementos en el sistema periódico.

### **Categorización de las definiciones**

A continuación se describen las cinco categorías establecidas de acuerdo con el análisis de la evolución histórica y filosófica del término.

a) La definición que considera al elemento como una sustancia con la característica de que sus átomos son todos iguales. Podemos suponer que esta idea se afianza cuando John Dalton sugiere que los átomos de un

elemento tienen un peso característico, que difiere del de los otros elementos (Brock, 1998).

Actualmente, pueden encontrarse las siguientes versiones en las correspondientes fuentes:

*"Quím. Sustancia constituida por átomos cuyos núcleos tienen el mismo número de protones, cualquiera que sea el número de neutrones."* (Diccionario de la Real Academia Española)

*"Un elemento químico es un tipo de materia constituida por átomos de la misma clase. En su forma más simple posee un número determinado de protones en su núcleo, haciéndolo pertenecer a una categoría única clasificada con el número atómico, aun cuando éste pueda desplegar distintas masas atómicas. (...)"*(Wikipedia, 2013)

*"Una sustancia química pura compuesta<sup>1</sup> de átomos con el mismo número de protones en el núcleo atómico."* (IUPAC, citado en Raviolo, 2008)

*"Un elemento es una sustancia compuesta<sup>2</sup> por un único tipo de átomos."* (Atkins y Jones, 1998: 3)

b) La definición operacional que considera al elemento como una sustancia que no puede descomponerse. Históricamente, podemos rastrear su origen en el *Tratado Elemental de Química* escrito en 1789 por Lavoisier:

(...) si con el término elementos o principios de los cuerpos expresamos el último punto alcanzado por el análisis, todas las sustancias que no hemos sido capaces de descomponer aún son elementos para nosotros (...)

Actualmente, pueden encontrarse las siguientes versiones en las correspondientes fuentes:

*"(...) aquella sustancia que no puede ser descompuesta mediante una reacción química, en otras más simples ()"*. (Wikipedia, 2013)

*"Un elemento es una sustancia que no se puede separar en otras más sencillas por medios químicos."* (Chang, 2007: 12)

*"Sustancia que no puede descomponerse en otras más simples por métodos químicos"*. (Whitten et al., 1992: 9).

Las dos definiciones anteriores corresponderían a la visión realista ingenua, debido al empleo del término "sustancia", aunque en a) también aparecen términos teóricos.

c) La que considera al elemento un constituyente común a sustancias simples y compuestas que lo contienen, relacionada con la idea de sustancia básica. Históricamente, podemos decir que es Mendeleev quien clarifica el concepto, distinguiendo "cuerpo simple" de "elemento" (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997: 118):

hoy se confunden a menudo las expresiones de "cuerpo simple" y "elemento" [...]. Un cuerpo simple es cualquier cosa material, metal o metaloide, dotada de propiedades físicas y químicas. [ ] Por el contrario, es necesario reservar el nombre "elementos" para caracterizar las partículas materiales que forman los cuerpos simples y compuestos y que determinan la manera en que éstos se comportan desde el punto de vista de la física y de la química. [ ] Sólo conocemos una constante peculiar de un elemento, llamada el peso atómico. El peso atómico pertenece no al carbón o al diamante, sino al carbono.

---

<sup>1</sup> Ver Nota 1.

Actualmente, puede encontrarse las siguientes versiones en las correspondientes fuentes:

*"Se denomina elemento al constituyente común a una sustancia simple<sup>1</sup>, a sus variedades alotrópicas y a todas aquellas sustancias compuestas que por descomposición pueden originar dicha sustancia simple<sup>3</sup>."* (Angelini et al., 1993: 26)

*"(...) los elementos químicos son los constituyentes de todas las sustancias, simples<sup>3</sup> y compuestas."* (Di Risio et al., 2006: 31)

*"(...) También es importante diferenciar un «elemento químico» de una sustancia simple<sup>3</sup>. El ozono ( $O_3$ ) y el oxígeno ( $O_2$ ) son dos sustancias simples, cada una de ellas con propiedades diferentes. Y el elemento químico que forma estas dos sustancias simples<sup>3</sup> es el oxígeno (O)."* (Wikipedia, 2013)

d) La definición que se basa en su número atómico, surgida a partir del trabajo de Moseley (1913), o de protones del núcleo de sus átomos, (Paneth, 1962):

*"Una especie de átomo; átomos con el mismo número de protones en el núcleo atómico."* (IUPAC, citado en Raviolo, 2008)

Cabe destacar que recientemente, Labarca y Zambón (2012) han propuesto reconceptualizar esta definición, agregando al número atómico el rango de números másicos posibles como característica de cada elemento.

e) Similar a la anterior, pero permitiendo la inclusión de iones:

*"Un elemento químico es una clase de partículas con núcleos atómicos que poseen igual número de protones".* (Raviolo, 2008)

*"Elemento es una clase de átomos o de iones mononucleares que tienen el mismo número de protones en el núcleo."* (De los autores, ver Tabla 2)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

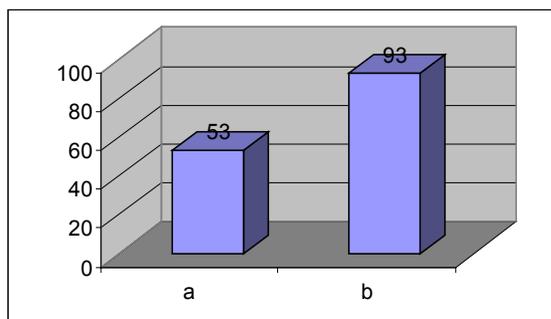
En la Tabla 1 se transcribe la primera pregunta efectuada a los 295 estudiantes encuestados, y se indica el número de alumnos que asignó valor C (correcta) o I (incorrecta) a cada una de las afirmaciones propuestas en la misma. Se indica en negrita la elección acertada en cada caso.

**Tabla 1.** Resultados obtenidos en la Pregunta 1 de la encuesta a estudiantes.

1)	Indicar si las siguientes afirmaciones le parecen correctas o incorrectas.	C	I
a)	En la sustancia agua se encuentran la sustancia oxígeno y la sustancia hidrógeno	139	156
b)	En las sustancias representadas por las fórmulas $O_2$ y $O_3$ hay átomos del mismo elemento.	275	20

<sup>1</sup> Raviolo (2008) sugiere reemplazar el término "simple" por "elemental"

La Figura 1 muestra los porcentajes de alumnos que responden acertadamente a las preguntas 1.a) y 1.b).



**Fig. 1.** Porcentaje de respuestas correctas de los estudiantes a la pregunta 1.

Se observa en la encuesta a estudiantes que los resultados en cuanto a porcentaje de respuestas correctas son diferentes en los casos 1.a) y 1.b) (Figura 1). Casi la mitad de los estudiantes encuestados presenta dificultades en distinguir sustancia elemental de elemento, ya que contestan que en la sustancia compuesta agua podrían encontrar a las sustancias hidrógeno y oxígeno. El inconveniente de esta confusión es que podrían pensar que las propiedades de las sustancias elementales persisten en la sustancia compuesta. También habrá que considerar aquí como posible origen del error una todavía incompleta conceptualización del término sustancia. En cambio, el 93% de los estudiantes contesta correctamente la pregunta 1.b) mostrando que reconocen las variedades alotrópicas como constituidas por el mismo elemento. Sin embargo, el 75% de los que responden mal la pregunta 1.b), también habían respondido de manera incorrecta la 1.a), pudiendo inferirse que aquellos que no tienen claro que lo que permanece en los compuestos es el elemento y no la sustancia simple, tienen dificultades para interpretar la persistencia del elemento en las variedades alotrópicas del mismo.

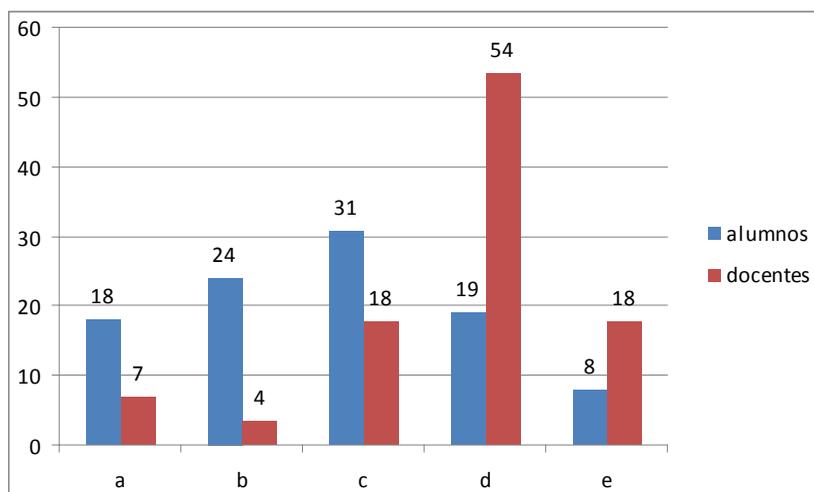
En la Tabla 2 se indica el número de estudiantes que eligieron cada una de las opciones que se les ofrecieron en la pregunta 2 como definición de elemento. Los resultados se presentan discriminados de acuerdo a lo respondido a la pregunta 1.a).

**Tabla 2.** Resultados de respuestas de los estudiantes a la pregunta 2.

RC: Pregunta 1.a) respondida correctamente. RI: Pregunta 1.a) respondida incorrectamente.

2)	Elija entre las siguientes definiciones, cuál le parece que expresa mejor el concepto de "elemento".	RC	RI	Total
a	Un elemento es una sustancia formada por un único tipo de átomos.	17	36	53
b	Un elemento es una sustancia que no se puede separar en otras más sencillas por medios químicos.	33	38	71
c	Se denomina elemento al constituyente común a una sustancia simple y a todas aquellas sustancias compuestas que por descomposición pueden originar dicha sustancia simple.	54	38	92
d	Un elemento químico es una clase de átomos que tienen el mismo número atómico, es decir, poseen el mismo número de protones.	37	18	55
e	Elemento es una clase de átomos o de iones mononucleares que tienen el mismo número de protones en el núcleo.	15	9	24

La Figura 2 muestra los porcentajes resultantes de la categorización de las definiciones propuestas por los docentes y su comparación con el porcentaje de estudiantes que eligió cada una de las definiciones de elemento propuestas en la pregunta 2.



**Fig. 2.** Opciones elegidas por los estudiantes en la pregunta 2 y su comparación con las definiciones propuestas por los docentes (valores en %)

Con respecto a los docentes encuestados, muchas de sus respuestas evidencian que un alto porcentaje (72%) relaciona el término elemento con alguna entidad material como átomos, iones o partículas (correspondientes a las categorías d y e) y que les preocupa que las definiciones de algunos textos provoquen dificultades en el aprendizaje del concepto. La visión realista ingenua descrita por Paneth (1962), de considerar al elemento como sustancia simple (categorías a y b), solo se evidencia directamente en un 11% de los casos entre los docentes encuestados y aun así se pudo apreciar en éstos la combinación con la visión que considera la relación con el número de protones. También es relativamente bajo el porcentaje (18%) de los docentes que consideran al elemento como constituyente de las sustancias (definición c), es decir como sustancia básica.

Por otra parte, en la Figura 2 se observa que el 42% de los estudiantes encuestados relacionan “elemento” con sustancia (definiciones a y b de la Tabla 2). Este amplio porcentaje de respuestas no coincidentes con la visión mayoritaria de los docentes podría deberse a que el concepto de sustancia no hubiera sido aprendido todavía. Esta conclusión se refuerza considerando (Tabla 2) que el 60% de los alumnos que eligen en la pregunta 2 alguna de esas dos definiciones contestan erróneamente la pregunta 1.a), evidenciando la confusión entre sustancia elemental y elemento. También podría considerarse que esta confusión llevaría a dificultades de comprensión con respecto a los conceptos de sustancia compuesta y mezcla (Furió, 2009).

Aunque la definición c, que relaciona elemento con constituyente común a ciertas sustancias, no sea explícitamente enunciada por los docentes, el alto porcentaje (31%) de los estudiantes que la eligen podría deberse a los ejemplos utilizados en las explicaciones en el aula. De las respuestas a la primera pregunta, se puede inferir que los estudiantes presentan menos dificultades en relacionar elemento con átomo que en diferenciar elemento de sustancia elemental, ya que el porcentaje de respuestas correctas es mayor en

la pregunta 1.b). Probablemente se deba a la insistencia en la explicación de fórmulas, números de átomos y moléculas que se hace en las primeras clases que se imparten a los alumnos de este curso o a la fuerte fijación al símbolo del elemento para distinguir un tipo de átomo.

Por otra parte, a pesar de que, mayoritariamente para los docentes, el referente del concepto de elemento es una entidad material, el porcentaje de alumnos que relaciona el término elemento con el de partículas con un cierto número de protones en el núcleo (definiciones d y e) es sólo del 27%.

## CONCLUSIONES

En los libros de origen anglosajón es común encontrar el término elemento como sinónimo de sustancia elemental. Los docentes pueden distinguir entre las dos acepciones según el contexto pero no así los estudiantes en sus primeros pasos en la disciplina, por lo cual sería conveniente que los docentes explicitaran de qué manera se utiliza el término en algunos textos. En el mismo sentido, pueden encontrarse impresos o en Internet llamativas presentaciones de la tabla periódica, en las cuales se muestran las sustancias elementales (no los elementos) en el nivel de observación macroscópico y a veces explicitando en qué materiales de la vida cotidiana podemos encontrar al elemento. Con este último objetivo a veces la información puede resultar confusa si no se distingue entre elemento que constituye una sustancia elemental, elemento que forma parte de una sustancia compuesta o elemento como integrante de una sustancia en una mezcla.

Las diferentes definiciones del término elemento que se encuentran en los textos y la ambigüedad de la definición propuesta por la IUPAC, dan cuenta de la complejidad del tema desde los puntos de vista filosófico e histórico. La necesaria reflexión por parte de los docentes con el fin de conocer a qué corriente filosófica adscribe su propia idea del concepto y cuál es la naturaleza ontológica de las entidades con las que trabajan, ayudaría a evitar confusiones en los estudiantes. A pesar de que la definición elegida mayoritariamente por los docentes coincide con la d) de la Tabla 2, pensamos que las definiciones c) y e) de la misma podrían utilizarse en ese orden, en distintos momentos de la enseñanza, relacionándolas con el desarrollo histórico del concepto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alí, S., Di Giacomo, M. A., Gallardo, S. y Montino, M. (2012) *Definición de elemento químico: análisis histórico y filosófico*. VIII Encuentro de la Asociación de Filosofía e Historia de la Ciencia en el Cono Sur (AFHIC). Santiago de Chile, 16 al 20 octubre de 2012.
- Angelini, M., Baumgartner, E., Benítez, C., Bulwik, M., Crubellati, R., Landau, L., Lastres Flores, L., Pouchan, M., Servant, R. y Sileo, M. (1993). *Temas de Química General*. EUDEBA, Buenos Aires.
- Atkins, P. y Jones, L. (1998) *Química. Moléculas, materia, cambio*. Ed. Omega, Barcelona, 3ª ed.

- Bensaude-Vincent, B. y Stengers, I. (1997) *Historia de la Química*. Addison-Wesley Iberoamericana, Madrid.
- Brock, W. (1998) *Historia de la Química*. Alianza Ed., Madrid.
- Chang, R. (2007). *Química*. Mc Graw Hill Interamericana Ed, México, 9ª ed.
- Di Giacomo, M.A., Baumgartner, E., Landau, L. y Torres, N. (2010). Interpretación submicroscópica de una propiedad física: ¿un problema resuelto? *Educación Química*, 21 (1), 40-46.
- Di Risio, C., Roverano, M. y Vazquez, M.I. (2006). *Química Básica*. Educando, Buenos Aires.
- Furió Más, C. (2009) Contribuciones de la historia y filosofía de la ciencia a la enseñanza-aprendizaje de la química. *Journal of Science Education*, 10, 34-36.
- Hendry, R. (2005). Lavoisier and Mendeleev on the elements. *Foundations of Chemistry*, 7, 31-48.
- Labarca, M. y Zambón, A. (2012). *Una reconceptualización de la noción de elemento químico*. VIII Encuentro de la Asociación de Filosofía e Historia de la Ciencia en el Cono Sur (AFHIC). Santiago de Chile, 16 al 20 octubre de 2012.
- Lombardi, O. y Labarca, M. (2005). The ontological autonomy of the chemical world. *Foundations of Chemistry*, 7, 125-148.
- Moseley, H.G.J. (1913) The high frequency spectra of the elements, *Philosophical Magazine* 26, 1024-1034.
- Paneth, F.A. (1962). The Epistemological Status of the Concept of Element, *British Journal for the Philosophy of Science*, 13, 1-14, 144-160, trans. H.R. Post [reimpreso en *Foundations of Chemistry*, 5 (2003), 113-145].
- Raviolo, A. (2008). Definiciones básicas de la química: una discusión didáctica. II. Elemento, sustancia elemental y compuesto. *Educación en la Química*, 14 (2), 77-89.
- Scerri, E. R. (2005). Some Aspects of the Metaphysics of Chemistry and the Nature of the Elements. *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*, 11 (2), 127-145.
- Tintori Ferreira, M. A., Talou, M. H. y García M. B. (2005) Una mirada epistemológica al concepto de elemento químico. *Educación en la Química*. 11 (1).
- Whitten, K.W., Gailey, K.W. y Davis, R.E. (1992) *Química General*, Mc Graw Hill, España, 2º ed.
- Wiechowski, S. (1966). *Historia del átomo*. Ed. Labor, Barcelona.
- Wikipedia (2013) [en línea, consulta: 26/01/13]<[http://es.wikipedia.org/wiki/Elemento\\_qu%C3%ADmico](http://es.wikipedia.org/wiki/Elemento_qu%C3%ADmico)>

## *Para reflexionar*

### **¿QUÉ PIENSAN LOS FUTUROS PROFESORES DE CIENCIAS ACERCA DE LA CIENCIA?**

**Guillermo Cutrera y María Basilisa García**

*Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Educación Científica. Mar del Plata, Argentina*

[gcutrera@interlap.com.ar](mailto:gcutrera@interlap.com.ar); [bagarcía@mdp.edu.ar](mailto:bagarcía@mdp.edu.ar)

#### **Resumen**

Bajo la hipótesis de la importancia que la naturaleza de la ciencia (NdC) posee en la formación de futuros profesores de Química, en este trabajo indagamos las concepciones de los alumnos que cursan los profesorado de Matemática, Física, Química y Biología FCEyN-UNMDP, Buenos Aires, Argentina, sobre un aspecto vinculado a la NdC como es el status del conocimiento científico. Particularmente, se analizan las diferencias y similitudes de las respuestas de los futuros docentes de Química respecto de las ofrecidas por los alumnos de las restantes carreras. Se discuten los resultados atendiendo al propósito como también desde la hipótesis de la posible relación entre la formación disciplinar y las modalidades de respuesta sobre los aspectos indagados.

**Palabras clave:** Naturaleza de la ciencia, conocimiento científico, formación docente.

#### **What do prospective science teachers think about science?**

##### **Abstract**

In this work we investigate the conceptions of the students of the chemistry, math, physics and biology Teacher Training Programs of the FCEyN - UNMDP, Buenos Aires, Argentina, as regards the status of the scientific knowledge related to the nature of science (NdC), working under the assumption of the importance that has on the training of future teachers of chemistry. We particularly analyze differences and similarities in the answers of future teachers of chemistry in relation to the ones given by students of other careers. Results are discussed from the hypothesis of a possible relation between the disciplinary formation and the response modalities about the investigated topics

**Keywords:** nature of science, scientific knowledge, teacher training

## **FUNDAMENTACIÓN**

El interés por la comprensión de la naturaleza de la ciencia (en adelante, NdC) y el desarrollo del conocimiento científico en docentes y estudiantes ha originado un importante campo de investigación en didáctica (Paixão, 1999; Acevedo Díaz y otros. al, 2002). Según Lederman (2006) y Manassero y otros, (2001), durante las dos últimas décadas, la evaluación de las concepciones de los profesores y de los alumnos sobre la NdC ha sido la que mayor atención ha tenido de parte de la investigación educativa.

Desde el ámbito de la didáctica de las ciencias naturales se ha enfatizado en la necesidad de atender a la NdC, habiéndose convertido recientemente su conocimiento explícito en un objetivo central de la enseñanza de las ciencias (Acevedo Díaz y otros, 2005), sobre todo en las reformas emprendidas por algunos países durante la última década del siglo XX.

Durante los últimos años y a través de investigaciones a largo plazo, se ha encontrado que las concepciones sobre la ciencia del profesor influyen, entre otros aspectos, sobre la formación de una visión de la actividad científica en los alumnos (Cachapuz y otros, 2002) y que cada docente concibe y orienta su enseñanza según sus concepciones sobre la NdC, según su experiencia profesional, su interpretación del currículo y la manera en la cual piensa la educación. En tal sentido, una de las razones que explican el interés por el estudio de las concepciones docentes sobre la NdC, descansa en la convicción de que dichas concepciones suelen fundarse en reduccionismos y deformaciones sobre la actividad científica que pueden obstaculizar la enseñanza (Hodson, 1985; Carrascosa, y otros, 1993). Son numerosas las investigaciones que han detectado que una buena parte de los docentes y alumnos poseen una visión empirista de la ciencia (Porlán, 1996) caracterizada por rasgos tales como la autenticidad (se visualizan los productos de la actividad científica como una descripción cierta de la realidad), la neutralidad (énfasis en el carácter supuestamente objetivo de los conocimientos científicos), veracidad y superioridad (el conocimiento científico se constituye en una forma de conocimiento superior, respecto de los conocimientos personales o cotidianos).

Partiendo de la hipótesis acerca de la importancia que la comprensión docente sobre la NdC tiene sobre las prácticas de enseñanza, centramos el objetivo del presente trabajo en las concepciones de los alumnos que cursan los profesorados de Matemática, Física, Química y Biología FCEyN-UNMDP, Buenos Aires, Argentina; particularmente sobre la relación entre el status del conocimiento científico y otras formas de saber. Se indagan las diferencias y similitudes de las respuestas de los futuros docentes de Química respecto de las ofrecidas por los alumnos de las restantes carreras.

## **METODOLOGÍA**

### **Participantes**

En este estudio participaron 209 alumnos de los profesorados de Matemática (n=89), Física (n=30), Química (n=22) y Biología (n=68), de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

### **Instrumento**

El instrumento utilizado fue un cuestionario con preguntas cerradas confeccionado con 34 ítems referidos a distintos aspectos de la naturaleza de la actividad científica: instancias de generación y justificación del conocimiento, progreso científico, provisionalidad del conocimiento científico y estatus relativo del conocimiento científico con relación a otras formas del saber. Para la elaboración del instrumento se consideraron ítems utilizados en investigaciones destinadas a explicitar las concepciones de ciencia de docentes y/o alumnos (Aikenhead, y otros, 1992 a) y b); Nott, y otros, 1993; Pomeroy, 1993; Abdullateef, 1999; Palmquist, 1997, entre otros).

