

# ¿Conceptos fundamentales o fundamentos para vivir mejor?

Ana Martínez Vázquez<sup>1</sup>, Blanca Bonilla Heredia<sup>1</sup>, Olivia Rodríguez Zavala<sup>2</sup> y Adriana López Fernández<sup>3</sup>

## ABSTRACT (Fundamental concepts or concepts for a better life?)

This paper presents a personal reflection on some ideas about the minimum essential contents for the basic Chemistry course and on the nature of the current general chemistry curriculum for high school. We discuss the essential topics recently reported by teachers of the Escuela Nacional Preparatoria and analyze some of the consequences that such a program could generate in the population. Particular results about the information that the students have is considered in order to have more arguments about the core concepts that are critical to teach. We do not pretend to discuss and analyze the entire proposal about the essential topics that we have to teach. Instead, some ideas that could be useful for the debate are presented in order to continue a discussion that, fortunately, is still open.

**KEYWORDS:** chemistry curriculum, minimum essential concepts, global warming and ozone in chemistry curriculum

La presencia de hadas azules y de cientos de experimentos excitantes y llamativos no fue suficiente para que Antonia y Alejandra, aquellas niñas que sin saber hablar se maravillaban con las luciérnagas (Martínez, 1995; Martínez y Vargas, 1996), se decantaran por la química a la hora de decidirse por una profesión: una estudia letras hispánicas y la otra psicología. A ellas dos, hoy mujeres, ¿qué les queda de todo lo que intentamos enseñarles de ciencias? ¿Qué saben de química y para qué les sirve? Cuando recientemente se publicaron los contenidos esenciales en la asignatura de química para la Escuela Nacional Preparatoria (Gutiérrez y Crispín, 2010) se presentó la idea de que necesitamos enseñar para *cubrir las demandas de nuestra sociedad*. En ese mismo trabajo se establecieron los contenidos esenciales que deben cubrirse en un programa de química del bachillerato, pensando en que para la mayoría de los estudiantes, ésa será la última oportunidad de aprender esta ciencia de manera formal. Como es difícil pensar en abstracto cuáles son las demandas de la sociedad y cuáles los contenidos que todo ciudadano debe manejar, permítasenos hacer un análisis a manera de introducción sobre los conocimientos fundamentales de química desde la perspectiva de Alejandra y Antonia.

De ellas podemos decir que hace más de dos años que dejaron de estudiar ciencias. Su último esfuerzo por recordar los conceptos químicos que nunca acabaron de llamarles la atención fue cuando se prepararon para realizar los exámenes de ingreso a la licenciatura. A pesar de la falta de interés natural, cuando en una charla de café hablamos del chocolate y los

dolores de cabeza (Castillejos *et al.*, 2006, 2007) quisieron saber por qué y lo segundo que preguntaron fue ¿y eso cómo se sabe? Cuando ellas leen en el periódico sobre las pruebas periciales que se realizan para descubrir a los criminales se preocupan por saber más, porque como a todos les gusta saber cómo pueden reconocer si la sangre es de hombre o de mujer, por ejemplo. También a veces se preguntan por las sustancias antioxidantes y sus potenciales beneficios, y se preocupan por tirar las pilas en un recipiente aparte porque intuyen que contaminan y que son venenosas. De más pequeñas les intrigaba saber la fórmula química de la Pepsi-Cola® porque habían escuchado que sólo unos cuantos sabían de qué estaba hecha, y se preguntaban si no se podría hacer un análisis para saber la fórmula y así poder hacer sus propios refrescos. Ellas se acuerdan de que existen los átomos y la tabla periódica, pero no les llama para nada la atención una fórmula química escrita en un papel, ni siquiera cuando la reconocen como es el caso del agua. Ni les llama la atención ni la necesitan para nada. Menos recuerdan el concepto de mol, aunque sí tienen la habilidad para resolver cálculos similares a los estequiométricos (máxime cuando de ahorrar dinero se trata). Del pH les queda la noción pero no la definición de lo que es un ácido. Las leyes de conservación de la materia y de la energía son tan fáciles de recordar como difíciles de entender, por lo que ellas, como todos, las retuvieron sin comprenderlas. De la nomenclatura no saben nada, a pesar de todas las horas que dedicaron a memorizar las reglas. Ellas son un pequeño ejemplo que no es significativo, pero que casi seguro refleja a grandes rasgos lo que sucede con la mayoría de los exalumnos de bachillerato. Si esto es así, ¿cuáles son los conceptos fundamentales que debemos enseñar para que prevalezcan en las personas y les ayuden a tomar buenas decisiones? Es decir, ¿qué debemos de incluir y cómo debemos abordarlo para que la población tenga los fundamentos que le permitan vivir mejor?