La elaboración, validación y el empleo del cuestionario pretende, por un lado, facilitar la presentación sencilla de afirmaciones filosóficas de naturaleza compleja sin pérdida de su esencia y, por otro, proveer una base clara para el posterior análisis de las concepciones de los futuros docentes.

En el presente trabajo, presentamos los resultados correspondientes a las respuestas de un conjunto de 4 ítems vinculados especialmente con el status del conocimiento científico: "El conocimiento científico no

es superior respecto de otro tipo de conocimiento, teniendo todas las formas de conocimiento el mismo tipo de validez", "las leyes científicas se encuentran en la naturaleza"; "las leyes científicas son creadas por científicos"; "se puede probar que las leyes científicas son verdaderas". A cada ítem se asignaron modalidades: "Sí", "Creo que sí", "No sé", "Creo que no" y "No". Para el análisis estadístico se utilizó el paquete EPI-INFO.

**Estudio:** descriptivo y correlacional con un diseño no experimental

### **Variables**

**V1:** *Concepción sobre el status del conocimiento científico*

Dimensiones:

- 1- Concepción respecto de la superioridad del conocimiento científico de otro tipo de conocimiento.
- 2- Concepción respecto de la relación entre las leyes científicas y la realidad
- 3- Concepción respecto del origen del conocimiento
- 4- Concepción sobre la provisionalidad del conocimiento científico

**V2:** Carrera que cursa el alumno

### **Categorías de las variables**

**V1:** *Concepción sobre el status del conocimiento científico*

"Sí", "Creo que sí", "No sé", "Creo que no" y "No".

**V2:** *Carrera que cursa el alumno*

Profesorado de física, profesorado de química, profesorado de biología y profesorado de matemática.

### **Procedimiento análisis de datos**

Se realizó un análisis unidimensional obteniendo el total de respuestas por categorías. A continuación se realizó un análisis bidimensional con prueba de significación estadística utilizándose como criterio el valor de Ji Cuadrado y el valor de p. En aquellos casos en que fue necesario, se utilizó la Corrección de Yates para disminuir riesgos de errores por sobreestimación en las pruebas estadísticas. En el análisis, también se consideró la posibilidad de agrupamientos de categorías de respuesta y/o de carreras para cada uno de los ítems indagados.

## **RESULTADOS**

Organizamos la presentación de los resultados siguiendo el ordenamiento de los ítems asociados, cada uno de ellos, con una dimensión de la variable.

Con relación a "El conocimiento científico no es superior respecto de otro tipo de conocimiento, teniendo todas las formas de conocimiento el mismo tipo de validez"

**Tabla 1.** Respuestas obtenidas para el ítem “el conocimiento científico no es superior respecto de otro tipo de conocimiento, teniendo todas las formas de conocimiento el mismo tipo de validez”, por carrera.

N= frecuencia.  $\chi^2 = 25.04$ ; grados de libertad = 12; Valor de p = 0.0146

	Sí		Creo que si		No sé		Creo que no		No		Total
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
<b>Biología</b>	25	36,8	2	13,2	8	11,8	8	11,8	18	26,5	68
<b>Física</b>	10	33,3	3	10,0	3	10,0	3	10,0	11	36,7	30
<b>Matemática</b>	15	16,9	19	21,3	27	30,3	12	13,5	16	18,0	89
<b>Química</b>	6	27,3	5	22,7	2	9,1	5	22,7	4	18,2	22
<b>Total</b>	56 (26,8%)		36 (17,2%)		40 (19,1%)		28 (13,4%)		49 (23,4%)		209

Debido a la disparidad de las distribuciones por carrera, en las respuestas correspondientes al primero de los ítems indagados “El conocimiento científico no es superior respecto de otro tipo de conocimiento, teniendo todas las formas de conocimiento el mismo tipo de validez”, en este primer punto, no resultó adecuada la estrategia de agrupación de modalidades o categorías de cada variable. Con relación a las modalidades de respuesta priorizadas por carrera, se encuentra que los alumnos del profesorado de matemática presentan, comparativamente, mayores porcentajes en la respuesta “no sé”, los alumnos del profesorado de biología en la afirmación, los pertenecientes al profesorado de física en la negación y los alumnos del profesorado de química en la afirmación dubitativa (Tabla 1). De la observación de los porcentajes parciales se sigue que los alumnos del profesorado de química privilegian, para este ítem indagado, la modalidad de respuesta afirmativa (27,3%) y ambas modalidades centradas en la duda en igual porcentaje (22,7%). Con relación a los alumnos de los restantes profesorados, ofrecen modalidades de respuesta similares a las presentadas por los alumnos del profesorado de matemática y se diferencian de aquellas propias de los alumnos de las restantes carreras.

Con relación al ítem: “*las leyes científicas se encuentran en la naturaleza*”

El comportamiento de las respuestas de los alumnos por carrera con relación al segundo de los ítems, “*las leyes científicas se encuentran en la naturaleza*”, no mostró significatividad estadística ( $p=0,1209$ ) así como tampoco permitió ningún tipo de agrupamiento.

Con relación al ítem: “*Las leyes científicas son creadas por científicos*”

**Tabla 2.** Respuestas obtenidas para el ítem “Las leyes científicas son creadas por científicos”, por carrera.  
*N*= frecuencia.  $\chi^2 = 23,14$  (Corrección de Yates); grados de libertad = 12;  
 $p < 0.05$ .

	Sí		Creo que sí		No sé		Creo que no		No		Total
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
<b>Biología</b>	31	45,6	8	11,8	4	5,9	12	17,6	13	19,1	68
<b>Física</b>	9	30,0	4	13,3	3	10,0	3	10,0	11	36,7	30
<b>Matemática</b>	13	14,6	14	15,7	12	13,5	16	18,0	34	38,2	89
<b>Química</b>	5	22,7	7	31,8	1	4,5	1	4,5	8	36,4	22
<b>Total</b>	58 (27,8%)		33 (15,8%)		20 (9,6%)		32 (15,3%)		66 (31,6%)		209

Las respuestas al ítem 3 presentan significatividad estadística global por carrera ( $p=0,01336$ ; Tabla 2). Con relación al ítem 1, es mayor el porcentaje de respuestas afirmativas (27,8%), en términos de porcentajes globales. A su vez, se observa que los alumnos del profesorado de biología responden mayoritariamente a la opción “sí”. Los alumnos de los profesorados restantes se diferencian, por oposición respecto de los alumnos de biología, en priorizar la modalidad de respuesta negativa para este mismo ítem. El grupo de alumnos pertenecientes al profesorado de química, responde mayoritariamente seleccionando las modalidades de respuesta “no” y “creo que sí”. Además, este mismo grupo, priorizando la selección de una de las modalidades de respuesta centrada en la duda (“creo que sí”) se diferencia de los alumnos pertenecientes a los restantes profesorados.

Con relación al ítem “se puede probar que las leyes científicas son verdaderas”, el mayor porcentaje de respuestas corresponde a la modalidad de respuesta negativa (44,0%; Tabla 3), tanto en el porcentaje global, como en los correspondientes a cada carrera. Sin embargo, esta modalidad diferencia claramente las respuestas del grupo de alumnos del profesorado de matemática respecto de los restantes. En particular, los alumnos que cursan la carrera química, presentan porcentajes manifiestamente excedentes a los porcentajes globales respectivos de esta modalidad. Con relación a las modalidades “sí” y “creo que sí”, este mismo grupo de alumnos presenta respuestas similares a aquellos pertenecientes al profesorado de biología y física, manteniéndose un perfil de respuesta análogo al mencionado para la modalidad negativa.

**Tabla 3.** Respuestas obtenidas para el ítem “Se puede probar que las leyes científicas son verdaderas”, por carrera.  
*N*= frecuencia.  $\chi^2 = 16,6$  (Corrección de Yates); grados de libertad = 12;  $p > 0,05$

	Sí		Creo que sí		No sé		Creo que no		No		Total
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
<b>Biología</b>	8	11,8	8	11,8	4	5,9	8	11,8	40	58,8	68
<b>Física</b>	4	13,3	8	26,7	0	0,0	3	10,0	15	50,0	30
<b>Matemática</b>	15	16,9	21	23,6	8	9,0	2	22,5	25	28,1	89
<b>Química</b>	2	9,1	2	9,1	2	9,1	4	18,2	12	54,5	22
<b>Total</b>	29 (13,9%)		39 (18,7%)		14 (6,7%)		35 (16,7%)		92 (44,0%)		209

## CONCLUSIONES

Para los aspectos indagados, los resultados obtenidos no permiten avanzar en la hipótesis de una correlación entre el tipo de modalidades de respuestas y la formación disciplinar. Cuestionan esta hipótesis, por ejemplo, las respuestas de los alumnos del profesorado de matemática □ centradas preferentemente en la duda y el desconocimiento- que no exhibieron, para cada uno de los ítems indagados, diferencias que puedan asumirse estadísticamente significativas respecto de las ofrecidas por los restantes grupos de alumnos. De su parte, el grupo de alumnos pertenecientes al profesorado de Química, mostraron modalidades de respuestas compartidas con los alumnos del profesorado de matemática y ambos grupos, a su vez, fuertemente diferenciados de las respuestas ofrecidas por los alumnos de los profesorados restantes. En efecto, las respuestas ofrecidas por los alumnos agrupados por carrera, exhiben modalidades de respuesta que no permiten inferir un patrón de comportamiento específico según su procedencia disciplinar. Estas modalidades respuesta ofrecidas varían, para el grupo de alumnos pertenecientes a la misma carrera, al cambiar el ítem indagado.

Las conclusiones elaboradas a partir de estos resultados, no obstante, deben ser consideradas en el contexto de una muestra para la cual, en particular, la cantidad de alumnos en el profesorado de Química, es relativamente pequeña. En tal sentido, la falta de diferencias entre las estructuras de respuesta mencionadas y las carreras que cursan los alumnos podrían modificarse al cambiar la cantidad total de alumnos indagados y, en particular, al aumentar la proporción de los alumnos de Química. Por otra parte, y en este contexto, la estructura de respuestas podría inferirse desde la construcción de tipologías.

La ausencia de un patrón de respuestas, sin embargo, no impide advertir respecto de las respuestas ofrecidas por los alumnos de Química en cada ítem indagado. Los porcentajes de respuesta de modalidades centradas en la duda, por ejemplo, nos advierten de la necesidad de fortalecer la formación de los alumnos en estos aspectos vinculados a la NdC. En particular si, como sostenemos desde este trabajo, los contenidos vinculados a la formación en ciencia y sobre la ciencia deben ser centrales en la formación de futuros profesores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdullateef, H (1999). Emirates pre-service and in-service Teachers' views about the Nature of Science", *International Journal of Science Education*, 21 (8), 807-822.
- Acevedo Díaz, A. y Acevedo Romero, P. (2002). Creencias sobre la naturaleza de la ciencia. Un estudio con titulados universitarios en formación inicial para ser profesores de educación secundaria. En: *Revista Iberoamericana de Educación*. En: <http://www.rieoei.org/deloslectores/244Acevedo.PDF>
- Acevedo Díaz, J., Vázquez Alonso, A. y Manassero Mas, M A. (2005). Evaluación de creencias sobre ciencia, tecnología y sus relaciones mutuas. *Revista CTS*, 6 (2), 73-99.
- Acevedo Díaz, J., Vázquez Alonso, A., Manassero Mas, Ma A. y Acevedo Romero, P. (2007): Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: aspectos epistemológicos. *Eureka. Enseñ. Divul. Cien.* 4(2), 202-225

- Aikenhead, G. y Ryan, A. (1992a). The Development of a New Instrument: "Views on "Science-Technology-Society" (VOSTS) *Science Education* 76 (5) 477-491.
- Aikenhead, G. y Ryan, A. (1992b). Students' Preconceptions about The Epistemology of Science. *Science Education* 76 (6): 559-580
- Brickhouse, N. (1989). The teaching of the philosophy of science in secondary classrooms: Case studies of teachers' personal theories. *International Journal of Science Education*, (11), 437-449.
- Cachapuz, A. y Paixao, F. (2002) Planning the history and the philosophy of science on teacher education. 10<sup>th</sup> IOSTE Simposium. July 28-August 2, Foz do Iguacu, Paraná, Brazil.
- Carrascosa, J., Fernández, L., GiL, D. y Orozco, A. (1993). Análisis de algunas visiones deformadas sobre la naturaleza de la ciencia y las características del trabajo científico. *Enseñanza de las Ciencias*, N° extra (IV Congreso), 43-44.
- Hodson, D. (1985). Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*, (12), pp. 25-57
- Lederman, N. (1992). Student' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (4), 331-359.
- Manassero, M. y Vázquez, A. (2001). Actitudes de estudiantes y profesorado sobre las características de los científicos. *Enseñanza de las ciencias*, 19 (2), 255-268
- Mellado, V. y Carracedo, D. (1993). Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (3), 331-339.
- Nott, M.; Wellington, J. (1993): "Your nature of Science Profile: an activity for Science Teachers". En: *School Science review*; Sep. 1993, 75 (270).
- Paixão, M. y Cachapuz, A. (1999). La enseñanza de las ciencias y la formación de profesores de enseñanza primaria para la reforma curricular. De la teoría a la práctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), 69-77.
- Palmquist, B. y Finley, F. (1997). Preservice Teachers' views of the Nature of Science during a Post baccalaureate Science Teaching Program. *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (6), 395-615.
- Pomeroy, D. (1993). Implications of teachers' beliefs about the nature of science: Comparison of the beliefs of scientists, secondary science teachers, and elementary teachers. *Science Education*, 77 (3), 261-278.

## *Para reflexionar*

### **NUEVOS DESAFÍOS EN EL ROL DEL DOCENTE. CONVERGENCIA DE LA MODALIDAD PRESENCIAL Y A DISTANCIA EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA UNIVERSITARIA**

**Marisa G. Repetto**

*Cátedra de Química General e Inorgánica. Departamento de Química Analítica y Fisicoquímica. Instituto de Bioquímica y Medicina Molecular (IBIMOL-UBA-CONICET). Facultad de Farmacia y Bioquímica. Química, Programa de Educación a Distancia UBA XXI. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. Argentina.*

**E-mail:** [mrepetto@ffyb.uba.ar](mailto:mrepetto@ffyb.uba.ar)

#### **Resumen**

La enseñanza de la química básica constituye un desafío en la educación superior. Los obstáculos epistemológicos en el aprendizaje de esta ciencia son un tema recurrente en los alumnos que ingresan a la universidad. El análisis de este problema refleja que la interacción entre el docente y el alumno ejerce un efecto disparador en el proceso de enseñanza y en la respuesta del alumno en su propio proceso de aprendizaje. La implementación de nuevas tecnologías en el aula y la modalidad de educación a distancia constituyen un nuevo reto en el campo de la enseñanza de la química. Este artículo resume algunas observaciones realizadas durante varios años de docencia en la enseñanza de la química a alumnos ingresantes en la educación superior en entornos presenciales y virtuales de enseñanza y aprendizaje. Es un desafío para los docentes hacer que converjan ambas en el aprendizaje de los alumnos.

**Palabras clave:** química, educación presencial, educación a distancia.

#### **New challenges in the role of teachers. Convergence of the classroom and distance education mode in university chemistry teaching**

##### **Abstract**

Teaching of basic chemistry is a challenge in the higher education. The epistemological obstacle in learning this science is a recurring theme in students entering college. The analysis of this model shows that the interaction between the teacher and the student exert a trigger effect on the learning process and the response of students in their own learning process. The implementation of new technologies in the classroom and distance education mode constitutes a new challenge in the field of chemical education. This article summarizes some of the observations in teaching chemistry to students who begin their academic journey in higher education, in the classroom and in virtual environments for teaching and learning of chemistry. It is a task and a challenge for teachers to combine them both at one point in common: student learning.

**Key words:** chemistry, education, virtual education.

## **INTRODUCCIÓN**

La enseñanza de la química básica constituye un desafío en el sistema educativo, tanto en el nivel medio como en la educación superior y es uno de los pilares en la estructura del currículum universitario de las carreras científicas, vinculados a las ciencias de la salud, ciencias exactas y naturales, ingenierías. Al desafío de la enseñanza de la química se le suma la imagen manifiesta que los estudiantes poseen de la química, y constituye un obstáculo para su aprendizaje en la educación superior (Friedmann, 2012).

La interacción del docente y el alumno genera un proceso de intercambio que enriquece a ambos actores en el sistema educativo y ejerce un efecto disparador en el proceso de enseñanza y en la respuesta del alumno en su propio proceso de aprendizaje.

Desde la perspectiva del docente, cuando éste está comprometido con la buena enseñanza incorpora metodologías y prácticas que enriquecen la enseñanza y que generan en el alumno una impronta que le permite adueñarse del conocimiento impartido.

Desde la perspectiva del alumno, la incorporación de las nuevas tecnologías en las aulas no representa un obstáculo, lo acerca a los contenidos disciplinares y permite una comunicación fluida y dinámica con los docentes.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los obstáculos epistemológicos en el aprendizaje de esta ciencia son un tema recurrente en los alumnos que ingresan a la universidad, se manifiesta en los alumnos que cursan el ciclo básico común (CBC) y esta situación se mantiene en los alumnos que cursan Química General e Inorgánica, materia del primer año en la Facultad de Farmacia y Bioquímica (FFyB), Universidad de Buenos Aires.

A través de veintiséis años de experiencia docente en la enseñanza de dicha materia se ha podido observar que los factores que influyen en el aprendizaje de la química dependen de la combinación de ciertas características inherentes al docente y otras, inherentes al alumno.

La incorporación de nuevas tecnologías se suma a la labor del docente, por lo que este debe adaptarse a los nuevos desafíos que se imponen en la enseñanza actual de la química.

## **OBJETIVO DEL TRABAJO**

Este artículo intenta resumir algunas de las observaciones realizadas durante veintiséis años de docencia en la enseñanza de la química a alumnos que comienzan su trayecto académico en la educación superior. Se suma a esta experiencia una nueva mirada, como docente del Programa de Educación a distancia de la Universidad de Buenos Aires (UBA XXI) también en el área de la química. Es por ello que este relato resume la experiencia docente como la convergencia de la modalidad presencial y a distancia en la enseñanza de esta disciplina en la educación superior.

## **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DEL PROBLEMA**

El análisis del desafío y la situación actual en la enseñanza de la química a la que se enfrentan los docentes

refleja que la interacción entre el docente y el alumno ejerce un efecto disparador en el proceso de enseñanza y en la respuesta del alumno en su propio proceso de aprendizaje.

### **Interacción docente-alumno**

La interacción del docente y el alumno genera un proceso de intercambio que enriquece a ambos actores en el sistema educativo. Depende de: a) las características del docente: formación, trayectoria, habilidades, compromiso y adaptación al uso de nuevas tecnologías; b) las características del alumno: perfil, voluntad para aprender y conocimientos previos; c) del tipo de modalidad en las prácticas de enseñanza: presencial, semipresencial y a distancia.

**a) Características del docente:** Desde la perspectiva del docente, cuando éstos están comprometidos con la buena enseñanza incorporan metodologías y prácticas que enriquecen la enseñanza y que generan en el alumno una impronta que les permite adueñarse del conocimiento impartido. Un mensaje que refleja este concepto es el que expresa la Licenciada Mariana Maggio en los agradecimientos de su libro “Enriquecer la enseñanza. Los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad”. La lectura de este párrafo emociona profundamente; ella dice *“No alcanza con decir que estoy agradecida para dar cuenta de lo que significa haber sido alumna de la mejor maestra que soy capaz de imaginar”* (Maggio, 2012). La imagen potente de docente que transmite esta reflexión hace pensar en la importancia del rol del docente en su interacción con el alumno y surge la pregunta: ¿Qué mensaje debemos dar a los alumnos para que podamos transmitir una buena enseñanza? Los ejemplos transmitidos por docentes preocupados por la buena enseñanza marcan la trayectoria de los futuros docentes, su rumbo y el perfil de docente; la formación académica y la constante actualización imparten la impronta de un docente comprometido y los convierte en verdaderos “maestros”.

La perspectiva del docente hacia la enseñanza de los contenidos y la aplicación del currículo en el aula cambia según su trayectoria académica y profesional, es decir desde la perspectiva del docente-estudiante (ayudantes de laboratorio), docente novel recientemente graduado, y docente con amplia experiencia adquirida a lo largo de muchos años de trayectoria frente a los alumnos (experimentados) en la enseñanza de la Química. Entonces surge un nuevo interrogante: ¿Existen diferencias generacionales entre los docentes que condicionan las buenas prácticas de la enseñanza? ¿Qué siente un docente novel cuando se enfrenta a sus alumnos cada día en el aula? ¿Existen diferencias en la práctica docente de un docente novel y un docente con experiencia en el área?

La incorporación de nuevas tecnologías en el aula transforma la enseñanza de la química en la educación superior. Por un lado, enfrenta a los docentes a una nueva situación en el aula: adueñarse del uso de nuevas herramientas didácticas supone un “volver a aprender a enseñar” y esto los transforma en docentes noveles en esta área, aun teniendo años de experiencia en la enseñanza de su disciplina. Por otro lado surge la necesidad de la formación docente en áreas diferentes a la disciplina que enseña, y se convierte entonces en docente-alumno, acercándose a la realidad de un docente que recién se inicia en la tarea de enseñar pero que se ve fortalecido por la experiencia que le dio su trayectoria docente. Y un nuevo interrogante cabe plantearse frente a esta situación: ¿Cómo influye en las prácticas de enseñanza de los docentes formados la interrelación con docentes noveles?

La buena enseñanza requiere tanto buenos docentes como un buen currículo y buenos materiales de estudio. Un buen docente es aquél que sabe el contenido disciplinar y que, además, tiene la capacidad de facilitar procesos de aprendizaje (Galavosky, 2007). Un buen docente, lo que es, lo que sabe y lo que puede hacer, es clave en la enseñanza de una asignatura. La investigación en la enseñanza ha mostrado que es necesario que el docente tenga dominio de los contenidos de la asignatura que enseña (Cooper, 1999; Díaz- Barriga, 2002).

**b) Características del alumno.** Los alumnos que eligen una carrera científica cursan disciplinas afines con la especialidad de los docentes que enseñan sus saberes. Los estudiantes comparten mucho tiempo entre sí en las horas de clase y de estudio. También pasan muchas horas semanales en espacios compartidos con sus docentes: en tareas de aula, laboratorio, clases de consulta, evaluaciones. Esta interacción permite la adquisición de conductas y formas de pensamiento que caracteriza al grupo y cuanto más se parecen más puede identificarse el grupo con lo que comúnmente se denominan “tribus académicas”. Estas “tribus” se caracterizan por una serie de valores e intereses comunes a todos los miembros del grupo de docentes y alumnos. Cuanto más cercano es el grupo en relación a esos intereses, mayor será el grado de identificación del alumno con los docentes, disciplinas y actividades que conforman la actividad académica de la carrera que eligió. La pertenencia del alumno en el sistema educativo, a través de la identificación con sus pares y docentes facilita y propicia el aprendizaje de las ciencias concebida como una construcción de conocimientos (Bourdieu, 1984). Es fundamental que los alumnos que se enfrentan al aprendizaje de nuevos contenidos posean conocimientos previos, que se encuentran organizados y estructurados en diversos esquemas de conocimiento o imágenes mentales. Las diferencias que presentan entre sí los alumnos pueden deberse a la cantidad de conocimientos que poseen y en cuanto a la organización y coherencia de los elementos que componen esos esquemas. La interacción de los estudiantes entre pares y con sus docentes puede disminuir estas diferencias y acercarlos a la “tribu” dándoles el sentido de pertenencia.

**c) Características de las modalidades presencial, semipresencial y a distancia en la enseñanza de la química en la educación superior.** Las nuevas tecnologías (TICs) se convirtieron durante los últimos años en un instrumento cada vez más utilizado en las instituciones educativas para las prácticas docentes y el desarrollo educativo y didáctico de docentes y alumnos.

El desarrollo tecnológico puede ser informático (la computadora como sistema de información y documentación) y comunicacional (genera puentes entre los individuos y la información). De la combinación de ambos surgió INTERNET, que es un medio y fuente de información social que interactúa con el conjunto de la sociedad. Brinda comunicación mediante la combinación de una gran organización hipertextual y bases de datos. Algunos de los servicios que la componen son: web, transferencia de archivos de datos o programas, correo electrónico, plataformas educativas.

Las plataformas educativas son software donde se imparten modalidades educativas, de capacitación, y/o perfeccionamiento. Estas plataformas permiten la interacción y comunicación entre alumnos y docentes, como también entre pares, a través de debates, foros, espacios de consulta, trabajos en grupo, clases virtuales en tiempo real. Las actividades pueden ser a distancia, con modalidad semipresencial o virtual, con apoyos tutoriales presenciales o no, o en el caso de la modalidad presencial, como apoyo a las clases (Llauró y Palacios, 2008).

## **CONVERGENCIA DE LA EXPERIENCIA DOCENTE EN EL AULA PRESENCIAL, SEMIPRESENCIAL Y A DISTANCIA: DOCENTE NOVEL Y DOCENTE EXPERIMENTADO**

Las recientes investigaciones realizadas en el marco de mejoras en la calidad de la enseñanza de la química se fundamentan en la premisa de considerar como central el rol del docente: es importante que el docente relacione los conocimientos a enseñar con contextos familiares para el estudiante, que plantee objetivos que exijan pensar, enseñe a partir de temas generadores y diseñe actividades que impliquen elaboración mental (Camacho-González, 2008).

En el año 1975 Brown planteó que la habilidad del docente es necesaria para impartir una buena enseñanza, para ello es indispensable que el docente tenga claro y definido el objetivo de su práctica docente (Brown, 1975). Estas habilidades incluyen: capacidad para captar la atención, para explicar, describir, narrar, detectar las dificultades de los alumnos, alentar a los alumnos a dar respuestas apropiadas, exponer, escuchar, preguntar, plantear problemas originales (creatividad), sintetizar los logros finales de la clase que permitirán a los alumnos relacionar los conocimientos (Rebollo y Soubirón, 2010).

La formación académica y profesional se refiere a los estudios que preparan a los docentes para el ejercicio de la actividad docente (cursos de posgrado, años de experiencia docente). La habilidad es la disposición que muestra el docente frente a las tareas a realizar, resolver conflictos, adaptarse a los estímulos. Las estrategias docentes son procedimientos adaptables que utilizan los docentes para que los alumnos logren aprendizajes significativos y que dependen de las demandas de la enseñanza (Díaz-Barriga, 2002). Se trata de estrategias destinadas a activar conocimientos previos, para guiar a los alumnos sobre aspectos relevantes de los contenidos, para organizar y mejorar la codificación de la información a aprender, para promover el enlace entre conocimientos previos y nuevos.

Los docentes con experiencia en el área han adquirido sus saberes en algunos casos como resultado de los años de trayectoria docente, en otros casos, como resultado de la formación pedagógica al haber cursado la Carrera Docente, y en otro grupo de docentes como la combinación de ambos factores.

El uso de TICs en el sistema educativo universitario expone a los docentes a un nuevo desafío y a partir de ese momento, al docente con experiencia en la disciplina que se enseña se le suma la nueva tarea de incorporar las nuevas tecnologías; pasa a ser un “docente novel” en referencia al uso de nuevas tecnologías en sus prácticas docentes. En el desarrollo de este nuevo rol como docentes debemos ser capaces de trascender “*el saber enseñar*” y plantearnos como objetivo el “lograr que los alumnos aprendan” (Torres, 1996). Para ello debemos desarrollar nuevas habilidades para adaptarnos “a los alumnos de hoy”, a sus nuevas formas de “aprender” y “aprehender” los contenidos de la química.

Díaz-Barriga (2002) señala que “el docente debe tener dominio del conocimiento de la materia que enseña, además de habilidades docentes que faciliten el aprendizaje al estudiante”. Esta tarea requiere una combinación de conocimientos, energía, motivación, comunicación, toma de decisiones y habilidades del docente (Brophy, 1986).

La buena formación docente no es más la que transmite muchos contenidos sino la que es capaz de desarrollar en los futuros docentes las competencias (saber y saber hacer) hoy en día consideradas esenciales en el desempeño del rol docente y en la formación de los alumnos.

El debate actual de la formación de los docentes y la adaptación de las prácticas docentes a los nuevos desafíos de la educación ha sido instalado en la agenda de la investigación educativa en América Latina, sin embargo, "la formación docente sigue siendo un apéndice de los procesos de reforma iniciados y se la ha considerado como una etapa secundaria en la transformación de los sistemas educativos en general" (Duhalde, 2000). En el caso de la formación docente, a partir del año 1995 se comienza con el desarrollo del Proyecto Regional de Investigación F.I.D.E.B. (Formación Inicial Docente para la Educación Básica), del cual participan todos los Ministerios de Educación de los distintos países y por primera vez se invita a un proyecto de esta naturaleza a Confederaciones Nacionales de Educadores como es el caso de CTERA (Argentina) y FECODE (Colombia). Han surgido desde ese entonces en América Latina nuevos modos de organización de los educadores, basados en la conformación de redes que permiten realizar intercambios y producciones colectivas de conocimientos acerca de las propias prácticas, a efectos de criticarlas, mejorarlas y transformarlas, a partir de un proceso de participación protagónica. Tal es el caso de la Red de Cualificación de Educadores en Ejercicio (Colombia), el Programa de Transformación de la Educación Básica desde la Escuela (México), la Red de Docentes que hacen Investigación Educativa (Argentina), la Red de Investigación en la Escuela (Brasil), y redes que abordan la problemática de la lengua materna (Chile y Perú). En este contexto se analizan y discuten los obstáculos, tensiones y las problemáticas que deben enfrentar los docentes en sus prácticas. Las investigaciones publicadas en este contexto constituyen un marco teórico para los docentes (Cardelli, 2001; Messina, 1999; Cardelli, 1999; Confederación de Educadores Americanos, 1998).

Para el caso particular de los docentes que se enfrentan al nuevo desafío de la enseñanza en entornos virtuales varias investigaciones acercan este debate a sus prácticas docentes y analizan los factores que influyen en la implementación de la educación a distancia en América Latina. El primero es la calidad educativa; el segundo, el coste económico que suponen los recursos tecnológicos que requiere este tipo de educación, y el tercer factor es la infraestructura tecnológica necesaria para llevar a cabo los proyectos educativos a distancia (Duhalde, 2000; Betancourt, 1993; Arboleda Toro y Rama Vitale, 2013; García Arieto y col., 2010).

### **Relato de una experiencia en la transición de cambio de clase presencial, semipresencial y a distancia en la enseñanza de la química**

En este relato se intenta transmitir experiencias y situaciones que enfrenta el docente con amplia experiencia en la enseñanza de la química universitaria en la dinámica de clases presenciales, para adaptarse a la nueva situación de modalidad virtual y a distancia.

La primera experiencia que se relata en el campo de las TIC's se sitúa en la Cátedra de Química General e Inorgánica, donde por iniciativa de la Dra. Llesuy, profesora a cargo de la materia Química General e Inorgánica, de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (UBA) comenzó a utilizarse el campus virtual de

la asignatura. Las primeras actividades incluidas en el campus tenían relación con las consultas de los alumnos en un foro de consultas específico a las clases teóricas. Responder las dudas y consultas de los alumnos no resultó fácil en un principio ya que debía responderse en forma concisa, clara y con respuestas cortas y puntuales. El primer desafío consistía en considerar la redacción de las respuestas. La modalidad presencial requiere un compromiso diferente, ya que en el lenguaje oral se puede explicar un mismo contenido utilizando frases más largas, ejemplos, y si el alumno no entiende, cambiar el discurso hasta que la idea se entienda. En el lenguaje escrito, utilizando los foros de consulta, el mensaje debe seguir siendo claro pero acotado a la idea principal que responde la duda puntual del alumno. Fue importante entonces recurrir a los conocimientos adquiridos en la carrera docente para incorporar al discurso habitual (con un lenguaje químico, científico y disciplinar), un lenguaje más amplio que completara y agilizar la lectura del lenguaje simbólico característico de la disciplina química.

La capacitación en el área, la realización de cursos virtuales de formación y capacitación facilitaron la tarea. Se logró aprender nuevas herramientas que permitieron incorporar el uso de TIC's en las prácticas docentes, ampliar el panorama de las prácticas docentes utilizando nuevas herramientas didácticas en las clases, videos cortos e imágenes que resultaran potentes en determinados temas generadores de la química. Las actividades que se incorporaron al campus requirieron que los docentes desarrollaran habilidades para incluir la información y actividades para los alumnos, fomentando la interacción a través del foro para que fuera más fluida a medida que los docentes y alumnos se sintieran más familiarizados con la herramienta. La capacitación de los docentes aseguró el éxito de los nuevos desafíos. A este factor se le sumó la creatividad, ya que el diseño de las clases y actividades al estar publicadas en la web y el campus virtual requerían no solamente del contenido y la didáctica que hasta el momento eran los objetivos de las clases sino también la presentación, estética y diseño.

Otra herramienta utilizada a través del campus fue la implementación de simulaciones como tareas complementarias de las prácticas de laboratorio. Esta actividad la realizan los alumnos para reemplazar en forma virtual esas prácticas en caso de que por algún feriado pierdan la posibilidad de asistir en forma presencial al trabajo práctico correspondiente. Asimismo, la simulación puede ser realizada por todos los alumnos en forma voluntaria para enriquecer la comprensión de los conocimientos en el área.

Hasta ese momento el uso de las TIC's era un complemento de las clases presenciales en las prácticas docentes de la asignatura, con una fuerte convicción de que la química sólo podía aprenderse mediante la interacción directa entre el docente y el alumno, en el aula frente al pizarrón y en el laboratorio, con la práctica en contacto directo con tubos de ensayos y reactivos. El desafío mayor se presentó en agosto del año 2012, al ingresar como docente de química en el Programa de educación a distancia de la UBA (UBA XXI).

Enfrentarse a esta nueva situación constituyó un verdadero desafío para esta docente, ya que implicaba poner en acción muchas de las herramientas pedagógicas, didácticas y epistemológicas estudiadas en los cursos de formación y capacitación docente, la Carrera Docente, las primeras materias de la Maestría en Docencia Universitaria y el uso de TIC's.

La enseñanza de la química presencial implica el contacto directo entre el docente y el alumno, en la educación a distancia puede pensarse que el único contacto con el alumno es a través de una computadora e Internet como nexos. Sin embargo, el desafío consiste en poner en práctica el andamiaje que imparte la formación pedagógica y académica, establecer la relación entre pares para familiarizarse con los nuevos instrumentos, navegar por el campus, visitar y recorrer los diferentes sitios del campus, y acceder a los recursos didácticos del campus virtual. En esta tarea el docente se transforma en “alumno”, se convierte en docente novel por un momento y una vez que el docente se “apropia” del instrumento, lo internaliza y al comprender la dinámica comienza a ejercer su función como docente. El rol de docente especializado en la disciplina permite adaptarse a la nueva situación, modificar las prácticas docentes, y responder a las situaciones problemáticas a las que se enfrentan los docentes. Esta tarea requiere además del conocimiento de los contenidos, la habilidad y creatividad para elaborar las respuestas, se requieren tiempos diferentes, respuesta inmediata, puntual, clara y concisa. En cuanto al diseño de material didáctico en un entorno virtual la creatividad es una nueva habilidad que es necesario desarrollar.

## **CONCLUSIONES**

La convergencia de la práctica de la enseñanza en diferentes entornos representa un desafío actual para muchos docentes. En el caso particular de la enseñanza de la química, docentes con experiencia en entornos presenciales, la incorporación de la modalidad virtual, semipresencial y a distancia, significa un cambio que lleva a repensar las prácticas docentes. El entorno presencial estimula la relación directa entre el docente y el grupo de los alumnos, sin embargo en un entorno virtual, la fortaleza que presenta esta modalidad es que la comunicación es personalizada, se establece un vínculo comunicacional con los alumnos que sienten interés y pertenencia a la “tribu académica” que eligieron, ya que a los alumnos actuales esta modalidad de comunicación los acerca a la fuente de información, que en este caso, son sus docentes. La debilidad del entorno a distancia es que no aparece como en el caso de las clases presenciales la figura del docente como persona, no fomenta las relaciones directas entre personas que serán necesarias en su vida profesional, sino que ellas se establecen en redes comunicacionales a través de plataformas educativas, y una computadora. Con respecto a las prácticas es indiscutible la necesidad del trabajo manual en el laboratorio.

Para integrar estas actividades y desarrollar al máximo las debilidades y fortalezas de cada una de las modalidades se requieren: formación, conocimiento, experiencia, habilidad y creatividad. Es una tarea y un desafío para los docentes hacer que converjan ambas modalidades de enseñanza en un punto en común: el aprendizaje de los alumnos. Parafraseando a Torres (1996): “Un docente que tiene instalada la necesidad de seguir aprendiendo y busca autónomamente las vías para hacerlo, tiene ganada la mitad de la batalla de lo que implica ser un buen docente”.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arboleda Toro, N, Rama Vitale, C. (2013). La educación superior a distancia y virtual en Colombia: nuevas realidades. *Virtual Educa Asociación Colombiana de Instituciones de Educación Superior con Programas a Distancia y Virtual*, ACESAD, Bogotá, pp. 1-228.
- Badano, M.R, Basso, M.R, Benedetti, M.G. Angelino, M.A, Rios, J. (2004) El trabajo docente universitario: Significados, sujetos e historia. *Ciencia, Docencia y tecnología*, vol. XV (28), pp. 27-49.
- Betancourt, A.M. (1993). *Orientaciones básicas sobre educación a distancia y la función tutorial*, UNESCO, San José. pp. 1-149.
- Bourdieu, P. (1984). *Homo Academicus*, Paris, Minuit.
- Brophy, J. (1986). *Handbook of Research on teaching, a project of the American Educational Research Association*. (3° ed.) USA: Macmillan, Inc.
- Brown, G. (1975). *Microteaching a programme of teaching skills*. London: Harper and Row Publishers, Inc.
- Camacho González, J. (2008). La enseñanza de la Química desde el modelo integrado de aprendizaje profundo, MIAP. Fortalezas y debilidades. *Tecné, Episteme y Didaxis*. 23, 115-125.
- Cardelli, J. (1999). Reflexiones críticas para una política nacional de formación docente, *Cuadernos de Educación, Serie Formación Docente*. 2, CTERA, Buenos Aires.
- Cardelli, J., Duhalde, M. (2001). Formación docente en América Latina. Una perspectiva política-pedagógica. *Cuadernos de Pedagogía*, nº 308, Barcelona.
- Cooper, J. (1999). *Classroom Teaching Skills*. USA: Houghton Mifflin Company.
- Confederación de Educadores Americanos. (1998). XVI Congreso de la CEA. *Los desafíos Sindicales y la Educación para el siglo XXI*, Editorial del Magisterio “Benito Juárez”, México.
- Díaz-Barriga, F, Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una interpretación constructivista*. México:McGraw Hill.
- Duhalde, M.A. (2000). Red de docentes que hacen investigación educativa, *Cuadernos de Educación, Serie Formación Docente*, Año 2, Nro. 3, CTERA, Buenos Aires.
- Friedmann, V. (2012). Importancia de la imagen manifiesta de la química en el proceso de enseñanza y aprendizaje en un curso masivo y heterogéneo. Maestría en Docencia Universitaria, *La investigación educativa: Enfoques, metodología y técnicas*. Universidad de Buenos Aires.
- GalavovsKy, L. (2007). Enseñar química versus aprender química: una ecuación que no está balanceada. *Química viva*, 6, 1-13.
- García Aretio, L, Ruiz Corbella, M, Quintanal Díaz, J, García Blanco, M, García Pérez, M. (2010). *Concepción y tendencias de la educación a distancia en América Latina*. COSYPEDAL, Madrid.

- Llairo, M, Palacios, P. (2008). *La educación a distancia en el ámbito de la educación superior. Las nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC's)*.
- Maggio, M. (2012). *Enriquecer la enseñanza. Los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad*. Ed. Paidós, Buenos Aires.
- Messina, G. (1999). Investigación acerca de la formación docente: un estado del arte en los noventa, *Cuadernos de Educación, Serie Formación Docente*, Año 1, Nro. 1, CTERA, Buenos Aires.
- Rebollo, C, Soubirón, E. (2010). La creatividad docente como factor generador de nuevos entornos de aprendizaje en la educación media. *Congreso Iberoamericano de Educación METAS 2021*. Buenos Aires. Argentina.
- Repetto, M. (2012). Estrategias empleadas en las prácticas docentes para la buena enseñanza de la química universitaria. Perspectivas de docentes noveles y especialistas. Maestría en Docencia Universitaria, *La investigación educativa: Enfoques, metodología y técnicas*. Universidad de Buenos Aires.
- Torres, M.R. (1996). Formación docente; clave de la reforma educativa. En: *Nuevas formas de aprender y enseñar*, UNESCO-ORELAC, Santiago. pp. 1-70.

## De interés

### PIGMENTOS COLORANTES Y TINTES: UNA PARTICULAR VISIÓN. PARTE II

**Adriana F. Ibañez**

*Departamento de Química Orgánica, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, B. Aires, Argentina*

[aibanez@ffyb.uba.ar](mailto:aibanez@ffyb.uba.ar)

#### Resumen

Se ha investigado sobre la composición química de algunos pigmentos usados en comunicación pictórica. Estos están compuestos en su mayoría por sustancias minerales, sin embargo, se conocen pigmentos compuestos por materiales orgánicos naturales y que se han empleado en pintura al óleo y otras técnicas aún más antiguas. Junto con los pigmentos se adicionan aglutinantes, espesantes y diluyentes que forman parte de la pintura. Los componentes químicos de los principales pigmentos empleados por el hombre desde la era prehistórica se pueden clasificar en: óxidos metálicos, sulfuros, silicatos, cromatos y acetatos. La toxicidad de estos minerales es variable, pero la sobreexposición a la mayoría de ellos genera enfermedades crónicas. Todos los materiales compuestos con los minerales deben manipularse con precaución, pudiendo ser los causantes de graves intoxicaciones agudas. Se detallan los metales que componen los pigmentos más comunes que se describirán y se informan los índices de toxicidad. En los catálogos internacionales les asigna a cada pigmento un código y la composición química correcta se identifica por un número, CAS, que puede servir en el momento de la elección de un colorante junto con los datos de toxicidad (GT) y algunos otros datos de interés.

**Palabras clave:** pigmentos, toxicidad, composición.

#### Abstract

We have investigated the chemical composition of the pigments used in artistic communication. These are mostly minerals, however many known natural organic pigments that have been used in oil painting and other techniques even the oldest of which even now there is documentation. The thickeners, binders and diluents are part of the painting. The chemical components of the main pigments used by humans since prehistoric times can be classified into: metal oxides, sulfides, silicates, chromates and acetates. The toxicity of these minerals is variable but the overexposure to most of them generates chronic diseases. All composites with minerals should be handled with care may be the cause of severe acute poisoning. Surveillance of the exposed population will depend on the risks detailing the metals that make up describing most common pigments and reported toxicity indices. The pigment catalogs assigned to each pigment a code and the correct chemical composition also identified by a CAS number, which can be used at the time of choosing a dye along with the toxicity data (GT) and some other information of interest

**Keywords:** pigment, toxicity, composition.

#### LA SUSTANCIA DEL COLOR

En un ensayo muy difundido sobre pintura Denis Diderot escribió "*...car, c'est la chair qu'il est difficile de rendre, c'est ce blanc onctueux, égal sans être pâle sui mat, c'est ce mélange de rouge es de bleu que transpire imperceptiblement; c'est le sang, la vie qui font le désespoir du colorist. Celui qui a acquis le sentiment de la chair, a fait un grand pas, le reste n'est rien en comparaison. Mille peintres sont morts sans savoir senti la chair mille autres mourront sans l'avoir sentie*"...

Lo que podría traducirse "pero, es la carne (la carnación) lo que resulta más difícil de representar, porque

no sólo es la suavidad opaca del blanco mate, sino la combinación del rojo y del azul la que transpira imperceptiblemente, es la sangre, la vida, lo que inquieta al colorista. El sentimiento de la carne es glorioso, el resto es nada en comparación. Así es que, los que alcancen el sentimiento que brinda la carne llegarán, mientras que otros miles de pintores han muerto sin llegar a la sensación que da la carne, y tantos otros miles morirán sin siquiera haber sentido"

En cuanto al sentido creativo volcado al arte podemos citar in extenso, el libro de López Mato (2006). Una vez allí seleccionar una de las anécdotas redactadas que relaciona al pintor Angel Della Valle y al Profesor en oftalmología Doctor Pedro Lagleyze, los que vinculados por su pasión por el arte han dotado a la Ciencia de un buen número de obras al óleo. Si bien uno se hizo experto en cirugía y el otro en arte componen una rica historia hasta su muerte y cuentan los que saben que sus restos reposan muy próximos en el cementerio de La Recoleta.

Volviendo a la composición de los pigmentos empleados en la comunicación artística, podremos decir que estos son en su mayoría sustancias minerales, sin embargo, hay muchos pigmentos orgánicos naturales que se han empleado en pinturas al óleo y otras técnicas aún más antiguas de las que se conserva documentación.

Para citar algunos de los tintes que han sido aplicados como colorantes mencionaremos la siguiente clasificación:

*En la gama de los amarillos naturales y naranjas:* laca de reseda luteola, curcumina, azafrán, quercitrina, machurina, amarillo de Camboya, resina de kamala, carajurina, henna.

*En la gama de los rojos:* *monascus*, raíz de chaya, tintura de lawsonia, santalina, rehumina, brazil NR24, rojo de bengal, carthamus, orceína, sangre de dragón.

*En la gama de los violetas y azules:* púrpura real y azul maya.