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, México DF;

<sup>2</sup>Escuela Nacional Preparatoria-Plantel 5, Universidad Nacional Autónoma de México, México DF;

<sup>3</sup>Colegio de Ciencias y Humanidades-Plantel Sur, Universidad Nacional Autónoma de México, México DF.

Reconocer los conceptos fundamentales que habremos de enseñar no es nada sencillo. Sobre todo es MUY MUY MUY difícil determinar qué temas quitar del programa. Es difícil decidirlo personalmente, y más complicado convencer a los colegas porque en general, queremos enseñar lo que a nosotros como docentes nos gusta y nos parece importante. Que sea importante para nosotros no necesariamente significa que lo es para la población en general. En un afán por decidir cuáles son esos temas fundamentales fue que Gutiérrez y Crispín (2010) utilizaron las redes semánticas entre los profesores del bachillerato, y Castillejos *et al.* (2006, 2007) trabajaron para escribir un libro que los definiera y presentara. Si comparamos el trabajo de estos dos grupos veremos que es similar. Lo que se obtiene a través de las redes semánticas con docentes del mismo nivel, y lo que se obtuvo a través de la discusión con docentes e investigadores de varios niveles<sup>4</sup> es parecido aunque tiene ciertas diferencias. Contenidos similares encontramos en Garritz (1998) y equivalentes son también los que presenta Caamaño (2003). Todos, *grosso modo*, van de lo macroscópico a lo microscópico (o subatómico), pasan por el lenguaje de la química, no descartan la periodicidad ni el concepto de mol ni la idea del átomo, llegan a la reacción química describiendo para eso los enlaces, y acaban con algunas ideas de energía relacionadas con la reacción.

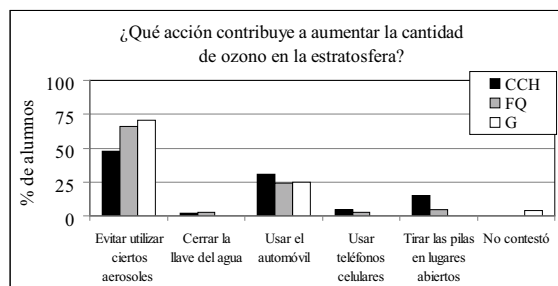
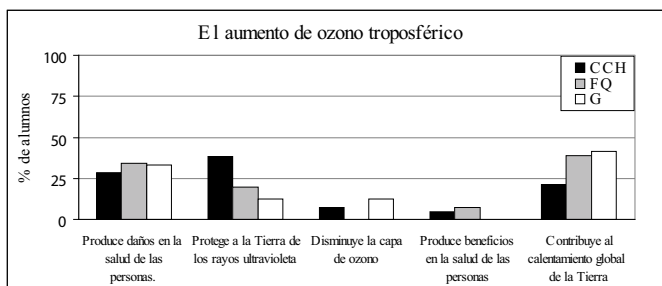
Analizando con un poco más detalle la reciente propuesta de Gutiérrez y Crispín (2010) encontramos que reportan que más del 70% de los profesores consideraron esenciales los cálculos estequiométricos en el estudio de la asignatura, ya que favorecen el desarrollo del pensamiento formal y lógico. Esta idea la compartimos muchos de los docentes de química y puede no ser equivocada ya que, aparentemente, la mecánica de resolución de problemas que está asociada con la estequiometría prevalece en personas como Alejandra y Antonia (aunque cabe la posibilidad de que esto lo hayan aprendido en las clases de matemáticas más que con la estequiometría que estudiaron). Además podría estar en sintonía con lo que establece Talanquer (2009) sobre lo que podríamos utilizar para imaginar un currículo organizado, si lo relacionamos con algunas preguntas asociadas a la forma en que controlamos los cambios químicos. Dentro de los conceptos fundamentales que surgieron de las redes semánticas está el tema de *ácidos, bases, pH, electrolitos y neutralización* pero no aparece el estudio de *alimentos* como fundamental. Si volvemos a lo que podrían utilizar Antonia y Alejandra desde la psicología y las letras, ¿Qué no es más importante saber de alimentos que de definiciones ácido-base? ¿Por qué es relevante para la población saber que el *pH* no representa la fuerza de un ácido, cuando no puede asociarlo con la lluvia ácida, sus consecuencias y sus orígenes?