Por último *en la gama los verdes terrosos:* pandano y clorofila que también pueden utilizarse en la industria alimentaria, que serán descriptos con los biocromos.

Entre los aglutinantes, espesantes y diluyentes que forman parte de la pintura se encuentran: aceite de huevo, albúmina, caseína, solución resinosa, cola de celulosa, aceite de lino, cola de goma, dextrina, goma arábiga, adragante, plástico, aceites desecantes, resina natural y sintética, cera de abejas, solución de Dammar, aceite de girasol y Turpentina,

Los componentes químicos de los principales pigmentos empleados por el hombre desde la era prehistórica se pueden clasificar en:

- a) óxidos metálicos: óxidos de hierro II y III, aluminio, titanio, plomo II y IV, zinc, cobalto, cadmio, manganeso, magnesio y silicio.
- b) sulfuros de: arsénico I y II, mercurio, cadmio, selenio, aluminio y calcio.
- c) silicatos de: cobre, calcio, hierro II y III, magnesio, potasio aluminio y algunos hidratos de éstos.
- d) cromatos de: estroncio, bario, plomo II y IV y sus hidratos; acetatos de calcio, de cobre y arsénico.

e) otros componentes: arseniato de cobalto, fosfoarseniato de cobalto, estannato de cobalto II, euxanthato de magnesio, antimoniato de plomo, hexaferrocianoferrato de hierro II, nitrito de potasio, nitrito de cobalto, fosfato de calcio y selenuro de cadmio.

## LA TOXICIDAD DE LOS COMPONENTES

La toxicidad de estos minerales es variable sin embargo, pero la sobreexposición a la mayoría de ellos genera síntomas que comienzan a manifestarse cuando las enfermedades crónicas ya están latentes. Todos los materiales compuestos con estos minerales deben manipularse con precaución, pudiendo ser los causantes de graves intoxicaciones agudas.

En la prevención de las enfermedades laborales (Albino, 1999) hay dos instancias claves: la prevención primaria y la prevención secundaria. En la prevención primaria la acción se concentra en la anulación del riesgo o en medidas dispuestas para poner al factor bajo control. Es objetivo reemplazar la sustancia riesgosa por otra que cumpliera con las mismas funciones pero resultara inocua para los trabajadores, o bien, que la sustancia se utilizara de forma que no implicara el contacto, por cualquier vía, del trabajador con ella. Cuando se habla en cambio de prevención secundaria estamos haciendo referencia a la posibilidad de efectuar un diagnóstico precoz de las dolencias, de forma tal de detectar el proceso en un momento donde resulte reversible. La vigilancia de la población expuesta dependerá de los riesgos encontrados cuando no se cumplan estas prevenciones.

A continuación describiremos los elementos que componen los pigmentos minerales incluidos en el contralor industrial y que ya están declarados como tóxicos. Las siglas IARC (International Agency for Research on Cáncer. [www.iarc.fr](http://www.iarc.fr)), ECR (Enfermedad Crónica Relacionada), CMP (Concentración Máxima Permitida) e IBE (Índice Biológico de Exposición) se emplean en este texto para la descripción de sus efectos tóxicos. La escala de grados en toxicología significa: **1**, carcinogénico en humanos; **2 A** y **B**, probable carcinogénico en humanos; **3** no clasificable como carcinogénico; **4** probablemente no carcinogénico en humanos.

**Antimonio**, IARC: Grado **2B**, posible carcinogénico. ECR: aparato digestivo y respiratorio (cáncer de pulmón), SNC, sangre, piel. IBE: dosaje en orina < 35,0 mg/g de creatinina. CMP: 0,5 mg/m<sup>3</sup>, SbO<sub>3</sub>, Estibina o hidruros de antimonio, 0,1 ppm

**Arsénico**, IARC: Grado **1**, carcinógeno. ECR: compromiso multiparenquimatoso, piel, enfermedad de Bowen, bronco pulmonar, angiosarcoma hepático. IBE: dosaje en orina hasta 35,0 mg/g de creatinina. CMP: 0.2 mg/m<sup>3</sup>.

**Cadmio**, IARC: Grado **1**, carcinógeno. ECR: cáncer de pulmón, próstata. IBE: dosaje en orina hasta 5,0 mcg/g de creatinina. Dosaje en sangre hasta 5,0 mcg/l de sangre. CMP: 0.05 mg/m<sup>3</sup>.

**Cromo**, IARC: Grado **1**, carcinógeno. ECR: enfermedad broncopulmonar y de senos paranasales. IBE: dosaje en orina hasta 30,0 mcg/g de creatinina. Dosaje en sangre hasta 5,0 mcg/l de sangre. CMP: 0,5 mg/m<sup>3</sup> de Cr<sup>II</sup> y Cr<sup>III</sup>, y Cr<sup>VI</sup> en solución.

**Manganeso**, IARC: no definido. ECR: parkinsonismo mangánico, enfermedad del SNC, (cuerpo estriado).

IBE: dosaje en orina hasta 3,0 mcg/g de creatinina. Dosaje en sangre hasta 1,0 mcg/100ml de sangre. CMP: 5,0 mg/m<sup>3</sup>.

**Mercurio**, IARC: no definido. ECR: SNC y periférico, psicomotriz y del comportamiento. Riñón, síndrome nefrótico. IBE: dosaje en orina hasta 35,0 mcg/g de creatinina. Dosaje en sangre hasta 15,0 mcg/l de sangre. CMP: 0,05 mg/m<sup>3</sup>.

**Plomo**, IARC: Grado 2B, carcinógeno. ECR: SNC y periférico, médula ósea, gónadas y riñón. IBE: dosaje de ácido delta levulínico (ALA-U) en orina < 4,5 mcg/g de creatinina, durante una exposición puede llegar a 10,0 mcg/g de creatinina. Dosaje en sangre, plumbemia < 30,0 mcg/100 ml de sangre, protoporfirinas eritrocitarias (PPE) libres < 300,0 mcg/100 ml hematíes, valor normal, 75,0 mcg/100 ml hematíes. CMP: 0,15 mg/m<sup>3</sup>.

**Selenio**, IARC: Grado 3, teratógeno. ECR: cancerígeno no en humanos. IBE: dosaje en orina < 25,0 mcg/g de creatinina. CMP: 0,2 mg/m<sup>3</sup>.

En la actualidad los coloristas tratan de encontrar pigmentos que tengan el menor grado de toxicidad posible, sean biosustentables y cumplan con los requisitos de permanencia y calidad cromática establecida por las distintas comisiones internacionales.

## LA DESCRIPCIÓN DE LOS PIGMENTOS

Se conocen en la industria alrededor de ciento sesenta o más pigmentos empleados para dar color amarillo, cuarenta o más para el color anaranjado, doscientos cuarenta para el rojo, treinta para el violeta, treinta verdes y cuarenta azules. Otros tantos para colores tierras, negros y blancos, muchos de ellos pertenecen a la categoría biocromos.

Resulta cada vez más laborioso dar con un color en particular, por la complejidad de las clasificaciones en vigencia pero una vez encontrado, cada uno tiene su código individual el cual es respetado por los distintos fabricantes. Debe considerarse, primero su nombre, que implica un color dentro del espectro y que debería corresponderse con la formulación presentada a la venta. En los catálogos internacionales le asignan un código a cada pigmento, por ejemplo, PY43 es un pigmento amarillo por la inicial de su nombre en inglés Pigment Yellow y el número 43 indica que corresponde sin duda al pigmento amarillo de sílice con óxido férrico. Otro ejemplo sería el NY20, Natural Yellow 20, amarillo indiano. Claro que también podríamos interesarnos en la composición química correcta entonces recurriríamos al compendio de resúmenes de la Asociación Química de los Estados Unidos de Norteamérica, publicación conocida con el nombre de Chemical Abstract. Allí buscaríamos el número de compuesto o "CAS Number" correspondiente al compuesto o combinación química que buscamos. Se informarán a continuación los CAS y las clasificaciones de los pigmentos antes mencionados junto con los datos de toxicidad, índice del Grado de Toxicidad (GT) y algunos otros datos de interés. Los pigmentos usados en la prehistoria que se siguen empleando aún en nuestros días son:

**Carbón**, PB6. [133-86-4]. GT(A), negro de carbón, carbón amorfo, carbón vegetal, carbón black, vine black, lamp black.

**Negro de Hueso**, PB9. [8021-99-6]. GT(A), negro marfil, ivory black, nero da ossa, su composición corresponde al 10% de carbón - 84% de fosfato de calcio, 6% de carbonato de calcio.

**Umber**, PBr7. [12713-03-0]. GT(A), tierra de siena, mezcla de óxidos de hierro y manganeso puede tener óxidos de aluminio, es muy estable.

**Ocre rojo**, PR102. [1309-37-1]. GT(A), rojo sangre, es óxido férrico anhidro,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

**Ocre amarillo**, PY43. [64294-91-3]. GT(A), ocre jaune, es sílice con óxido de hierro hidratado,  $\text{FeO}(\text{OH})$ .

**Blanco de calcio**, PW18. [7000-29-5]. GT(A), dolomita, aragonita, blanco español, su composición se aproxima a un carbonato de calcio mezclado con hidróxido de calcio. Es el color tiza compuesto en parte por calcita y en parte por de blanco de San Giovanni, así es como se lo describe al pigmento hallado en la antigüedad.

Luego se agregaron otros pigmentos a los ya conocidos, unos cuantos más en el período medieval y posteriormente en el renacimiento con la introducción de la técnica pictórica al óleo. Pero la gran difusión comenzó con la producción industrial como veremos, más adelante. Se presentan a continuación intentando mantener un orden cronológico los materiales más conocidos.

**Alizarina**, PR83. [72-48-0] GT(A), madder, lacca de Robbia, la 1,2-dihidroxi-antraquinona es la alizarina. Se parece mucho a la purpurina, 1,2,4-trihidroxi-antraquinona. Se extraía de la raíz de la Rubia Tinctorum. Desde 1868 se produce industrialmente según la síntesis descrita por Graebe.

**Escarlata permanente**, NR4. [1390-65-4]. GT(A), carmín, laca carminada, Kermes lake, cochineal lake, está compuesta en su mayoría por ácido carmínico [1260-17-9] extraído de los cuerpos secos de insectos Coccus cacti del género femenino.

**Realgar**, PY39. [1303-33-9]. GT(D), no tiene código ni CAS, se lo llama oropimente quemado se extrae junto al sulfuro de arsénico pero debido a su peligrosidad fue sustituido luego del siglo XVIII por el naranja de cromo. Su nombre deriva del vocablo árabe rahj-al-ghar que significaría algo así como polvo de mina.

**Malaquita**, PG38. [12069-69-1]. GT(B), iris green, olympian green, carbonato básico de cobre, es sensible a lo ácidos. Estaba también en tumbas Egipcias.

**Azul egipcio**, PG31. GT(B), no tiene CAS sin embargo se sabe que es un silicato de cobre y calcio. Se utilizaba como pintura también en la antigüedad, más luego comprobándose su naturaleza extremadamente estable y siendo poseedor de propiedades fotofísicas muy promisorias se volvió interesante y actualmente se lo emplea en bioluminiscencia.

**Índigo**, PB66. [482-89-3]. GT(A), indigotina, es un pigmento vegetal que se utilizó por la protección de los rayos UV. Su nombre químico es 2,2'-bisindolinylidene-3,3'-diona. Actualmente se produce en forma industrial.

**Azurita**, PB30. [12069-69-1]. GT(B), blue bice, lapis armenius, azurum citramarinum es un carbonato básico de cobre,  $2 (\text{CuCO}_3) \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$  que se oscurece por su degradación a verde de malaquita. Muy empleado en el renacimiento. Actualmente se reemplazó por el Azul de Prusia.

**Rojo de plomo**, PR105. [1314-41-6]. GT(C), minio, el nombre proviene de miniare (latín) minimizar, miniaturizar. Fue muy utilizado en el período Bizantino.

**Bermellón**, PR106. [1344-48-5]. GT(C), vermillón, cinnabar, cinabrio, sulfuro de mercurio, tiene alta toxicidad. Actualmente su análogo es el rojo de cadmio.

**Verde tierra**, PG23. [1344-98-5]. GT(A), también confundido con el verde Veronés (alúmino silicato) es una mezcla de hidroxisilicato de hierro, magnesio, aluminio y potasio, parecida a las celodonita y glauconita.

**Verdegris**, PG20. [6046-93-1]. GT(B), verderame, vertegrez, es un verde moderadamente transparente empleado en la edad media, renacimiento y barroco, aunque actualmente no se comercializa. Debe aplicarse mezclado con blanco de plomo o amarillo de zinc, debido a su extrema transparencia. Se compone de una mezcla de resinato de cobre y acetato básico de cobre.

**Blanco de plomo**, PW1. [598-63-0]. GT(C), cerusita, bianco de plomo, lead white, carbonato básico de plomo [1319-46-6]. Puede prepararse con ácido acético (vinagre) y plomo metálico. Es altamente tóxico.

Los pigmentos empleados desde 1400 DC hasta la actualidad, período conocido como el Renacimiento temprano son:

**Azul Ultramar**, PB20. [1317-97-1] - [57455-37-5]. GT(A), lazurita, lapis lázuli, es un silicato-sulfuro de calcio y aluminio. Se empleaba como piedra y para deponerlo encáusticamente como molienda en el antiguo Egipto. Ha sido comercializado desde la época de su industrialización alrededor de los años 1820 hasta el presente.

**Amarillo de plomo**, N/A. [12143-43-0]. GT(C), giallonina, es una mezcla de óxido de plomo y de óxido de zinc, los hay de dos tipos API [12036-31-6] y APII [8012-00-8], la diferencia está en el tercer pigmento que lo compone, en API es estannato de plomo y en el APII con óxido silicato de zinc y plomo II.

**Smalt**, PB32. GT(B), sin CAS, azul de potasio vidriado, émail, puede contener cobalto. Se utilizó en la manufactura de vidrios y en la pintura holandesa.

**Indian yellow**, NY20. GT(A), purree, es un euxanthato de magnesio puede usarse al óleo y acuarela. Se obtenía del procesamiento de la orina de origen animal.

**Resinato de Cobre**. GT(B), verde jade, se obtiene por disolución de sales de cobre en turpentina veneciana.

**Amarillo de Nápoles**, PY41. [8012-00-8] - [13510-89-9]. GT(C), se lo conocía desde el esplendor de los pueblos Mesopotamia y en la XIX dinastía Egipcia. Se lo utilizó en acuarela durante el Renacimiento y hasta la actualidad. Es un compuesto obtenido por la calcinación de una mezcla de óxido de plomo II y óxido de antimonio Ven una matriz de pirocloro que puede contener CdO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, SnO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> y/o ZnO.

**Marrón de van Dyck**, NBr8. [72669-22-8]. GT(A), tierra de colonia o de Cassell. Es un óxido de hierro III, parcialmente hidratado y mezclado con ácido húmico (Figura 1), que lo transforma en una tierra transparente.

**Azul de Prusia**, PB27. [12240-15-2] - [14038-43-8] - [25869-00-5]. GT(B), azul de Berlino hexaferrocianoferrato de hierro II, su coloración se reduce con el aire y la luz. Puede utilizarse como tinta en sellos y otras impresiones.

Los pigmentos más conocidos introducidos durante la era de la industrialización y que llegaron hasta nuestros días se enumeran a continuación:

**Verde de cobalto**, PG19. [8011-87-8]. GT(B), es una mezcla de óxido de cobalto y óxido de zinc semitransparente, con poca fuerza pero resistente y estable.

**Azul de cobalto**, PB28. [1333-88-6] - [1345-16-0]. GT(B), dresden blue, azul de van Gogh, es muy costoso y está compuesto por una mezcla de un óxido de cobalto y aluminio,  $\text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ .

**Naranja de Cromo**, PO21. [1344-38-3]. GT(C), mineral de crocoita, rojo Derby, rojo victoriano, rojo Persia, Rossetto chromo, es un cromato básico de plomo, que ya no se utiliza en la actualidad. Lo usó Renoir en el impresionismo.

**Verde esmeralda**, PG21. [12002-03-8]. GT(D), Paris green, emerald green, Veronese, es aceto-arsenito de cobre. Su nombre deriva de smaragdus que significa piedra preciosa. Tiene un color verde brillante. Pero si se lo aplica en muros donde se degrade fácilmente puede producir la muerte por intoxicación. La historia relaciona esta pintura con la muerte de Napoleón Bonaparte en la prisión de Santa Elena.

**Amarillo de Cadmio**, PY35. [8048-07-5]. GT(B), es en realidad una mezcla de pigmentos que generan el anaranjado de cadmio y el rojo de cadmio también. Por ejemplo, el rojo se hace mezclando el sulfuro de cadmio ( $\text{CdS}$ , amarillo) con selenio y calentando así se logra un color más fuerte. El rojo de cadmio es  $\text{CdS} \cdot \text{CdSe}$ . Ambos tienen buena permanencia.

**Amarillo limón**, PY31. [10294-40-3]. GT(C), es una mezcla de cromato de bario, cromato de estroncio,  $\text{SrCrO}_4$  y PY 32. [7789-06-2]. GT(C), cromato de plomo PY 34 [1344-37-2] y sulfato de plomo. Lo formuló y empleó Paul Gauguin en la década 1980-90.

**Blanco de zinc**, PW4. [1314-13-2]. GT(A), blanco chino, blanco de zinc, zinc white, es más frío que la calcita, más blanco pero difícil de trabajar con óleo. Es simplemente óxido de zinc II, [91315-44-5] y se usa también en medicina.

**Verde viridian**, PG18. [12001-99-9]. GT(A), casalis, verde permanente, este pigmento es sustancialmente óxido de cromo III hidratado, muy parecido al verdigris, poco estable, muy transparente.

**Amarillo cobalto**, PY40. [13782-01-9]. GT(B), aureoline, gamboge, asian yellow, es una sal mixta de nitrito de potasio y cobalto, es muy barato y de gran resistencia.

**Violeta de cobalto**, PV48. [68608-93-5]. GT(B), Es estable pero caro, fue reemplazado por violeta de manganeso que es más intenso y puro. Es una sal de fosfato y arseniato de cobalto II, que se obtiene por calcinación de una mezcla de óxido de cobalto II, óxido de magnesio II y óxido de boro III hasta una apariencia cristalina y homogénea.

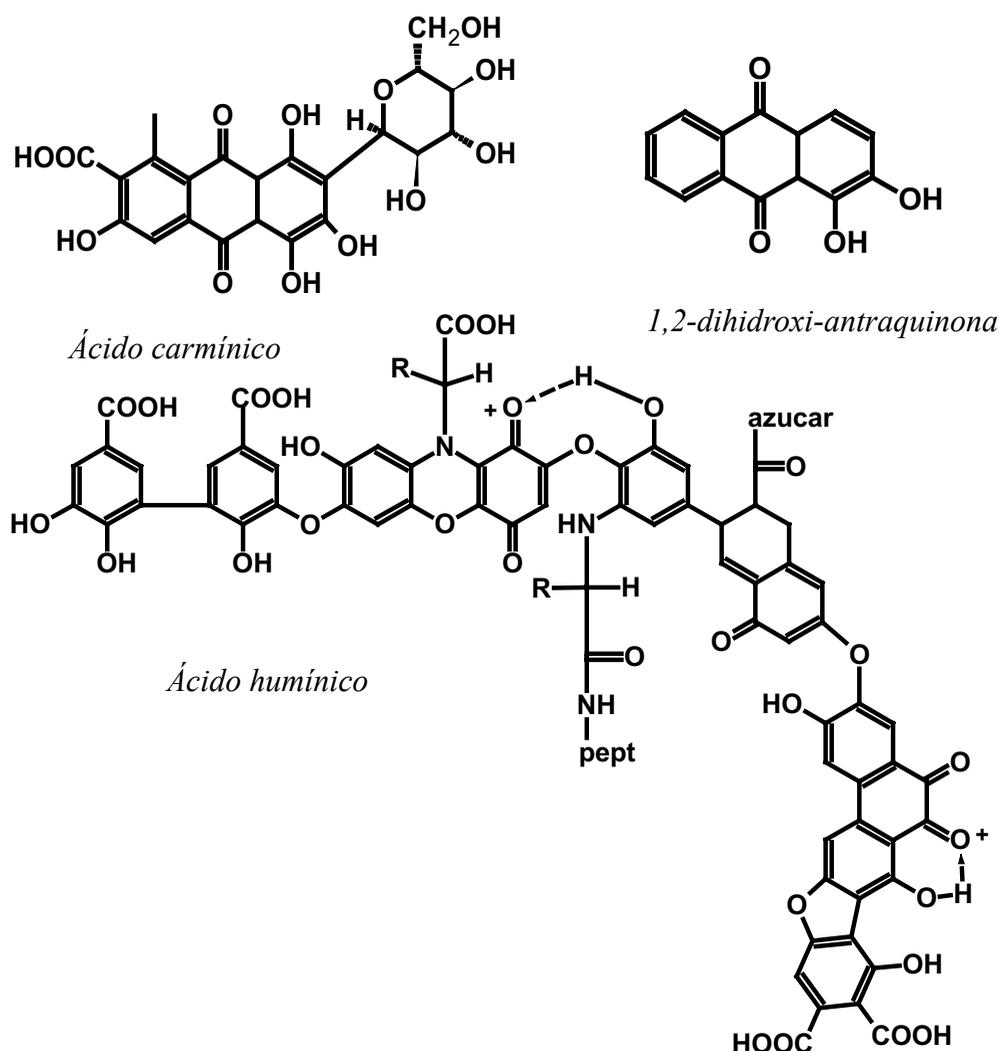
**Azul cerúleo**, PB35. [1345-19-3] - [83712-59-8] - [68187-05-3]. GT(B), azul cobalto celeste, es una mezcla de óxidos de cobalto y zinc con estannato de cobalto, puede contener óxidos de aluminio, de níquel y de hierro para lograr el azul requerido. Es excelente para su utilización en acuarela. No es opaco, es

particularmente valioso para la preparación de cielos como lo demuestra Monet.

**Rojo de cadmio**, PR108. [58339-34-7]. GT(B), selenium red, es un sulfoselenuro de cadmio. Ver amarillo de cadmio.

**Blanco de titanio**, PW6. [13463-67-7]. GT(A), blanco radiante, rutilo, es el más intenso y brillante de los blancos tiene dos veces la opacidad del blanco de plomo y es químicamente más estable. Su estructura química es la del óxido de titanio IV,  $TiO_2$ .

**Figura 1.** Algunos componentes de pigmentos organometálicos: ácido carmínico, 1,2-dihidroxi-antraquinona, ácido humínico.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albiano, N. F. (1999) e-book. *Toxicología Laboral*, Editorial POLEMOS. Moreno, Buenos Aires, Argentina.

Artistcreation.com, base de datos de libre consulta.

Diderot, D. (1975) *L'Essai sur la Peinture, Monografía IV-415*, Pág. 21, Dominio Público, Biblioteca Nacional Francesa, Departamento de Libros Raros, Bruisson, IV, Paris, Francia.