<sup>4</sup> El grupo de Castillejos *et al.* estuvo formado por una profesora de la Escuela Nacional Preparatoria, una profesora que hizo el doctorado en docencia, cinco profesores de la Facultad de Química de la UNAM y una investigadora con experiencia en la docencia en secundaria, bachillerato y universidad.

Hasta aquí parece que vamos “empataados”. Tenemos un concepto fundamental (la estequiometría) en el que coincidimos, y otro (el del pH) que no tiene el consenso. ¿Qué más hay? En el estudio de Gutiérrez y Crispín (2010) llama la atención que no consideren el tema de *contaminación* como esencial, pero que sigan insistiendo en que la *nomenclatura inorgánica* es fundamental. Si lo que queremos es una serie de contenidos para *cubrir las demandas de nuestra sociedad*, ¿podemos decir que la contaminación no es importante y que saber nombrar a los compuestos sí lo es? La nomenclatura es un lenguaje, sí, ¿y qué? El chino también lo es y no por eso nos empeñamos en enseñárselo a los estudiantes en el bachillerato. Enseñarles nomenclatura a estudiantes que no van a estudiar química es como enseñarles chino a personas que no van a vivir jamás en China. Solamente les sirve para aprobar los exámenes de admisión a las universidades porque es cierto, en estas pruebas se siguen considerando estos temas aún para los estudiantes que van a ser escritores o historiadores.

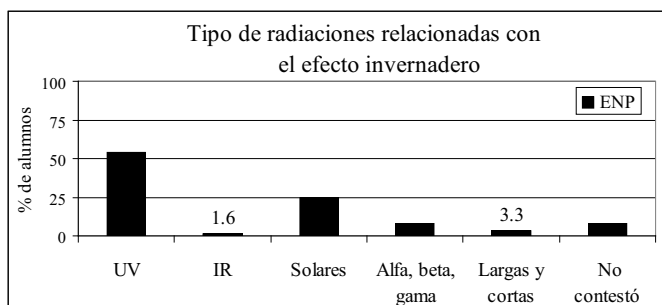
Desde el punto de vista de Talanquer (2009), lo importante sería generar las respuestas alrededor de una pregunta que podría ser “¿Qué sustancias hay en este sistema y cómo pueden afectarnos?”. Bajo esta perspectiva no es importante si la pregunta se enfoca en los problemas ambientales o en el tema de las drogas, porque aquí lo fundamental es aprender cómo se generan las respuestas pero no el tema de aplicación. Aunque el tema de aplicación no sea fundamental, lo que es cierto es que hay que buscar uno, y nos parece que el de la *contaminación* en los habitantes de una ciudad como la de México se vuelve esencial.