Graebe, C. (2013) <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=65537661>, Enciclopedia Libre. Allí también se pueden bajar los datos de Alizarina y otros compuestos.

López Mato, O. (2006) *Males de Artistas - Enfermedad y Creación*, 2<sup>da</sup> Edición, Grupo Maorí Buenos Aires, Argentina.

## *De interés*

### EL PREMIO NOBEL DE QUÍMICA 2013

9 de octubre 2013

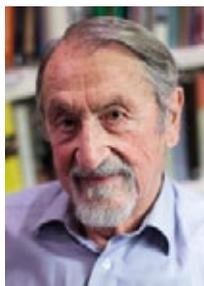
La Real Academia Sueca de Ciencias ha decidido otorgar el Premio Nobel de Química de 2013 a

**Martin Karplus**, Université de Strasbourg, Francia y Universidad de Harvard, Cambridge, MA, EE.UU.

**Michael Levitt**, Escuela Universitaria de Medicina de Stanford, Stanford, CA, EE.UU.

**Arieh Warshel** Universidad del Sur de California, Los Ángeles, CA, EE.UU.

*“ por el desarrollo de modelos multiescala para sistemas químicos complejos “*



**MARTIN KARPLUS.** Ciudadano de EE.UU y austríaco. Nacido en Viena, Austria en 1930. Ph.D.1953 por el Instituto de Tecnología de California, CA, EE.UU.. Professeur Conventionné, Université de Strasbourg, Francia y Theodore William Richards Profesor de Química, Emérito, Universidad de Harvard, Cambridge, MA, EE.UU.  
<http://chemistry.harvard.edu/people/martin-karplus>  
<http://www-isis.u-strasbg.fr/biop/start>



#### **MICHAEL LEVITT**

Ciudadano de EE.UU., ciudadanía británica e israelí. Nacido en 1947 en Pretoria, Sudáfrica. Ph.D. 1971 por la Universidad de Cambridge, Reino Unido. Robert W. y Vivian K. Cahill Profesor en Investigación del Cáncer, Escuela de Medicina de la Universidad de Stanford, Stanford, California, EE.UU..  
[http://med.stanford.edu/profiles/Michael\\_Levitt](http://med.stanford.edu/profiles/Michael_Levitt)



#### **ARIEH WARSHEL**

Ciudadano de EE.UU. y ciudadano israelí. Nacido en 1940 en Kibbutz Sde-Nahum, Israel. Ph.D. 1969 por el Instituto Weizmann de Ciencias, Rehovot, Israel. Distinguished Profesor de la Universidad del Sur de California, Los Angeles, CA, EE.UU.  
<http://chem.usc.edu/faculty/Warshel.HTML>

## Información popular

### LLEVANDO EL EXPERIMENTO AL CIBERESPACIO

Las reacciones químicas ocurren a la velocidad del rayo, los electrones saltan entre los átomos ocultos de las miradas indiscretas de los científicos. Los laureados con el premio Nobel de Química 2013 han permitido cartografiar los misteriosos caminos de la química mediante el uso de computadoras. El conocimiento detallado de los procesos químicos hace que sea posible optimizar catalizadores, medicamentos y células solares.

Los químicos de todo el mundo diseñan y llevan a cabo diariamente experimentos en sus computadoras. Con la ayuda de los métodos que Martin Karplus, Michael Levitt y Arieh Warshel comenzaron a desarrollar en la década de 1970, examinan cada minúsculo paso en procesos químicos complejos que son invisibles a simple vista.

Para que usted, lector, tenga una idea de cómo la humanidad puede beneficiarse de esto, empezamos con un ejemplo. Póngase su bata de laboratorio, porque tenemos un reto para usted: la creación de la fotosíntesis artificial. La reacción química que se produce en las hojas verdes llena la atmósfera con oxígeno y es un prerrequisito para la vida en la Tierra. Pero también es interesante desde el punto de vista ambiental. Si usted puede imitar la fotosíntesis podrá crear células solares más eficientes. Cuando se dividen las moléculas de agua, se crea oxígeno pero también hidrógeno que podría ser utilizado para alimentar nuestros vehículos. Así que hay muchas razones para que se comprometa en este proyecto. Si tiene éxito, podría contribuir a resolver el problema del efecto invernadero.



**Figura 1.** Hoy los químicos experimentan tanto en sus equipos como lo hacen en sus laboratorios. Los resultados teóricos de las computadoras son confirmados por los experimentos reales que producen nuevas pistas sobre cómo funciona el mundo de los átomos. La teoría y la práctica se fertilizan mutuamente.

## **Una imagen dice más que mil palabras - pero no todo**

Como primer paso, es probable que busque en línea y encuentre una imagen tridimensional de las proteínas que regulan la fotosíntesis. Estas imágenes son de libre acceso en grandes bases de datos en Internet. En su computadora, usted puede torcer y girar la imagen a su gusto. Encontrará gigantescas moléculas de proteína consistentes de decenas de miles de átomos. En algún lugar en el medio, hay una pequeña región llamada el centro de reacción. Aquí es donde se separan las moléculas de agua. Sin embargo, sólo unos pocos átomos están directamente involucrados en la reacción. Entre otras cosas, se ven cuatro iones manganeso, un ion calcio y varios átomos de oxígeno. La imagen muestra claramente cómo están colocados los átomos y iones en relación unos con otros, pero no dice nada acerca de lo que estos átomos y iones hacen. Esto es lo que usted necesita saber. De alguna manera, los electrones deben ser extraídos del agua y hay que ocuparse de cuatro protones. ¿Cómo se hace eso?

Los detalles de este proceso son prácticamente imposibles de seguir usando métodos tradicionales de la química. Muchas cosas suceden en una fracción de milisegundo - una velocidad que excluye la mayoría de los tipos de experimento en tubo de ensayo.

A partir de la imagen que usted tiene en su computadora, también es difícil adivinar el proceso de la reacción, ya que fue tomada cuando las proteínas se encontraban en un estado de reposo. Pero cuando la luz del sol golpea las hojas verdes, las proteínas se llenan de energía y toda la estructura atómica cambia. Para entender la reacción química usted necesita saber a qué se parece este estado lleno de energía. Aquí es donde puede invocar la ayuda de los programas informáticos para los que los Premios Nobel en Química 2013 sentaron las bases.

## **Teoría y práctica - un exitoso intercambio de ideas**

El uso de este tipo de software puede calcular varias rutas de reacción plausibles. Esto se denomina simulación o modelado. De esta manera usted puede tener una idea de qué papel juegan átomos específicos en diferentes etapas de la reacción química. Y cuando se tiene un camino de reacción plausible, es más fácil de llevar a cabo experimentos reales que confirmen si la computadora tiene razón o no. Estos experimentos, a su vez, pueden dar nuevas pistas que llevan a simulaciones aún mejores; la teoría y la práctica se potencian una a otra. Como consecuencia de ello, los químicos ahora pasan tanto tiempo frente a sus computadoras como lo hacen entre los tubos de ensayo.

Entonces, ¿qué es tan especial acerca de los programas de computadora que ahora son premiados con el Premio Nobel de Química?

## **Combinando lo mejor de ambos mundos**

Anteriormente, cuando los científicos querían simular moléculas en los equipos, tenían a su disposición software basado ya sea en las teorías físicas clásicas newtonianas o en la física cuántica.

Ambos tenían sus fortalezas y debilidades. Los programas clásicos podrían calcular y procesar grandes moléculas químicas. Sólo mostrarían moléculas en un estado de reposo, pero daban a los químicos una buena representación de cómo se ubican los átomos en las moléculas. Sin embargo, no se podía utilizar

estos programas para simular reacciones químicas. Durante la reacción, las moléculas se llenan de energía; se excitan. La física clásica simplemente no tiene conocimiento de dichos estados, y esto es una severa limitación.

Cuando los científicos querían simular reacciones químicas, debían recurrir a la física cuántica; la teoría dualista donde los electrones pueden ser a la vez ondas y partículas y el famoso gato de Schrödinger, oculto en su caja, podía estar a la vez vivo y muerto. La fuerza de la física cuántica está en que es imparcial y que el modelo no incluirá ninguno de los prejuicios de los científicos.

Por lo tanto estas simulaciones son más realistas. La desventaja es que estos cálculos requieren enorme potencia de cálculo de la computadora. El equipo tiene que procesar cada electrón individual y cada núcleo atómico de la molécula. Esto puede ser comparado con el número de píxeles en una imagen digital. Muchos píxeles darán una alta resolución, pero también requieren más recursos del equipo. Del mismo modo, los cálculos en física cuántica dan descripciones detalladas de los procesos químicos, pero requieren equipos potentes. En la década de 1970, esto significaba que los científicos sólo podían realizar cálculos en moléculas pequeñas. En los modelos, también se vieron obligados a ignorar las interacciones con el entorno, a pesar de que las reacciones químicas en la vida real casi siempre se producen en algún tipo de solución. Sin embargo, si los científicos hubieran querido que el equipo incluyera el disolvente en el cálculo, habrían tenido que esperar décadas para los resultados.

Así, la química clásica y la cuántica eran dos mundos fundamentalmente diferentes, y en algunos aspectos rivales.

Pero los laureados con el premio Nobel de Química 2013 han abierto una puerta entre estos dos mundos. En sus modelos de ordenador, Newton y su manzana colaboran con Schrödinger y su gato.



**Figura 2.** Newton y el gato de Schrödinger. Previamente, la física clásica y la química cuántica pertenecían a mundos rivales. Los Premios Nobel de Química 2013 han abierto una puerta entre esos mundos y han originado una floreciente colaboración.

## **La química cuántica colaborando con la física clásica.**

El primer paso hacia esta colaboración fue dado a principios de la década de 1970 en el laboratorio de Martin Karplus de la Universidad de Harvard en Cambridge, EE.UU. Karplus estaba firmemente arraigado en el mundo cuántico. Su grupo de investigación desarrolló programas informáticos que pueden simular reacciones químicas con la ayuda de la física cuántica. También había desarrollado la “ecuación de Karplus“, que se utiliza en resonancia magnética nuclear (RMN); un método bien conocido por los químicos que se basa en las propiedades químicas cuánticas de las moléculas. Al terminar su doctorado, Arieh Warshel llegó al laboratorio Karplus en 1970. Había recibido su formación doctoral en el Instituto de Ciencia Weizmann en Rehovot, Israel.

El instituto tenía un ordenador potente, el Golem, nombre de una criatura del folclore judío. Con la ayuda de Golem, Arieh Warshel y Michael Levitt habían desarrollado un innovador programa de computadora basado en las teorías clásicas. El programa permitía el modelado de todo tipo de moléculas, incluso moléculas biológicas muy grandes.

Cuando Arieh Warshel unió a Martin Karplus en Harvard, trajo consigo su programa clásico de ordenador. Usándolo como punto de partida, él y Karplus comenzaron a desarrollar un nuevo tipo de programa que llevaba a cabo diferentes tipos de cálculos en diferentes electrones. En la mayoría de las moléculas cada electrón gira alrededor de un núcleo atómico particular. Pero en algunas moléculas, ciertos electrones pueden moverse sin obstáculos entre varios núcleos atómicos. Tales “ electrones libres “ se pueden encontrar, por ejemplo, en el retinol, una molécula incrustada en la retina del ojo. Karplus tenía un interés de larga data en el retinol dado que las propiedades químicas cuánticas de la molécula afectaban una determinada función biológica; cuando la luz llega a la retina, los electrones libres del retinol se llenan de energía, lo que altera la forma de la molécula. Esta es la primera etapa de la visión humana.

Eventualmente Karplus y Warshel pudieron modelar el retinol. Sin embargo, ellos comenzaron con moléculas similares de una estructura más simple. Desarrollaron un programa informático que se basaba en física cuántica cuando realizaba cálculos sobre electrones libres, y aplicaba las teorías clásicas más simples para todos los otros electrones y todos los núcleos atómicos. En 1972, publicaron sus resultados. Esta fue la primera vez que alguien se las había arreglado para llevar a cabo una colaboración químicamente relevante entre la física clásica y la cuántica. El programa fue innovador, pero tenía una limitación. Sólo podía manejar moléculas con simetría especular.

## **Un programa universal para el cálculo de la química de la vida**

Después de dos años en Harvard, Arieh Warshel volvió a reunirse con Michael Levitt. Este ya había terminado su formación doctoral en la Universidad de Cambridge, Reino Unido, que en ese momento tenía el liderazgo mundial en el estudio de moléculas biológicas, tales como ADN, ARN y proteínas. Levitt había utilizado su programa de ordenador clásico con el fin de obtener una mejor comprensión de cómo eran las moléculas biológicas. La limitación se mantenía, sin embargo: sólo era posible examinar las moléculas en estado de reposo.

Levitt y Warshel apuntaban alto. Querían desarrollar un programa que pudiera ser utilizado para estudiar enzimas, las proteínas que regulan y facilitan las reacciones químicas en los seres vivos. Ya de joven

estudiante, Warshel se había vuelto curioso por saber cómo funcionan las enzimas. Es la cooperación entre las enzimas la que hacen posible la vida. Ellas controlan prácticamente toda la química en el cuerpo vivo. Si se quiere entender la vida, es necesario comprender las enzimas.

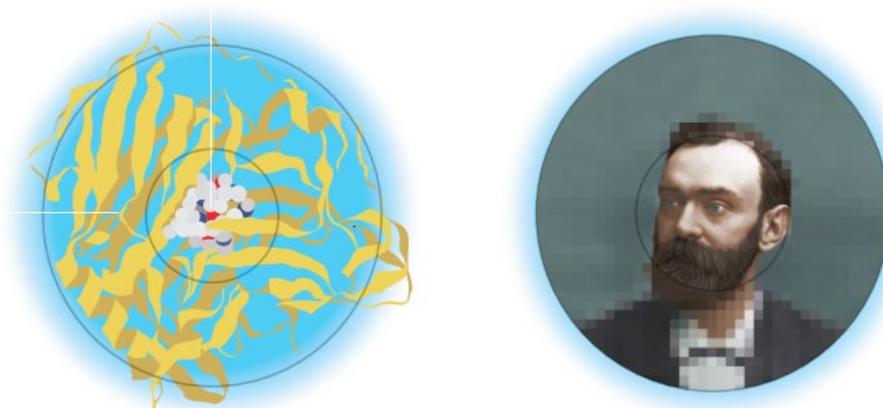
Para poder simular reacciones enzimáticas, Levitt y Warshel fueron obligados a hacer que la física cuántica y la clásica colaboraran de manera más suave. Les tomaría varios años superar todos los obstáculos. Comenzaron sus exploraciones en el Instituto Weizmann en Rehovot, pero cuando Levitt unos años más tarde terminó su entrenamiento post- doctoral, regresó a Cambridge, donde se le unió Warshel. En 1976, llegaron a su meta y publicaron el primer modelo computarizado de una reacción enzimática. Su programa fue revolucionario, ya que podía ser utilizado para cualquier tipo de molécula. El tamaño dejó de ser un problema en la simulación de las reacciones químicas.

### **Centrándose en el corazón de la acción**

Cuando los químicos modelan procesos químicos hoy en día, aplican la energía donde se necesita. Realizan exigentes cálculos de física cuántica sobre aquellos electrones y núcleos atómicos que afectan directamente el proceso químico. De esta manera, consiguen la mejor resolución posible donde verdaderamente importa. Las otras partes de las moléculas se modelan mediante ecuaciones clásicas.

Para no perder poder de cómputo, Michael Levitt y Arieh Warshel han recortado la carga de trabajo del cálculo aún más. La computadora no siempre tiene que dar cuenta de cada átomo individual en las partes menos interesantes de la molécula. Ellos han demostrado que es posible combinar varios átomos durante los cálculos.

En los cálculos modernos, los científicos también añaden una tercera capa a la simulación. Puesto en forma simplificada, el ordenador puede, en zonas muy alejadas del proceso químico, empaquetar los átomos y moléculas en una sola masa homogénea. En la comunidad científica esto se conoce como medio dieléctrico.



**Figura 3.** Hoy en día, cuando científicos modelan los procesos moleculares, aplican la potencia de los ordenadores donde se necesita. En el corazón del sistema, los cálculos se basan en la física cuántica. Más lejos de la acción, se basan en la física clásica, y en las capas más externas, los átomos y las moléculas se agrupan incluso en una masa homogénea. Estas simplificaciones hacen que sea posible llevar a cabo cálculos sobre sistemas químicos realmente grandes.

## Hasta dónde nos llevarán las simulaciones lo decidirá el futuro.

El hecho de que los científicos hoy en día pueden usar las computadoras para llevar a cabo experimentos ha producido una más profunda comprensión de cómo se producen los procesos químicos. La fuerza de los métodos que Martin Karplus, Michael Levitt y Arieh Warshel han desarrollado es que son universales. Pueden ser utilizados para estudiar toda clase de química, desde las moléculas de la vida a los procesos químicos industriales. Los científicos pueden optimizar las celdas solares, los catalizadores en los vehículos de motor o incluso drogas, para tomar sólo algunos ejemplos.

El progreso no se detiene allí, sin embargo. En una de sus publicaciones, Michael Levitt escribe sobre uno de sus sueños: simular un organismo vivo a un nivel molecular. Es una idea tentadora.

Los modelos informáticos que han sido desarrollados por los Premios Nobel de Química 2013 son poderosas herramientas. Exactamente hasta dónde pueden hacer avanzar nuestro conocimiento lo dirá el futuro.

## ENLACES Y LECTURAS ADICIONALES

Información adicional sobre los premios de este año, incluyendo un artículo científico de fondo en inglés, puede encontrarse en la página web de la Real Academia Sueca de Ciencias, <http://kva.se>, y en <http://nobelprize.org>.

También se incluyen las versiones web de televisión de las conferencias de prensa en las que se anunciaron los premios. Información sobre exposiciones y actividades relacionadas con los Premios Nobel y el Premio en Ciencias Económicas podrá encontrarse en [www.nobelmuseum.se](http://www.nobelmuseum.se).

### Artículos

Levitt, M. (2001) The birth of computational structural biology, *Nature structural biology* 8:392–393.

Karplus, M. (2006) Spinach on the Ceiling: A Theoretical Chemist's Return to Biology, *Annu. Rev. Biophys. Biomol. Struct.* 35: 1–47.

Johnson, P. (2012) Warshel Fêted by Royal Society of Chemistry, <http://128.125.126.117/news/stories/1298/warshel-fted-by-royal-society-of-chemistry/>

The Nobel Committee for Chemistry

Text: **Ann Fernholm**

Illustrations: ©Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

Traducción de **Luz Lastres**

## *Un poco de historia*

### LA HISTORIA DE LA ALQUIMIA, TEXTOS Y PRÁCTICAS

**Núria Solsona-Pairó**

*Grupo LIEC, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España*

E-mail: [nsolsona@xtec.cat](mailto:nsolsona@xtec.cat)

#### **Resumen**

Los últimos trabajos en historia de la ciencia permiten repensar la historia de la alquimia en la primera edad moderna. A partir del siglo XVI, las artes alquímicas involucraron a personas procedentes de diferentes niveles sociales y económicos, artesanos, príncipes, pastores y estudiosos, tanto hombres como mujeres. En su trabajo, muchos alquimistas compartían la tendencia a leer, escribir, producir y hacer, al mismo tiempo. Los nuevos aportes a la historia de la alquimia permiten situar las publicaciones y los trabajos prácticos en un marco teórico más coherente y robusto.

**Palabras clave:** alquimia, historia, textos, prácticas

#### **The history of Alchemy, texts and practices**

##### **Summary**

Last works in history of science allow rethink the history of alchemy in the early modern Europe. Since sixteen century, alchemical arts engaged people of different social and economic area, artisans, princess, shepherds and scholars, men and women. At his work, many alchemists share the tendency to read, write, make and do at the same time. The new contributions to the history of alchemy place books and works in a theoretical framework more coherent and robust.

**Key words:** alchemy, history, texts, practical

## **INTRODUCCIÓN**

La historia de la alquimia nos ha parecido siempre de sumo interés para la historia de la química y por lo tanto para la educación química. En nuestra consideración han intervenido distintos puntos de vista. En primer lugar, porque permitía repensar la química escolar de modo que englobara otras actividades prácticas distintas de las que son habituales en los laboratorios de química actual. En segundo lugar, porque facilitaba al profesorado un enfoque didáctico con referencias para llevar al aula la historia de la química (Solsona-Pairó, 2009), reflexionando sobre el modelo de ciencia, específicamente de química. Y finalmente si incorporamos el modelo de género, la historia de la alquimia permite poner en valor las aportaciones de algunas mujeres, propiamente en una tradición en la que ellas tuvieron una buena participación.

De todas formas, nuestro interés en la historia de la alquimia no conseguía emerger en el conjunto de la historia de la química y permanecía en un discreto segundo plano, dado que la alquimia no tenía suficiente entidad en la historia de la química actual. En realidad, es difícil valorar la historia de la alquimia con un modelo de la actividad científica química entendida como objetiva, sistemática, infalible y positivista.

Además, la mayoría del profesorado de química tiene un conocimiento impreciso del contenido de la alquimia, más allá de la búsqueda de la piedra filosofal. Y si dispone de más información presume que la alquimia es desorden e irracionalidad, frente a la visión de la química actual, ordenada y racional. Esto hace difícil considerar la alquimia como algo más que una de las tradiciones artesanales anteriores a la construcción de la ciencia moderna. A esta consideración no es ajena la visión de la historia de la ciencia, como la historia de la razón humana que triunfa sobre el misticismo, la magia y el ocultismo.

Afortunadamente, en los últimos años las investigaciones historiográficas relativas a la alquimia permiten situarla en un marco de reflexión teórica menos dogmático, de acuerdo con la consideración de la ciencia, como una actividad profundamente humana.

La Alquimia es parte de la experiencia cultural de la temprana Europa moderna. Entendida como un área de los estudios históricos, la alquimia se vincula con la historia de la ciencia si se considera como un conjunto de prácticas que exploraban lo natural. Una actividad que resultó atractiva para artesanos y académicos, tanto hombres como mujeres. Si deseamos comprender toda la variedad de abordajes en el estudio de la naturaleza, en la primera edad moderna, el mejor referente para hacerlo es la alquimia, con la tensión productiva entre palabras y obras en el conocimiento de la naturaleza.

Hoy disponemos de suficientes estudios que avalan la existencia de diferentes formas para practicar la alquimia en la primera edad moderna. Al mismo tiempo, los últimos trabajos han mostrado que muchos alquimistas compartían específicamente la tendencia a leer, escribir, producir y hacer, al mismo tiempo. A partir del análisis de los contratos y los informes de laboratorio se puede ver como una comunidad de practicantes vital de la alquimia estaba trabajando con una amplia variedad de proyectos.