En los programas vigentes en el bachillerato de la UNAM todavía se estudia la contaminación. A pesar de eso, no todas las personas tienen la información correcta del tema, donde correcto se refiere a la formación necesaria para la toma de decisiones acertadas, que nos hagan estar mejor como individuos y como sociedad. Esto lo sabemos porque tratando de ampliar los horizontes y de no quedarnos con la perspectiva de Alejandra y Antonia, hicimos y aplicamos un cuestionario para explorar las ideas sobre el ozono y el cambio climático, dos temas comunes e importantes para la sociedad, que se estudian dentro del tema de contaminación. Sin pretender querer hacer una investigación educativa trabajamos con tres grupos de estudiantes: 44 del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), 41 alumnos de la Facultad de Química (FQ) de la UNAM que cursaban el segundo semestre, y 24 estudiantes que estudiaban en el último semestre de la licenciatura en Ingeniería en Geología (G). En la figura 1 mostramos el resultado sobre dos preguntas, donde se observa que los tres grupos se comportan de manera similar. Solamente una cuarta parte de la población considera correctamente que el aumento en la cantidad de ozono troposférico produce daños en la salud; y entre el 25 y el 50% de la población dice que el aumento en el ozono está relacionado con el cambio climático. Cuando a los estudiantes se les pregunta sobre lo que pueden hacer para aumentar la capa de ozono que nos protege de los rayos ultravioleta nos encontramos que el 25% lo asocia con



**Figura 1.** Algunos resultados sobre el cuestionario aplicado a 44 alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), 41 alumnos de la Facultad de Química (FQ) de la UNAM que cursaban el segundo semestre, y 24 estudiantes que estudiaban en el último semestre de la licenciatura en Ingeniería en Geología (G). (Ciclo escolar 2009-2010).

el uso del automóvil cuando poco tiene que ver, o con tirar pilas en lugares abiertos que no tiene relación alguna. En la figura 2 se presentan los resultados de otro cuestionario aplicado a 49 alumnos de la Escuela Nacional Preparatoria. Observamos que los estudiantes confunden los efectos de las radiaciones al decir que es la radiación ultravioleta la principal responsable del efecto invernadero. Llevado esto a un extremo se puede pensar que los estudiantes que salen del bachillerato no están preparados para *cubrir las demandas de nuestra sociedad*, porque en una contingencia ambiental producida por la disminución de la capa de ozono no sabrán si utilizar la bicicleta para no contaminar, dejar de utilizar desodorante en aerosol, o ponerse protector solar. Esto es con estudiantes que siguen un programa que tiene específicamente el estudio de la *contaminación*. Imaginemos ahora que seguimos los contenidos esenciales propuestos en Gutiérrez-Crispín donde este tema no se estudia. Los estudiantes no sabrán que el ozono *juega* distintos papeles dependiendo de su lugar en la atmósfera, pero eso sí, sabrán mencionar el nombre de los compuestos. Lo peor es que, después de un rato, cuando sean estudiantes de letras o de psicología no recordarán tampoco las reglas de la nomenclatura. La propuesta de Talanquer (2009) diría que necesitamos formar personas que *reconozcan su ignorancia* y entonces sepan cómo buscar las respuestas, dando para eso los conocimientos mínimos. Nuevamente se dice que los temas que se elijan en el diseño de un curso de química para lograr que los estudiantes sepan cómo buscar información y generen las respuestas no es tan importante, pero nosotros insistimos: vivir en la ciudad más contaminada del mundo



**Figura 2.** Algunos resultados del cuestionario aplicado a 49 alumnos de la Escuela Nacional Preparatoria (Ciclo escolar 2008-2009).

(o en su defecto, pertenecer al país que tiene entre sus habitantes a la ciudad más contaminada del mundo) y no estudiar este tema en los cursos de química con nuestros jóvenes no nos parece lo más adecuado.