Las últimas investigaciones historiográficas señalan que los estudiosos y las élites políticas europeas veían la alquimia no sólo como posible, sino como un hecho central en las actividades intelectuales, religiosas y políticas. Bruce T. Moran (1991) enfatiza la parte política de la alquimia diciendo "*La visión oculta de unidad y universalidad ofrecía un bálsamo intelectual para la confusión religiosa y política. De esta forma, se convertía en un sucedáneo de la realidad*". En la segunda mitad del siglo XVII, varios príncipes europeos llegaron incluso a considerar que la alquimia podía ser una solución a la crisis financiera y minera que sufrían sus países.

## **UN SIGLO DE AUGE DE LA ALQUIMIA**

El siglo XVI fue una época de auge en la edición de textos alquímicos, ya que hasta entonces la alquimia se había transmitido oralmente. Hasta aquel momento, la mayoría de libros de secretos y de alquimia estaban escritos en latín, la lingua franca. Se extendió un afán por coleccionar recetas y presentarlas unidas en forma de publicaciones. Se editaron y reeditaron las obras de Johannes de Rupescissa "*De consideratione Quintae essenti[a]e rerum omnium...*", de Arnau de Vilanova (ca. 1240-1311) y las atribuidas a Ramón Llull o pseudo-lulianas, del siglo XIV. Es sabido que los autores anónimos de la Edad Media conseguían autoridad para sus textos alquímicos atribuyéndolos a figuras conocidas y respetadas. *Speculum Alchemiæ* de Roger Bacon fue traducida al francés por Jacobo Girard de Tournes y publicada con el título de Espejo de la Alquimia, en Lyon, en 1553, y en París, en 1612 y 1627. Es importante recordar que la historia de

la ciencia ha reconocido en Bacon su conocimiento filosófico o físico, pero no su vertiente alquimista. En *Espejo de la Alquimia* decía "...porque a través de la ignorancia de esta ciencia, así como de la filosofía natural, no es posible conocer, no la teoría, tampoco la práctica, de la medicina" (Moran, 2005, 23) Bacon proponía la preparación de medicamentos compuestos siguiendo una proporción en los pesos, además de fármacos antiguos, como bálsamos, *theriaca* y *benedicta*.

A mitad del siglo XVI, la alquimia se convierte en un tema de interés generalizado. Además, de las personas iniciadas y partidarias de la filosofía natural, las artes alquímicas involucran a príncipes, pastores, y artesanos, tanto hombres como mujeres. Los editores imprimieron autores antiguos y nuevos y compraron recetas a los vendedores ambulantes de secretos alquímicos. A finales del siglo XVI, pocas personas sabían leer y escribir, pero empezaron a emerger nuevos públicos lectores. Según la documentación disponible, por ejemplo en Londres, una de las condiciones para ingresar en el gremio de orfebres era saber leer. Y en Montpellier, el sesenta y tres por ciento de los artesanos municipales sabía leer y escribir.

Alrededor de 1600, la alquimia artesanal y doméstica se convirtió rápidamente en una parte de las publicaciones populares. Estos libros escritos en lengua vernácula o local estaban dirigidos a los artesanos. Se pueden distinguir por lo menos dos tipos de libros de alquimia en lengua vernácula, que describen procesos de alquimia práctica para leer en casa o en el taller. Un primer tipo de manuales se proponía hacer accesible la literatura médica escrita en parte por comunidades profesionales, y servían de consulta a las personas que deseaban preparar medicinas en casa o necesitaban asistencia médica en sus desplazamientos. El segundo tipo de literatura vernácula se identifica con los llamados "libros de secretos", que fueron muy populares en el siglo diecisiete.

Los tratados de alquimia con el objetivo de ser libros prácticos y útiles eran colecciones de recetas, que incluían una mínima parte teórica, que prometían ventajas y utilidad, ya fuera la fabricación de monedas, curación de enfermedades, ayuda en el embarazo, los partos y en necesidades domésticas variadas. Hay que tener en cuenta que la alquimia fue considerada una mercancía, ya que era posible comprar recetas concretas por poco dinero o intercambiar técnicas de trabajo. Para determinados públicos, no era necesario comprar el libro entero.

A finales del siglo XVI se identifican dos concepciones de la alquimia. Una más próxima a la filosofía natural, donde la práctica alquímica se parece a una actividad casi religiosa, con el objetivo de curar cuerpos naturales (humanos o metálicos) para extraer las impurezas. La segunda vía para la práctica de la alquimia era más comercial y por lo tanto accesible a un público más amplio, con el apoyo del mercado, pues generaba bienes y servicios para la población. Estas dos vías no se identificaban con personas y grupos concretos, pues una misma persona podía tener las dos vertientes alquímicas, sin embargo fueron entrando en un conflicto cada vez más claro, durante este periodo. Las dos prácticas tenían potencial para ganar y determinar si la alquimia iba a consistir en comprender a Dios y aprender o producir cosas y ganar dinero.

Un ejemplo de persona que cultivó la alquimia práctica y afectiva para la fabricación de productos es Anna Maria Zieglerin (c. 1550-1575), en su laboratorio en Wolfenbüttel (Alemania). Ella escribió "*Concerning the Noble and Precious Art of Alchamia*", donde defendía que la alquimia tenía más utilidades que teñir

metales. Por ejemplo decía “esta noche con la ayuda de Dios del cielo empezaremos (a obtener) las dos libras de mercurio”. Zieglerin también recomendaba que las mujeres con dificultades para quedar preñadas bebieran diariamente el mismo tinte que se utilizaba para la obtención de oro. Cuando el embarazo progresara y la criatura naciera, la madre “debería no dejarle probar la leche materna y no darle nada de comer o beber...[sólo] tres veces a la día dejarle tres gotas [de la tintura] en su boca”. Interconexión minerales-animales-plantas. Así como metales como el oro pueden curar a los humanos, los niños también pueden crecer con la misma tintura que .....Defendió la práctica de la alquimia en el juicio en que fue condenada a muerte acusada de envenenamiento, junto con sus compañeros de laboratorio. Se propuso trabajar en la búsqueda de las dificultades de obtención de ciertos elementos como el mercurio (Nummedal, 2011).

## I SECRETI DELLA SIGNORA ISABELLA CORTESE

La obra de Isabella Cortese *I secreti della Signora Isabella Cortese nequali si contengano cose minerali, medicinale, artificiose et alchimique* es un ejemplo paradigmático de "libro de secretos escrito en lengua vernácula". Isabella Cortese fue una mujer singular en su contexto histórico y social italiano. Fue una mujer de gran cultura, probablemente de familia romana, participó en el debate filosófico " religioso del Cinquecento, en particular en la discusión sobre la naturaleza del alma, el equilibrio entre cuerpo y alma y la importancia de la investigación de los secretos de la naturaleza. Al no tener más datos de su vida personal, interesa analizar su obra.

Se encuentran varios antecedentes de la obra de Cortese en Andrea Livabius (ca.1555-1616) que en su obra en latín *Alchimia* (1597) explicaba el resultado de la combinación de diferentes sustancias, los métodos cuantitativos para formar aleaciones, describía el uso de las balanzas y los pesos y daba instrucciones precisas para construir y usar recipientes de laboratorio. En *Pirotechnia* de Vanoccio Biringuccio (1480-1539) trataba de la naturaleza del fuego y aceptaba que los minerales eran mixtos, pero no compuestos por los Principios del Azufre y Mercurio. Hablaba de la extracción de sustancias medicinales, colores, perfumes, y un número infinito de composiciones de las cosas, con experiencias repetidas. Y en las obras de Girolamo Riscelli, alias Alesso Piamontese, contemporáneo de Cortese cuya primera edición italiana de *I secreti del reverondo donno Alessio Piamontese* se realizó por Valguisi, en Venezia (1555). Isabella Cortese, vivió en el siglo de oro de la minería, posterior a Paracelso (1493-1541) y un poco antes que Johannes Baptista Van Helmont (1577-1644).

El libro de Cortese fue bien conocido en su época, tuvo doce ediciones, desde 1561 a 1677, en Venezia. La ciudad era la capital editorial de la época, pues era más fácil evitar la censura que en otros estados italianos, donde era más rígida. *I secreti della Signora Isabella Cortese* tuvo también tres ediciones alemanas *Verborgene heimliche Kunste und Wunderweke in der Alchymie, Medicin und Chyrurhgia*, Hamburg 1592, 1596 y Frankfurt, 1596. Se pueden localizar algunas de las ediciones de la obra de Cortese en los buscadores electrónicos, ya que se encuentran en los catálogos de libros antiguos.

A título de ejemplo, comentaremos las ediciones de 1561 y 1584. La edición de 1561 de *I Secreti* está dividida en tres apartados, el primero dedicado a los remedios medicinales; el segundo, a lo que hay

llamamos química industrial; y el tercero, a la cosmética. La edición de 1584 *"I Secreti della Signora Cortese"* contiene 420 recetas, más que en la edición de 1561, siguiendo la tendencia habitual en los libros de recetas de la época, que así favorecía una buena comercialización.

La edición de 1584 empieza con una dedicatoria al *Molto Rev. Monseñore Il Signor Mario Chaboga* que transcribo mas adelante. Le siguen doce páginas sin numerar encabezadas con el título *Tavola de I Capitoli de Gli Secreti della Signora Cortese, Libro Primo, Libro Secondo, Libro Terzo i Libro Quarto*, con la relación de títulos de las recetas a dos columnas y la página numerada donde se encuentran. La última página termina con la frase: *I fine della tavola dei capitoli*. A continuación hay 207 páginas con los textos de las recetas y en las páginas 28, 57 y 186 hay dibujos de los instrumentos que se utilizan en las operaciones.

El Libro Primero incluye veintiséis recetas de medicinas para curar la peste, verrugas y diferentes males, y fabricar píldoras. El Libro Segundo recoge unas setenta y cinco recetas para fabricar mercurio, sales, bórax, oro, fundir hierro y otros productos. El Libro Tercero incluye ochenta y dos recetas para fabricar remedios medicinales, recetas de metalurgia y otras como colas, tintes de piel, lavados, barnices, para el dolor de los caballos. El Libro Cuarto es el más extenso, con doscientas treinta y siete recetas de cosmética y para el hogar como perfumes, jabones, tintes de los cabellos y afeites para las mujeres en general.

Las portadas de las ediciones de 1561 y de 1584 son distintas. La edición de 1561 impresa por Giovanni Bariletto en Venezia, presenta una mujer vestida con una túnica larga que coge con la mano izquierda una cinta con unas palabras en latín difíciles de leer. En la mano derecha lleva un objeto que podría ser un espejo o un fanal. La mujer ocupa tres cuartas partes de la página. En la portada de la edición de 1584 de Iacomo Cornetti, la mujer está en un círculo ovalado que ocupa menos de la mitad de la página y con la mano derecha vierte agua de un cántaro a otro que está en el suelo, un símbolo gráfico de la transmisión de conocimiento. En esta edición el título del libro es mas largo y las letras ocupen más de la mitad de la página.

La edición de *"I Secreti della Signora Isabella Cortese"* de 1584 contiene una parte de metalurgia, cosmética y farmacia, además de exposiciones herméticas y simbólicas originales o directamente adaptadas de textos clásicos filosóficos. La farmacopea ayuda a conocer la naturaleza, a revelar los secretos del Universo y las relaciones entre el microcosmos y el macrocosmos. Desde esta perspectiva la farmacopea no se entiende de forma reduccionista como curación de la enfermedad, sino que se orienta hacia la construcción y conservación de la salud, a tutelar la armonía entre la persona y el cosmos, a la dialéctica positiva que la naturaleza produce en su propio interior. En libro Cortese como en la mayoría de libros alquímicos, el formato de recetario, de compendio de *secrets* es la base del éxito que tuvo el libro.

La edición del 1584 *I secreti della Signora Cortese*, empieza con una dedicatoria a su hermano: "Al muy Rever. Monseñor El señor Mario Chaboga, Dignísimo archidiácono de Ragusi", nombre antiguo de la ciudad de Dubrovnik. Probablemente Isabella Cortese buscaba protección ante la Inquisición. El libro de Isabella Corteses no se encuentra en el Index Librorum Prohibitorum, de 1559, establecido por el Papa Paulo IV (1555 -1559), quizás por los buenos oficios del archidiácono de Ragusi. El Sr. Mario Chaboga sería probablemente un mecenas literario y protector eclesiástico ya que le dedicaron otros Libros de Secretos, como por ejemplo, *"Della summa de i segreti in ogni materia. Si per uomini et donne, di alto ingegno, come ancora per medici, et ogni sorte di artefici industriosi et a ogni persona virtuosa accomodate"* de Timotheo Rossello, publicado por Paolo Ugolino, 1601, en Venezia. Un libro contemporáneo a la obra

de Cortese cuya primera edición fue en 1561.

A continuación reproducimos la cita textual de Isabella Cortese, donde utiliza el símbolo & como unión entre las frases:

"Muy Reverendo Monseñor, siendo el hombre de todas las criaturas perfectísimo, & quien retiene en cuanto a su forma esencial mucha similitud con sus factores, & en el que no hay lugar para el ocio, que en el intelecto humano no podrá de ninguna manera, encontrar ociosidad. De quien la especulación, de la que están hechas las ciencias, & y las otras cosas que en el intelecto son natas: De la misma manera, ha nacido para investigar los secretos ocultos de la naturaleza: pero qué digo investigar? cuando el hombre no solamente se contenta con la investigación, sino que busca en todo & y para todo cuando se pone a trabajar, a hacerse embriagar de la natura, además de superarla, mientras intenta hacer aquello, que a la naturaleza le es imposible, y que esto sea verdadero, para sacar los Secretos, que todos los días se dan & vengan a ponerse en ejecución. Consecuentemente, siendo V.S. riquísima en estos Secretos, de los experimentos de la fe, & de aquellos, que ella llevó seca de Hungría, & deseando que nuestra época, si como en todas las otras cosas supera de gran manera la antigua, así en este tema no se puede dejar atrás: he querido dar al mundo los míos, subir la escalera a V.S. pidiéndole, que ella no quiera en este tema ser mas avara que yo: así, si como sus muchas virtudes me superan, así en esto quiera avanzarme. Por ello, no solo quedaré obligadísima, sino que todo el mundo, yo misma disfrutaré por haber sido útil al mundo."

De V.S. afectísima, Isabella Cortese"

(Cortese, 1584, páginas sin numerar delante de la página 1)

## LA ALQUIMIA DIRIGIDA A LAS MUJERES

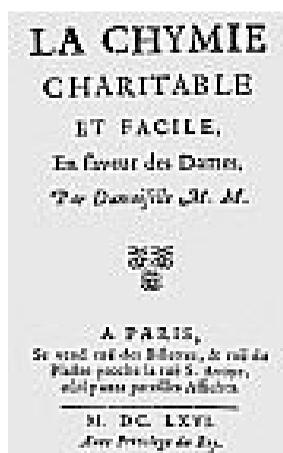
Ya hemos mencionado que la alquimia involucra a personas de orígenes sociales y económicos diferentes, tanto hombres como mujeres. Ya en 1500, Hieronymus Brunschwig en su libro *Book Concerning the Art of Distilling* describe procedimientos aprendidos de las autoridades alquímicas, indicando que están dirigidos a "personas profanas, tanto hombres como mujeres". En 1623, el médico alemán Conrad Khunrath, en *The Best Part of Distillation and Medicine* explica la destilación medicinal, especificando que todo el mundo, hombres y mujeres enferman y deben curarse. Y en 1686, Johann Helfrich Jüngken, dedicó su libro de alquimia a la princesa Elizabetha Amalia Magdalena de Baviera, señalando que la "noble química no es incompatible con el sexo femenino" (Moran, 2005, 53). En esta época la línea entre cocina y farmacia no estaba bien definida y la preparación de medicinas químicas adquirió protagonismo entre las mujeres. En los territorios alemanes, los libros de medicina estaban dirigidos tanto a los "padres de la casa" como a "las madres de la casa" de todos los niveles sociales.

Además, entre la aristocracia, uno de los públicos de la alquimia existía una amplia esfera de atención de cuidado personal y de las otras personas que forma parte de la práctica viva, de la experiencia y de las actividades cotidianas desarrolladas por las mujeres. Las tareas de cuidado se basan en prácticas y conocimientos que han circulado de forma oral y que han sido creados y manipulados por mujeres. Estos

están muchas veces en el origen del saber y la praxis que articulan los textos, aunque no es fácil hacerlos visibles. En el siglo XVII, el ideal de belleza femenina parece ser que era una mujer rubia, de largos cabellos, ojos verdes bajo cejas negras, manos blancas y largas, pies pequeños y poco pecho. Para ello había que utilizar artificios para embellecimiento: aclarar el pelo negro y disimular el busto voluminoso poniéndose una lámina de plomo y fajándose. Se pintaban las cejas con antimonio y se blanqueaban la cara y el escote con soliman. Se aplicaban colorete de color carmín en las mejillas, barbilla, punta de las orejas, hombros y manos.

Durante el siglo XVII verían la luz varios libros sobre temas farmacéuticos y médicos escritos por mujeres. Así vieron la luz el *Manual of Rare and Select Secrets* (1653) de Elizabeth Grey, *Natura Exenterata* (1655) de Alethea Talbot y *The Queen Closet Opened* (1655) de la reina Henrietta Maria, que sin duda tenían ciertos conocimientos de química, en particular de la rama relacionada con la medicina práctica.

No conocemos la fecha de nacimiento de Marie Meurdrac, pero se conservan varios ejemplares de su libro *La Chymie charitable et facile en faveur des dames* (1666), que incluye 291 recetas. La portada del libro *La Chymie charitable et facile en faveur des dames* (1666), indica que la autora es “*Demoiselle M.M.*”, “En París, Se vende en la calle de Billetes & calle de Plastre, cerca de S. Avoye. MDCLXVI Con el privilegio del Rey”.



**Figura 1.** Portada del libro “*La Chymie charitable et facile en faveur des dames*” (1666)

Marie Meurdrac en la Introducción de su libro, después de mostrar el conflicto interior con el sistema de géneros dominante que adscribía a los hombres la actividad científica, sigue diciendo:

“...Por otro lado, me halaga el no haber sido la primera mujer que ha publicado alguna cosa; ya que la mente no tiene sexo y si las mentes de las mujeres fueran cultivadas como las de los hombres, y si se dedicara más tiempo y energía a instruir las desde el principio, después serían iguales que las de los hombres».

Además, esta obra es útil, contiene una cantidad de remedios infalibles para curar las enfermedades, para la conservación de la salud, y diferentes secretos raros de mucho valor para las Damas; no solamente para conservarla, sino también para aumentar las ventajas que han recibido de la Naturaleza; es curioso que enseña fielmente y familiarmente a practicarlos con facilidad; y que sería pecar contra la Caridad esconder

los conocimientos que Dios me ha dado, que pueden ser provechosas para todo el mundo. Este es el único motivo que me ha hecho decidir a dejar que este libro salga de mis manos: yo espero de mi público que me lo agradecerá y que no se limitará tanto a loar la elegancia de mi estilo, que no sería adecuado al tema que yo trato, como a aprovechar mis recetas, para obtener buenos resultados, y ser exacto en las operaciones que decidirá realizar.» (Meurdrac, 1999, 18).

Después de la Introducción, hay una dedicatoria a Madame la condesa de Guiche, firmada por Marie Meurdrac, dos sonetos de elogio a la autora, la aprobación de los Doctores en Medicina de la Facultad de París que dicen que "no han encontrado nada que sea conforme a la razón & a la experiencia". A continuación está una nota "Del Editor al lector".

El índice indica la estructura en Seis Partes del libro, que son la expresión palpable de la relación entre acción y conocimiento, en la obra de Meurdrac. La Primera Parte del libro "Enseñando los Principios, las Operaciones, los Términos, los Vasos, el Recubrimiento de los vasos, los Fuegos, los Hornos y los Pesos que se sirve la Química" consta de diez capítulos numerados del I al X. La Segunda Parte del libro habla de "Los Vegetales" y consta de once capítulos numerados. La Tercera Parte de "Los Animales", en once capítulos, la Cuarta Parte de "Los Minerales y Metales" en once capítulos, la Quinta "Las composiciones para la Salud, en seis capítulos y la Sexta "Las composiciones para el embellecimiento del rostro", en quince capítulos.

La obra de Meurdrac es alquimia práctica por sus técnicas de trabajo, pero a consecuencia de su posición experimentalista se aleja de los principios herméticos difíciles de verificar experimentalmente, sin olvidar la influencia divina. En el Capítulo I de la Primera Parte "De la Sal" Meurdrac se sitúa respecto a los principios alquímicos, diciendo: "La química estudia los cuerpos mixtos divisibles y resolubles sobre los que trabaja, para extraer los Tres principios, que son Sal, Azufre y Mercurio, que se realiza mediante dos operaciones generales, llamadas Disolución y Congelación. Primeramente hablaremos de la Sal como el Padre de la generación, ya que parece que es el que contribuye más a la producción... La sal Fija es la que se convierte en visible por el Arte... La Sal Nitro se encuentra entre la Fija y el Amoníaco... El Amoníaco es el que pasa con el espíritu y el agua en las destilaciones" (Meurdrac, 1666, 28).

En el capítulo IV de la *Primera Parte* "Operaciones de la química" describe los siguientes procesos: Destilación, Sublimación, Rectificación, Sublimación, Calcinación, Filtración, Deseccación, Precipitación, Inclinación, Digestión, Putrefacción y Fermentación. Por ejemplo, en la receta "*Destilación por ascensum*" dice: "Por este motivo los que han dicho que no era necesario utilizar cobre se han equivocado, ya que es imposible hacerlo de otra forma. Además, cada destilación tarda tan poco tiempo en realizarse en estos vasos, que los simples no pueden recibir ninguna mala cualidad, ya que tres horas son suficientes para este efecto. El razonamiento nos haría creer, que las Aromáticas son de naturaleza caliente, que el calor del Baño hirviendo sería suficiente para hacer subir sus Esencias, visto que todas las cosas van hacia su centro, pero la experiencia nos enseña que muy poca cantidad de Esencia se eleva en el Baño.

Para observar el orden que me he prescrito, continuaré, y diré que hacer esta operación, hay que tomar las hojas y las flores de la Aromática que se quiera destilar y llenar el Alambique hasta cuatro dedos cerca de la Boca, si son verdes; si son secas..." (Meurdrac, 1999, 32).

En la receta "*Destilación con arena, limaduras & cenizas*" dice: "Esta manera de destilar es para la cosas que hay que empujar con fuego. Pondréis un dedo de arena, limaduras de hierro, o cenizas en una tarrina, y pasaréis el vaso del Alambique de cristal debajo, donde estarán los jugos de las hierbas que queréis destilar, o las propias hierbas con sus menstrua (disolventes), y lo cubriréis con vuestro capitel de pico, al que añadiréis un recipiente; bien tapado, pondréis la tarrina sobre un trespiés, horno o hornillo". (Meurdrac, 1999, 34). Y añade: "Menstrua es un licor que sirve para ayudar a sacar, a extraer toda clase de espíritus, esencias, tinturas, sales, digerir y corromper todas las cosas que tienen necesidad de humedad. Hay de diferentes tipos... espíritu de vino, espíritu de rosada, de aguas fuertes, jugos de limón, vinagre destilado, agua normal o destilada, según lo que el Arte considere conveniente" (Meurdrac, 1666, 40).

Y en la receta "*Destilación al Baño María*", que será utilizada en varias recetas dice: "Esta destilación se llama con el nombre de la mujer que la inventó, María, la hermana de Moisés, llamada la Profetisa, que escribió el libro titulado Las Tres Palabras. Se hace de la manera siguiente. Tomareis un caldero, en cuyo fondo pondréis un círculo o un Trespiés de la altura de dos dedos, para impedir que vuestro vaso toque el fondo del caldero, pondréis debajo del pico del alambique, lleno hasta las dos terceras partes del licor que queréis destilar, y pondréis el capitel encima, a la altura del cual atareis un cordel a las dos asas del caldero, por miedo que el pote del alambique flote sobre el agua; pondréis un Recipiente, tapareis todas las junturas, y haréis fuego según lo que queráis destilar. Si es Espíritu del vino, que el agua del Baño está tibia; para el agua de Rosas que sea caliente; para el Vinagre que esté hirviendo. El juicio de quién trabajo hace sus reflexiones. Hay calderos hechos expresamente para este uso, llamados Baño María, en lo que se pueden hacer varias destilaciones a la vez. Hay que tener en cuenta que el agua del Baño esté muy cerca de la materia contenida en el vaso: y cuando disminuya, hay que añadirla caliente, para no romper los vasos"(Meurdrac, 1999, 35).

En la Sexta Parte del libro, "Las composiciones para el embellecimiento del rostro", justifica en la Introducción esta parte del libro diciendo: "He añadido esta Parte a mi Libro a favor de las Damas para advertirlas de un infinito número de accidentes que suceden poniéndose cosas en la cara, si no conocen su composición. Yo facilito las operaciones, y me explico lo más claramente que puedo, para enseñarles a hacer las cosas que necesitaran. Escogerán las Aguas y las Pomadas que les serán adecuadas; lo que es bueno para una piel no lo es para otra. Hay que nutrir las pieles delicadas, y las grasas, humedecerlas. Es por ello que es necesario Agua de carne, de leche o pomadas. Para las personas grasas, que tienen una piel aceitosa, hay que desecarla; las aguas son buenas para este efecto, entre ellas hay algunos ácidos como vinagre destilado, jugo de limón, agua de la Reina de Hungría; incluso para las pieles rugosas que hay que limpiar y desgastar, para volver la piel más delicada; a menudo, las aplicarán sobre su rostro al principio para hacer la piel, después la mantendrán, y la nutrirán con cualquier agua, o pomada, tal como lo juzguen conveniente. Especialmente aviso a las Damas para que pongan en sus composiciones para la cara, la menor cantidad de Alcanfor posible; pues estropea y provoca la pérdida de los dientes, y causa muchas congestiones. El Mercurio, el Sublimado, y el Estaño de hielo, aconsejo no utilizarlos para nada; además de destruir la belleza facial cuando se usan durante largos períodos, producen enfermedades peligrosas que a veces son incurables: por este motivo, las Damas deben tener cuidado [en su uso]. Doy además una cantidad de secretos y operaciones para el embellecimiento tanto para los cabellos, dientes y manos, que para conservar los guantes, los pañuelos y las tocas de día y de noche y hacer los forros de la máscara.

Doy también el método para preparar tisanas para engordar, dormir y conservar la gordura" (Meurdrac, 1687,190). El "Sublimado" es el Cloruro de Mercurio (II) y el "Estaño de hielo" es el Bismuto actual. Meurdrac advertía del carácter venenoso de muchas sustancias empleadas hasta entonces en cosmética, tal como el blanqueador de piel que contenía sublimado corrosivo (HgCl<sub>2</sub>).

Algunos títulos de recetas de la Sexta Parte ayudan a comprender el enfoque del capítulo. Hay que señalar que en los títulos Cortese también utiliza el símbolo & como unión entre las frases. "Aguas simples destiladas para el embellecimiento del rostro, Agua de carne, Agua para conservar y blanquear el color de la cara, Agua de manteca de cerdo, Agua contra las rojeces del rostro, & que limpia el cuero, Agua para las pieles toscas, Agua que limpia el oscurecimiento, & quita las rojeces del rostro, Agua contra las culebrillas<sup>1</sup> harinosas, & desniveles o asperezas de la piel, & que une la piel del rostro, Agua contra los afeites del rostro, Agua para las pieles amarillas & biliosas, Agua contra las cicatrices & marcas de la pequeña viruela, Agua para fortificar, & embellecer todo el cuerpo, Agua para lavar & nutrir las pieles que habrán sido corroídas por el agua precedente, Agua que blanquea el rostro, & que quita las manchas sin corrosión, que se puede usar sin peligro, aceite de talco, Agua de Talco, Pomada de cabrito, Pomada para tener la piel fresca & lisa, Pomada para nutrir la piel & contra las marca de la pequeña viruela, Pomada excelente que se hace en el mes de Mayo, Pomada de pies de cordero, Pomada contra las arrugas del rostro, Otra pomada muy fácil contra las arrugas & pecas del rostro, Pomada contra las grietas o hendiduras que salen en los labios & en las manos, Agua que quita la morenez del Sol, & contra el oscurecimiento del frío, Para hacer Carmín, Pañuelos para el rostro, Hiel de ternera para usar. Como la preparan en Montpellier, Cofias amarillas de día, Tintes para hacer el pelo rubio, dos para hacerlo negro, Pasta para hacer los cabellos rubios, castaños & negros por un mismo medio,".

## DOS SIGLOS CON LAS OBRAS DE MARIE FOUQUET

El último texto que comentamos podría ser uno de los que obtuvo más difusión de los manuales de alquimia artesanal y doméstica, pues fue un éxito editorial durante dos siglos.

Su autora, Marie de Maupeou Fouquet, vizcondesa de Vaux (1590-1681), fue hija de Gilles de Maupeou, controlador general de finanzas, señor d'Ableiges, y de Marie Morély. Según las fuentes, tuvo de dos o doce hijos, con François IV Fouquet, vizconde de Vaux, marqués de Belle-Île, Consejero de Estado en el Parlamento de París y socio de la *Compagnie des îles d'Amérique*. El nombre del Duque de Belle Isle se encuentra en el título de las ediciones de Salamanca y Valladolid de 1750 y en el prólogo de la edición valenciana de 1872, donde se dice: "Vivió en Francia en el sobredicho siglo una Matrona, llamada Madama Fouquet, Muger que fue de un Presidente de París, y Abuela de aquel Monsieur de Belle Isle que estuvo prisionero en Londres el año de 1745 y al presente destinado a comandar en jefe el ejército francés en la Italia. Esta Señora inflamada de una ardiente caridad para con lo pobres, y miserables enfermos, y juzgando que no podía hacer , ni mas noble, ni mas interesado empleo de sus caudales, y bienes de fortuna que el Señor tan largamente havia depositado en sus manos, que al expenderlos en alivio y socorrote la caridad de los probrecitos, y curación de sus males, formó el designio tanto de diligenciar y adquirir por cualquier precio (aunque fuesse el más excesivo) aquellos secretos y arcanos mas seguros, y ciertos de la Medicina ...para acreditar en el arte su pericia (Fouquet, 1750)<sup>2</sup>."

<sup>1</sup> Culebrilla: nombre popular de una enfermedad cutánea de la familia del herpes

<sup>2</sup> En los textos citados de los manuscritos originales se mantiene la ortografía original de la época

La edición del libro de Marie Fouquet de 1676, se hizo con el título "*Recueil des remèdes faciles et domestiques choisis et expérimentés et très approuvés, pour toutes sortes de maladies recueillies par les ordres charitables de l'illustre et pieuse Madame Fouquet, pour soulager les pauvres malades*".

La edición de Jean Certe, en Lyon de 1685 añade al título la mención explícita a los males internos y externos: "*Remedes charitables de Madama Fouquet pour guerir a peu de frais Toute sorte de Maux tant internes qu'externes inveterés, & qui ont passé jusqu'à present pour incurables. Experimentez par la même Dame: Et augmenté dans cette dernier Edition de la Methode qu'on pratique a l'Hôtel des Invalides pour guerir aux Soldats de la Verole*".

El libro de Marie Fouquet se extendió rápidamente por Europa, y fue reimpresso en varias ediciones. En Italia "*Secreti overo Rimedi di Madama Fochetti. Per sanare con poca spesa ogni sorte d'Infermità Interne, ed Esterne, Invecchiate, e passate sino al presente per Incurabili. Sperimentati dalla medesima Dama. Et in questa nuova impressione aggiuntavi la Terza Parte*".



**Figura 2.** Portada de las Obras Medico-Quirúrgicas de Madama Fouquet, (1687)

Las ediciones españolas de 1750 en Valladolid y en Salamanca, llevan el título de "*Obras Medico Chirurgicalas de Madama Fouquet, Economía de la Salud del Cuerpo Humano: ahorro de médicos, cirujanos y botica: prontuario de secretos caseros faciles y seguros, en la práctica, sin cifras Médicas, para que todos pueda usar de ellos en bien de los pobres, y Enfermos. Sacados y comprados de todos los médicos, y cirujanos más famosos de toda la Europa, con la solicitud y caudales de esta insigne matrona (Abuela del mariscal de Francia Mr. El Duque de Belle-Isle bien célebre en nuestros tiempos) para curar en sí misma en los pobres todo género de males, aun los que hasta ahora han sido tenidos por incurables. Segunda Impresión. Y todo se comunica al público para mayor gloria de Dios, y beneficio de los pobres enfermos. Tomo II que contiene los remedios de las dolencias externas*". En resumen, se han contabilizado cincuenta ediciones de Madama Fouquet en francés, dieciséis en italiano, dos en alemán, tres en portugués y seis en español.

Las Obras de Madama Fouquet atravesaron las fronteras hasta el continente americano. Se encuentra un ejemplar de la edición de Salamanca, (1750) en la tienda del vendedor de libros de la ciudad de México,

Felipe Pérez del Campo, en 1764, según consta en el expediente de difuntos.

En su manual, Madama Fouquet menciona como única referencia teórica la teoría galénica de los humores. En el Capítulo "De los humores que se encuentran en el cuerpo humano" dice "El cuerpo humano se compone de cuatro humores; a saber, de *Sangre, Cólera, Flema & Melancolía*, cuyos cuatro humores son hijos de los cuatro elementos con quienes se simbolizan.

Primeramente el aire es cálido y húmedo; la sangre también es cálida y húmeda.

El *fuego* es cálido y seco; el *cólera* es también cálido y seco.

El *agua* es fría y húmeda; la *flema* es también fría y húmeda.

La *tierra* es fría y seca; la *melancolía* es también fría y seca".

Las obras de Fouquet tratan afecciones que van desde el mal de muelas, con ingredientes como azúcar, cenizas, miel y pimienta, hasta la autocuración de verrugas, donde utiliza con éxito una mezcla de vitriolo y ácido sulfúrico, hasta la gangrena que podía ser cortada por aplicación de hojas de zumaque molido con miel y vinagre. Fouquet proporciona una variedad de curas para la plaga bubónica, las erisipelas, y la hidropesía, así como para los cortes, cardenales y los problemas del embarazo. En la descripción de las recetas hay elementos prácticos muy útiles y experimentados.

A título de ejemplo, la edición de 1685 incluye unas veinte recetas específicas ligadas al ciclo de vida femenino. Algunos títulos son: "Emplasto contra todo tipos de llagas, especialmente contra los males de senos"; "Emplasto contra las úlceras de las mamas", "Emplasto soberano para los males de matriz y muchos otros"; "Receta para reducir un tumor, y para impedir que no se perfore sobre todo en los senos de las mujeres", "Manera de abrir las mamas", "Para las grietas de las mamas", "Receta para las mujeres encinta que se caen a menudo", "Ungüento para el seno de las mujeres hinchado & tumefacto, por la leche grumosa que hay dentro, o hay temor de cualquier cáncer", "Receta para consolar a las mujeres de parto que tienen demasiada leche", "Emplasto Soberano contra el mal de Matriz", "Receta para apaciguar el mal de Matriz", "Receta contra los Sofocos de Matriz", "Receta contra las Úlceras de Matriz", "Vino que purifica la sangre, elimina los humores grasos & viscosos, seca la matriz & elimina las flores blancas", "Receta para hacer un parto rápido en una mujer que tiene dificultades con un Niño", "Para hacer salir la matriz previa, Receta aprobada" y "Receta contra los cortes de las Mujeres que acaban de parir".

En resumen, los últimos trabajos han ensanchado los límites de la historia de la ciencia para incorporar diferentes tipos de personas, lugares y cosas, introduciendo una riqueza, que a veces llega al caos y dificulta tejer de forma conjunta toda esta variedad en una sola narrativa sobre el crecimiento de la ciencia en la primera edad moderna. Y este es un punto de interés. La alquimia suministra un nexo de intersección entre campos de conocimiento y técnicas de investigación y reúne elementos de la vida social e intelectual que conectan dinámicas de género, arte, mecenazgo y comercio en el proceso de construcción del conocimiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cortese, I. (1561) *I secreti della signora Isabella Cortese: ne quali sicontengono cose minerali, medicinali, artificiose & alchimiche & molte de l'arte profumatoria, appartenenti a ogni gran Signora.* (1999) Napoli: Massa

- Fouquet, M. (1872) *Economía de la Salud del Cuerpo Humano. Prontuario de Secretos Caseros, fáciles y seguros, sacados y comprados de los médicos y Cirujanos más famosos de toda Europa, con la solicitud y caudales de la dicha insigne Matrona, para curar por sí misma en los pobres todo género de males, aún los que hasta ahora han sido incurables*. Valencia: Juan de Mariana y Sanz.
- Meurdrac, M. (1687) *La chymie charitable et facile en faveur des dames* (1999) Paris: CNRS
- Moran, B. T. (1991) *The alchemical world of the German court: occult philosophy and chemical medicine in the circle of Moritz of Hessen (1572-1632)* Stuttgart: Franz Steiner Verlag
- Moran, B. T. (2005) *Distilling knowledge. Alchemy, Chemistry, and the Scientific Revolution*. Cambridge, Harvard University Press.
- Nummedal, T. (2011) *Words and Works in the History of Alchemy*. Isis, 102,330-337
- Solsona-Pairó, N. (2009) *El uso didáctico de textos históricos en clase de química*, en Quintanilla, M. (ed) *Unidades Didácticas en Química y Biología*. Santiago de Chile: Conocimiento, 181-206.

## ***Informaciones y novedades***



### **XVI REUNIÓN DE EDUCADORES EN LA QUÍMICA**

**Bahía Blanca, 4 al 6 de septiembre de  
2013**



### **XVI REUNIÓN DE EDUCADORES EN LA QUÍMICA, XVI REQ**

En la ciudad de Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires, teniendo como sede la Universidad Nacional del Sur (Res. CS-329/13), durante los días 4, 5 y 6 de septiembre de 2013, se celebró la XVI Reunión de Educadores en la Química.

Organizada por la Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química de la República Argentina (ADEQRA) y el Departamento de Química de la Universidad Nacional del Sur (Res. CD-05413), fue declarada de interés educativo por el Ministerio de Educación de la Nación a través de la Secretaría de Educación (Res N° 795/SE/13) y la Secretaría de Políticas Universitarias (Res. N° 1737/SPU/13). Contó con el auspicio de la Subsecretaría de Gestión Educativa y Coordinación Pedagógica el Ministerio de Educación de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Res. N° 1071/13) y del Instituto de Química del Sur (INQUISUR) - CONICET – UNS - Bahía Blanca. Asimismo, el evento fue declarado de Interés Municipal por el Honorable Concejo Deliberante de la ciudad de Bahía Blanca (Decreto N° 1606/13) y propiciado por la Secretaría de Cultura y Extensión de la Universidad Nacional del Sur y el Consejo de Enseñanza Media y Superior (CEMS) de la Universidad Nacional del Sur.

La reunión contó con la presencia de destacados conferencistas de renombre nacional e internacional que disertaron sobre temas de interés para todos los asistentes.

La conferencia inaugural estuvo a cargo del Dr. Vicente Talanquer, Profesor en el Departamento de Química y Bioquímica de la Universidad de Arizona, Tucson, Arizona, Estados Unidos. Su investigación se centra en la caracterización de la sofisticación conceptual y los modos de razonamiento de los estudiantes de química. También investiga el desarrollo de nuevas maneras de conceptualizar el currículo de química y la enseñanza de esta disciplina.

De nuestro país disertaron: la Dra. Lydia Galagovsky, el Dr. Galo Soler-Illia, la Dra. M. Rosario Soriano, la Dra. María Joselevich, el Dr. Andrés Raviolo, el Dr. Enrique Bambozzi, la Mg. Ana María Malet y el Ing. Eduardo Pérez Millán.

Destacamos la videoconferencia realizada por el Ministro Gustavo Zlauvinen Director y Secretario Ejecutivo de la Autoridad Nacional para las Armas Químicas (ANCAQ) del Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto de la Nación, acerca del Proyecto Nacional sobre Educación en el Uso Responsable del Conocimiento Químico.

La XVI REQ convocó alrededor de 200 participantes que concurrieron de distintos puntos de nuestro país y del extranjero. Asistieron docentes, alumnos de posgrado y alumnos de pregrado de todos los niveles educativos, como así también autoridades e invitados especiales.

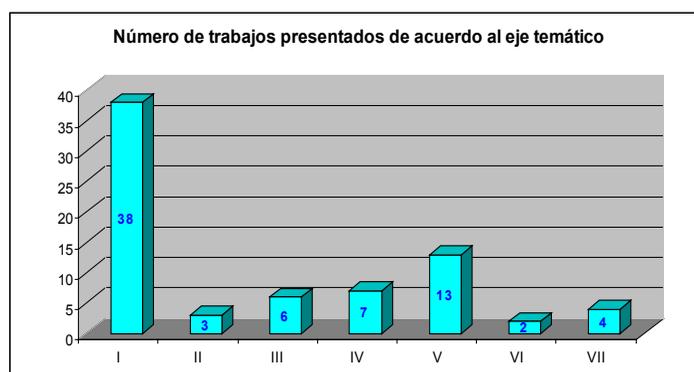
Estuvieron representadas la mayor parte de las provincias argentinas de acuerdo a la siguiente distribución porcentual: Buenos Aires 29%, Ciudad Autónoma de Buenos Aires 10%, Chubut 9%, Río Negro 7%, Neuquén 7%, Santa Fe 6%, Salta 6%, San Juan 5%, Chaco 4%, Tucumán 3%, La Pampa 3%, Corrientes 2%, Entre Ríos 2%, Córdoba 2%, Santiago del Estero 2%, Catamarca 2%, Jujuy 1% y Mendoza 1%.

El Comité Científico, estuvo integrado por 31 investigadores nacionales e internacionales de reconocida trayectoria, que con profesionalismo y dedicación evaluó cada uno de los 73 trabajos aceptados, de acuerdo a los siete ejes temáticos establecidos:

- I** Estrategias curriculares, didácticas y metodológicas para la Enseñanza de la Química en diferentes niveles educativos
- II** Articulación entre la enseñanza preuniversitaria y universitaria de la Química.
- III** Evaluación de los aprendizajes en Química.
- IV** Avance de la Química y la tecnología:
  - a) Nuevas tecnologías, b) Química sustentable c) Otras
- V** Investigación educativa en Química
- VI** Aprendizaje de la Química en contextos no formales
- VII** La Historia y la Filosofía de la 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.

El número de trabajos presentados en formato póster en cada eje temático puede verse representado en el siguiente gráfico:



Los trabajos completos pueden consultarse en las **Actas de la XVI Reunión de Educadores en la Química** (con referato) editadas por la Editorial de la Universidad Nacional del Sur (EdiUNS) en formato CD, ISBN 978-987-1907-49-6, las cuales fueron entregadas a cada uno de los participantes.

Dichas Actas contienen además los resúmenes de las Conferencias, Mesas Redondas, Talleres y los datos de contacto de los autores.

En el marco de la XVI REQ se dictaron, en simultáneo, 15 Talleres de temáticas variadas que brindaron un espacio de capacitación, actualización y formación continua a Docentes de Química y Ciencias Naturales de todos los Niveles Educativos como así también a Alumnos de Profesorados afines.

Los talleres se llevaron a cabo durante las tres jornadas y en todos los casos, contaron con una concurrida asistencia de participantes.

El detalle de los Talleres de Capacitación dictados puede consultarse en la siguiente tabla:

<b>Talleres de Capacitación</b>		
<b>Taller N°</b>	<b>Título del taller (duración)</b>	<b>Coordinador/es</b>
<b>T1</b>	Las fibras textiles y las biomoléculas: proteínas, glúcidos y lípidos (6h)	Adriana Fernández Moure
<b>T2</b>	Creación colaborativa con googlesites (3h)	Diana Bekerman
<b>T3</b>	Enseñar química en contexto (3h)	María Angélica Di Giacomo, Liliana H. Lacolla
<b>T4</b>	La reconstrucción histórica y la naturaleza de la ciencia en los libros de texto (6h)	Andrea S. Farré, M. Gabriela Lorenzo
<b>T5</b>	Taller de sustentabilidad creativa (3h)	Marcia García Guerra
<b>T6</b>	La construcción de una explicación en química mediante los modelos corpuscular y argumental (6h)	Cristina S. Rodríguez, Mabel Santoro
<b>T7</b>	La química en la escuela secundaria y los núcleos de aprendizaje prioritarios (NAP) (3h)	Marta Bulwik
<b>T8</b>	Diseñando unidades didácticas en química (3h)	Rubén Eduardo Domínguez
<b>T9</b>	Química y NTICX. ¿Una mezcla o una solución? (6h)	María Gabriela del Rosario Muñoz, Gabriela Mohina, Rosa María Haub.
<b>T10</b>	Repensando la enseñanza de la química... (6h)	Adriana Rocha, Adriana Bertelle,
<b>T11</b>	"Manos en la ciencia" (3h)	Guillermo Sisul (DOW Argentina)
<b>T12</b>	"Quimicuentos". Propuesta interdisciplinaria de enseñanza de la química cotidiana. (3h)	Sandra A. Hernández, María Cecilia Borel, Ana Eugenia Sanna
<b>T13</b>	Facilitar el aprendizaje: POGIL Taller aplicado a solubilidad (8h)	M. Rosario Soriano
<b>T14</b>	Elaboración de licores (3h)	Stella M. González
<b>T15</b>	Pura espuma: <i>jeste producto limpia limpisimo!</i> (6h)	Ma. Amalia Beltrán, Lina Mellado

Como parte del encuentro, un comité de selección, distinguió ocho trabajos. Tres fueron premiados por su carácter innovador y cinco de ellos recibieron mención por la implementación de las orientaciones didácticas actuales, en cursos de química de distintos niveles educativos.

En la XVI REQ, fue nuestro anhelo el intercambio de vivencias, opiniones y saberes que sin duda contribuyeron al enriquecimiento mutuo. Esperamos haber ayudado a promover en los estudiantes de formación docente la participación en este tipo de eventos que les permitirán acercarse a la realidad áulica y aportar a su formación continua.

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.

Permítanme, en nombre del Comité Organizador de la XVI REQ y en el mío propio agradecer, en primer lugar, el apoyo del Señor Rector de la Universidad Nacional del Sur, Dr. Guillermo H. Crapiste, de la Vice Rector Mg. María del Carmen Vaquero y de la Directora – Decana del Departamento de Química Dra. María Susana Rodríguez y su equipo de colaboradores.

Hacemos extensivo el agradecimiento a las autoridades de ADEQRA, representadas por su presidente, Prof. Estela Zamudio; a los docentes – investigadores del Dpto. de Química de la UNS, integrantes del Comité Organizador de la XVI REQ y a los colaboradores que con gran dedicación hicieron posible que la Reunión se desarrollara de manera exitosa; a nuestros auspiciantes, por apoyar y valorar la Educación en Química; a las instituciones y empresas que colaboraron económicamente, por ayudarnos en la tarea de transmitir el saber científico en general y de la Enseñanza de la Química en particular.

Asimismo, queremos mencionar muy especialmente el esfuerzo realizado por todos los asistentes que llegaron de distintos puntos del país y del extranjero permitiendo estrechar vínculos tendientes al mejoramiento de la enseñanza y el aprendizaje de la Química en todos los niveles de la educación.

MUCHAS GRACIAS por ayudarnos a cumplir ampliamente las expectativas respecto de la XVI Reunión de Educadores en la Química.

**Dra. Sandra A. Hernández**  
**Presidente Comité Organizador XVI REQ**

---

En las páginas [www.adeqra.com.ar](http://www.adeqra.com.ar) y [www.educacionenquimica.com.ar](http://www.educacionenquimica.com.ar) se pueden ver las presentaciones de los diferentes conferencistas y algunas fotos de diferentes momentos de la REQ XVI

---

## ***Informaciones y novedades***

### **LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EN EL MUNDO: INFORME DE DOS CONGRESOS**

**M. Gabriela Lorenzo**

Coeditora EdenlaQ

**Ignacio J. Idoyaga**

*Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires*

[iidoyaga@ffyb.uba.ar](mailto:iidoyaga@ffyb.uba.ar)

La consolidación de la didáctica de las ciencias como área de investigación científica adquiere su mayor esplendor en dos encuentros internacionales que se celebran en el continente europeo. El primero de ellos es la reunión organizada por la Asociación Europea de Investigación en Educación en Ciencias (ESERA - European Science Education Research Association) y el Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias organizado por la Revista Enseñanza de las Ciencias. Durante el pasado mes de septiembre de 2013 se celebraron ambas reuniones en donde tuvimos el privilegio de participar.

#### **ESERA Conference 2013 (<http://www.esera2013.org.cy/>)**

Desde su fundación en abril de 1995 durante la celebración de la European Conference on Research in Science Education en Inglaterra, la asociación ha concretado diez conferencias, en diferentes ciudades, siempre en el continente europeo.

La realizada durante este año, del lunes 2 al sábado 7 de septiembre, tuvo lugar en la ciudad de Nicosia, capital de la isla mediterránea de Chipre, localizada en el extremo sudeste de Europa. La sede del evento fue la Universidad de Chipre, fundada en 1989.

La conferencia contó con algunas actividades especialmente programadas:

Cuatro conferencias centrales, que se dictaron al caer el sol y al aire libre debido a las especiales circunstancias de la región. Los disertantes fueron:

- Louise Archer - Why 'liking science' is not enough: Understanding young people's science and career aspirations
- Hans Ernst Fischer - The matter of trustworthiness in research on science education
- Andrée Tiberghien - How does knowledge live in a classroom?
- Brian Hand - Building understandings of the role of language in science classrooms



**Imagen 1.** Patio central de la Universidad de Chipre donde se celebraban las conferencias centrales.

También se organizaron quince simposios por invitación con el objetivo de brindar información sobre las principales líneas editoriales de las publicaciones del área como International Journal of Science Education, Journal of Research in Science Teaching, Chemistry Education Research and Practice y Studies in Science Education. En forma simultánea se comentaron los avances y posibles confluencias con otras organizaciones con inquietudes similares tales como NARST (National Association Research in Science Teaching) de los Estados Unidos y EASE Symposium: Research Updates from the East-Asian Region.

**Tabla 1.** Programa sintético de la ESERA Conference 2013

	Monday 2nd Sept	Tuesday 3rd Sept	Wednesday 4th Sept	Thursday 5th Sept	Friday 6th Sept	Saturday 7th Sept
09:00- 11:00		Pre-Conference Workshops	Session C Symposia	Session G Papers	Session J Symposia	Session M Symposia
11:00- 11:30		9:00 - 13:00 Developing Quality Reviews for JRST	Coffee/tea	Coffee/tea	Coffee/tea	Coffee/tea
11:30- 13:00		08:15 - 10:30 Workshop of the SIG "Video-based research of teaching and learning processes"	Session D Summer School Posters	Session H Posters and Workshops	Session K Posters and Workshops	Keynote Address Brian Hand ----- Research & Policy Panel (until 13:30)
13:00- 14:00		10:30 - 13:30 Video Analysis for Research	Lunch	Lunch	Lunch	Closing Ceremony
14:30 -16:30	Pre-Conference Environmental Field Trip (until 20:30)	Session A Symposia	Session E Papers	Session I Papers	Session L Papers	Aperitif
16:30- 17:00		Coffee/tea	Coffee/tea	Coffee/tea	Coffee/tea	

17:00-19:00	Registration Main Conference	Session B Papers	Session F Papers	General Assembly (Main Hall)		ESERA EC Meeting (16:00-19:00)
19:00-20:00		Opening Ceremony (until 19:30)	Keynote Address Hans Ernst Fischer	Departure Conf. Dinner (19:00)	Keynote Address Andree Tiberghien	
20:00-21:00		Keynote Address Louise Archer	SIG Meetings: SIG1: A008 SIG2: A009 SIG3: A020	Conference Dinner		
		Reception: University of Cyprus	Early Career Researchers Reception			

Los temas centrales sobre los que discurrió la conferencia fueron la formación de profesores, el lenguaje y los sistemas externos de representación, y la investigación en didáctica de las ciencias como área específica de conocimiento. Como en otras oportunidades, los estudiantes que participan en la Escuela de Verano de la Asociación (ESERA Summer School) dispusieron de un espacio particular para la exhibición de sus trabajos en formato poster.

Todos los asistentes tuvieron la oportunidad de participar, además de las actividades expuestas, en una oferta de trece sesiones de trabajo: presentaciones de papers, simposios, posters, workshops. En forma paralela a la conferencia central se celebraron reuniones específicas de grupos de trabajo (SIG, Special Interest Groups), asamblea general de la asociación, reuniones sociales. Por supuesto, no podían faltar los eventos sociales: los almuerzos compartidos y la recepción al aire libre en el patio y los jardines de la Universidad, el coctel de bienvenida en la histórica puerta de Famagusta en la Muralla Veneciana y la Cena de Camaradería, en los jardines exteriores de la Muralla de la antigua ciudad.

Cada una de las sesiones indicadas de la A a la M en el programa, ¡contenía hasta veintiuna propuestas simultáneas! En diferentes aulas se congregaban alrededor de cuatro ponencias, en el caso de los simposios y entre siete y ocho trabajos en las sesiones de papers que se discutían como ponencias orales. Los posters fueron discutidos bajo una modalidad de presentación interactiva y hubo además seis talleres o workshops en los que se realizaron presentaciones tecnológicas o se discutieron algunos aspectos metodológicos de la investigación en didáctica de las ciencias.

Argentina estuvo representada por sólo cuatro de nosotros: la Dra Silvia Porro, de la Universidad Nacional de Quilmes, el Dr Agustín Adúriz Bravo, de la Universidad de Buenos Aires, la Dra. Norma González, de la Universidad Nacional de La Plata y quien suscribe. Entre los latinoamericanos vinculados a la educación química se destacó la presencia de un importante grupo de colegas de Brasil, entre ellos el Dr. Eduardo Mórtimer, y de México, con las Dra Kira Padilla y el reconocido Dr. Andoni Garritz, de la Universidad Nacional Autónoma de México.



**Imagen 2.** a) Nuestra coeditora con la reconocida investigadora Sibel Erduran. b) Argentinos compartiendo con colegas en la Puerta de Famagusta

## **IX Congreso Internacional Sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias ([www.congresoenseciencias.com](http://www.congresoenseciencias.com))**

El Congreso Internacional Sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias es organizado cada cuatro años por Revista Enseñanza de las Ciencias (ISSN -en línea-: 2174-6486 ISSN -papel-: 0212-4521) dependiente de la Universidad Autónoma de Barcelona y la Universidad de Valencia.

Desde la publicación de su primer número, en marzo de 1983, la revista Enseñanza de las Ciencias se ha consolidado como un punto de referencia obligado, especialmente entre los profesionales del campo de la enseñanza de las matemáticas y las ciencias experimentales de España e Iberoamérica. En efecto, la revista es actualmente uno de los más importantes vehículos de comunicación tanto de las investigaciones que se realizan en el ámbito iberoamericano, como de los investigadores de otros países que han podido, a través de ella, dar a conocer sus trabajos al público de habla hispana.

La Revista Enseñanza de las Ciencias se encuentra indexada en las bases de datos siguientes: CSIC (ISOC), Consejo Superior de Investigaciones Científicas; CREDI (OEI), Centro de recursos documentales e informáticos de la Organización Estados Iberoamericanos; RERCE, Red de Revistas Científicas de Educación; LATIDEX, Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal; SCCI, Social Sciences Citation Index, entre otras. Su índice de impacto alcanza el 0.131 estando ranqueada en la posición 172.

Al igual que la Revista el Congreso se ha instalado con el evento científico más importante del área en habla Hispana.

En su novena edición el Congreso se realizó entre los días 9 y 12 de septiembre del corriente año en la Ciudad de Gerona de la Comunidad Autónoma de Cataluña en el Reino de España. La sede del evento fue la Universidad de Gerona (UdG).

La Universidad de Gerona (Girona en catalán) cuanta con antecedentes que datan del año 1446, pero su historia institucional se vio interrumpida en varios periodos. En el año 1967 se crea el Colegio Universitario de Gerona, adscrito a la Universidad Autónoma de Barcelona; en 1991, se crea formalmente la UdG

fruto de la fusión del Colegio Universitario y de la Escuela Politécnica perteneciente anteriormente a la Universidad Politécnica de Cataluña. Actualmente, la Universidad de Gerona cuenta con más de 13.000 estudiantes y 1.200 profesores, organizados en diecisiete centros que conforman sus nueve facultades distribuidas en tres campus.

El Congreso de este año contó con 681 comunicaciones, 259 en formato de póster, 336 como presentación oral, 86 integrando los 19 simposios y 8 en forma de interludio. Las comunicaciones fueron aportadas por representantes de 13 países, 364 correspondían a autores brasileños, 173 a españoles, 27 a argentinos y el resto a delegaciones de Chile, Colombia, Alemania, Francia, México, Turquía, Portugal, Inglaterra y Venezuela.

Entre los principales temas abordados en las comunicaciones se encuentran: Formación inicial y permanente del profesorado (167 comunicaciones), Diseño, implementación y evaluación de propuestas (78 comunicaciones), Educación científica en contexto (70 comunicaciones), Complejidad e interdisciplinariedad (22 comunicaciones) y Educación científica en entornos virtuales (18 comunicaciones).

Analizando las comunicaciones respecto al nivel educativo al que corresponde la problemática abordada se observa que el 22% corresponde a la Formación de profesorado, el 20% al nivel superior, el 35% a educación media y el 23% restante a educación a lo largo de la vida, educación primaria, educación infantil, entre otros.

Durante el Congreso se desarrollaron tres mesas redondas:

1. Investigación y transferencia de conocimiento
2. Educación científica a lo largo de la vida
3. Educación científica en contexto

Así mismo tuvieron lugar cuatro conferencias plenarias:

1. Los retos de las áreas de conocimiento ante el actual contexto universitario (Ana M<sup>a</sup> Geli)
2. La vinculación entre educación científica y sociedad: Las cuestiones socialmente vivas (Isabel Martins)
3. Potential of Research in Science Education for Professional Development of Science Teachers? (Manuela Welzel-Breuer)
4. Las emociones en la investigación en Didáctica de las Ciencias (Vicente Mellado)

En suma, el IX Congreso Internacional Sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias reunió a los principales referentes del área y convocó a más de mil participantes bajo el lema "Un Compromiso con la Sociedad del Conocimiento"



**Imagen 3.** a) Ciudad de Girona. b) Conferencia de cierre a cargo de Vicente Mellado, presentada por Carles Furió. c) Sesión de posters. d) Universidad de Girona

## **CONGRESOS, JORNADAS Y SEMINARIOS DE AQUÍ Y ALLÁ... LO QUE QUEDA DEL 2013 Y 2014**

*Informe elaborado por Bioq. Andrea Farré, Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica, CIAEC, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires.*

### **CUARTO ENCUENTRO DE INNOVADORES CRÍTICOS**

*"Las prácticas reflexivas en la enseñanza de las ciencias biológicas. Caminos innovadores para la inclusión con calidad"*

Organizado por la Asociación de Docentes en Ciencias Biológicas de la Argentina (A.D.Bi.A.) -a través de su Filial N° 7- con la colaboración del Instituto de Investigaciones del CEFIEC -Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias-Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (Universidad de Buenos Aires).

21 al 23 de noviembre de 2013, Buenos Aires, Argentina.

<http://congresosadbia.com/ocs/index.php/innovadores4/4inno> o <http://www.adbia.org.ar/>

### **OCTAVAS JORNADAS UNIVERSITARIAS DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES, 8<sup>vas</sup> JUCEN**

*"Educación en la Ciencia y la Tecnología"*

Organizadas por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Catamarca 2 y 3 de Diciembre 2013, Catamarca, Argentina.

[jucen\\_educ@yahoo.com.ar](mailto:jucen_educ@yahoo.com.ar), [www.exactas.unca.edu.ar](http://www.exactas.unca.edu.ar)

## **PRÓXIMOS EVENTOS**

### **VIII CONGRESO INTERNACIONAL DIDÁCTICAS DE LAS CIENCIAS Y XIII TALLER INTERNACIONAL SOBRE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA 2014**

Organizado por el Ministerio de Educación de la República de Cuba.

24 al 28 de marzo de 2014, La Habana, Cuba.

Fechas de interés:

Presentación de trabajos: 1 de abril al 30 de noviembre del 2013

Inscripción: 1 de abril al 30 de noviembre del 2013

<http://www.excelenciastravel.com/EventDetails.aspx?id=1651&booking=true> y

<http://www.pedsoc.rimed.cu/FTP/articulos%20pdf/convocatorias/VIII%20Congreso%20>

[Internacional%20Did%C3%A1cticas%20de%20las%20Ciencias.pdf](http://www.pedsoc.rimed.cu/FTP/articulos%20pdf/convocatorias/VIII%20Congreso%20Internacional%20Did%C3%A1cticas%20de%20las%20Ciencias.pdf)

### **VIII CONGRESO IBEROAMERICANO DE DOCENCIA UNIVERSITARIA Y DE NIVEL SUPERIOR**

*"La construcción de saberes acerca de la enseñanza: un desafío para la docencia universitaria y de nivel superior"*

Organizado por la Facultad de Humanidades y Artes, Universidad Nacional de Rosario.  
21 al 23 de abril 2014, Rosario, Argentina.  
10 de diciembre de 2013: Cierre de inscripción  
<http://www.iberoamericano2014.unr.edu.ar/>

### **CUARTAS JORNADAS DE INGRESO Y PERMANENCIA EN CARRERAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS**

Organizada por la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario.

14 al 16 de mayo de 2014, Rosario, Argentina.

Fechas importantes:

Presentación de Resúmenes: hasta 02 de diciembre de 2013

Inscripción temprana hasta 26 de febrero de 2014

Presentación de trabajos completos: 19 de febrero de 2014

<http://www.fceia.unr.edu.ar/ipecyt2014/>

### **SCIENCE EDUCATION RESEARCH AND EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (ESD) y 22<sup>ND</sup> SYMPOSIUM ON CHEMICAL AND SCIENCE EDUCATION**

Organizado por el Department of Biology and Chemistry, Institute for Science Education, University of Bremen y Department of Chemistry, Didactics of Chemistry I, University of Dortmund.

19 al 21 junio de 2014, Bremen, Alemania.

Se trata de una actividad no arancelada en la cual solamente se aceptarán 25 trabajos (posters). Las propuestas deberán ser enviadas hasta el día 3 de enero de 2014.

<http://www.chemiedidaktik.uni-bremen.de/symp2014/index.html>

### **ANNUAL INTERNATIONAL SOCIETY FOR THE PHILOSOPHY OF CHEMISTRY (ISPC) 2014**

Organizado por el Centre of Philosophy of Natural and Social Science de la London School of Economics and Political Science

7 al 9 de julio de 2014, Londres, Reino Unido.

<http://www.lse.ac.uk/CPNSS/events/Conferences/ispc2014.aspx>

### **12<sup>th</sup> EUROPEAN CONFERENCE ON RESEARCH IN CHEMICAL EDUCATION 2014 “New Trends in Research-based Chemistry Education”**

Organizado bajo el auspicio de la Division of Chemical Education of EuCheMS por la Universidad de Jyväskylä.

7 al 10 de julio de 2014, Jyväskylä, Finlandia.

<https://www.jyu.fi/kemia/en/research/ecrice2014/>

### **23<sup>rd</sup> IUPAC INTERNATIONAL CONFERENCE ON CHEMISTRY EDUCATION:**

*Developing Learning Communities in the Chemical Sciences*

Organizado por la Universidad de Toronto.

13 al 18 de julio de 2014, Toronto, Canadá.

Fechas importantes:

Enero 2014: Fecha límite para la presentación de resúmenes

Apertura del proceso de inscripción.

Mayo 2014: Finalización de inscripciones tempranas.

<http://www.icce2014.org/index.html>

#### **IV SEMINARIO IBEROAMERICANO CTS, VIII SEMINARIO CTS**

Organizado por la Universidad Pedagógica Nacional.

15 al 17 de julio de 2014, Bogotá Colombia.

<http://seminarioiberoamericanocts.pedagogica.edu.co/index.php>

#### **2014 BIENNIAL CONFERENCE ON CHEMICAL EDUCATION (BCCE)**

Organizado por Grand Valley State University con el auspicio de la American Chemical Society.

3 al 7 de agosto de 2014, Allendale, MI, Estados Unidos.

Fechas importantes:

Recepción de resúmenes: 1 de junio al 28 de febrero 2014.

Inscripciones tempranas: 3 de marzo al 2 de junio de 2014.

<http://148.61.114.203/bcce/index.html>

#### **CONGRESO INTERNACIONAL DE DOCENCIA E INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA**

Organizado por Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco y el Área de Química.

24 al 26 de Septiembre del 2014, México.

Fechas importantes

Recepción de trabajos: 1 noviembre del 2013 hasta el 30 de abril de 2014.

Inscripción temprana hasta el 27 de julio de 2014.

<http://www.cbi.azc.uam.mx/congresointernacionaldiq/index.html>

#### **II SIMPOSIO INTERNACIONAL DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS SIEC 2014**

*Un congreso virtual (online) sobre el futuro de la enseñanza de las ciencias*

Organizado por la Universidad de Vigo.

13 al 16 de octubre de 2014.

Fechas importantes

Envío de comunicaciones hasta 31 de mayo de 2014.

Inscripción temprana hasta 31 de mayo de 2014.

<http://www.webs.uvigo.es/siec2014/index.htm>

### **31° CONGRESO LATINOAMERICANO DE QUÍMICA, CLAQ-2014, XXVII CONGRESO PERUANO DE QUÍMICA**

Organizado por la Sociedad Química del Perú.

14 al 17 de octubre de 2014, Lima, Perú.

Fechas importantes:

Recepción de los resúmenes: 1 de enero al 31 de agosto de 2014.

Inscripción temprana hasta el 30 de abril de 2014.

<http://claq2014.blogspot.com.ar/>

### **CONGRESO INTERNACIONAL DE EDUCACION EN CIENCIAS Y TECNOLOGIA**

Organizado por la Organización de Estados Iberoamericanos.

12 al 14 de noviembre de 2014, Buenos Aires, Argentina.

Fecha límite para la presentación de propuestas de comunicaciones y experiencias: 30 de mayo de 2014

Inscripción temprana: hasta 15 de mayo 2014.

<http://www.oei.es/congreso2014/index.php>

Otras actividades programadas:

- SIEF 12 (SIMPOSIO DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN EN FÍSICA) está programado para los días 20 al 24 de Octubre de 2014 en Tandil, Pcia. de Bs. As.
- VI CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE FORMACIÓN DE PROFESORES DE CIENCIAS, organizado por la Universidad Pedagógica Nacional y por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, se llevará a cabo en Bogotá, Colombia del 22 al 24 de octubre de 2014 [congreso.profesores.ciencias@gmail.com](mailto:congreso.profesores.ciencias@gmail.com)
- El Congreso Argentino de Química será en Mar del Plata, 5, 6 y 7 de noviembre de 2014.
- 2015 IHPST BIENNIAL CONFERENCE: tendrá lugar en Rio de Janeiro, Brasil, tentativamente del 22 al 24 de julio de 2015.

**Pedido de aportes:** Si los lectores han participado de algún evento y quieren reseñarlo o si quieren difundir alguna reunión científica, pueden escribir a [asfarre@ffyb.uba.ar](mailto:asfarre@ffyb.uba.ar)

### ***Nueva sección***

Conociendo a la comunidad de investigadores en Didáctica de las ciencias. ....	105
--	-----

### ***Para reflexionar***

Definición de “elemento químico”: implicancias didácticas <i>Salvador Alí, María Angélica Di Giacomo, Susana Gallardo, Marisol Montino</i> .....	110
¿Qué piensan los futuros profesores de ciencias acerca de la ciencia? <i>Guillermo Cutrera y María Basilisa García</i> .....	120
Nuevos desafíos en el rol del docente. Convergencia de la modalidad presencial y a distancia en la enseñanza de la química universitaria <i>Marisa G. Repetto</i> .....	127

### ***De interés***

Pigmentos colorantes y tintes: una particular visión, Parte II <i>Adriana F. Ibañez</i> .....	137
El Premio Nobel de Química 2013.....	146

### ***Un poco de historia***

La historia de la alquimia, textos y prácticas <i>Núria Solsona-Pairó</i> .....	153
--	-----

### ***Informaciones y novedades***

XVI Reunión de Educadores en la Química, XVI REQ <i>Sandra A. Hernández</i> .....	166
La didáctica de las ciencias en el mundo: informe de dos congresos <i>M. Gabriela Lorenzo e Ignacio J. Idoyaga</i> .....	170
Congresos, Jornadas y Seminarios de Aquí y Allá... Lo que queda del 2013 y 2014. <i>Andrea Farré</i> .....	176