Para definir los contenidos esenciales sería conveniente acercarse a la propuesta de Talanquer (2009) y utilizar como ejes conductores preguntas aplicadas a sistemas de interés individual y social. En esto se pensaba cuando se determinaron los conceptos fundamentales de Castillejos *et al.* (2006, 2007) En esa propuesta se buscan respuestas de este tipo, y se propone “enseñar menos pero enseñar mejor”. En los conceptos fundamentales que ahí se presentaron sigue habiendo fallas, porque no pudimos dejar de lado el estudio del lenguaje (insistimos, es muy difícil suprimir temas del currículo) y algunos temas se presentan como si estuviéramos en el siglo XIX. Además, la propuesta de Talanquer hace énfasis en la forma en que se obtienen las respuestas mientras que ese no es siempre el enfoque en Castillejos *et al.* (2006, 2007). A pesar de estas deficiencias, lo más importante de la propuesta es que contempla una reducción de los temas que hay que enseñar en química y cambia en muchas partes la orientación, tratando de emplear las ideas de Talanquer (2009). De esta forma se comienza analizando críticamente la existencia y efectividad de las sustancias afrodisíacas para ligarlo con los placeres y los dolores de cabeza que puede producir el chocolate. Todo esto girando alrededor de la pregunta *¿cómo distinguimos a las sustancias que nos rodean y cómo podemos saber los efectos que nos causan?* En la propuesta no se deja de lado el análisis de la calidad del aire ni los efectos del ozono, centrándolo alrededor de la pregunta *¿cómo detectamos la presencia de contaminantes en el ambiente?* Este tema se presenta con base en el examen crítico de la información que se puede encontrar en los medios de comunicación, porque pensamos que uno de los objetivos de la enseñanza de las ciencias es que sepan interpretar y juzgar la información que les llega a las manos. Lo mismo se hace con los afrodisíacos. También se analizan las sustancias naturales y artificiales teniendo como ejemplo los tatuajes y con el afán de que analicen y entiendan que decir “natural” no es sinónimo de decir “bueno”. Así concluimos: “Lo “natural” sin duda vende más y nos llama más la atención que lo “artificial”, porque siempre pensamos que lo “natural” no puede ser malo... pero sería bueno que no te dejaras enga-

ñar... recuerda que el cianuro es natural, y el arsénico ¡también!". No sabemos si esta propuesta puede o no funcionar porque no ha sido utilizada de manera general en el bachillerato, pero sí creemos que estas ideas podrían ser exitosas en el estudio de muchos de los temas. Es cierto que algunas de las ideas siguen centradas en las *respuestas* más que en el *cómo se generan las respuestas*, pero aun así, hay secciones como la del chocolate que sí logran acercarse a la propuesta de Talanquer (2009).

Finalmente podemos decir que aunque no promovieron el estudio profesional de la química (tampoco era la intención), las hadas azules y los experimentos sirvieron lo suyo, porque logramos que Alejandra, Antonia y otras personas de esa época tuvieran una actitud crítica. Así, cuando en las noticias dijeron que el ozono era una de las principales fuentes de contaminación, se preguntaron sobre la aparente contradicción porque no entendían que, por un lado, quisiéramos proteger a la capa de ozono y, por el otro, dijéramos que era un contaminante. También se preguntaron las razones por las cuales el ozono, que finalmente es oxígeno, es tan perjudicial, y siempre se cuestionan sobre cómo es que sabemos las cosas y de dónde provienen. No se *van con la "finta"* de que lo natural es mejor que lo artificial ni creen en el poder afrodisíaco de los cuernos de rinoceronte. Además, a la hora de hacerse un tatuaje, decidieron la mejor opción con base en la información que supieron encontrar e interpretar. Creemos que todos coincidimos en que eso vale más que aprender a escribir la fórmula del ácido clorhídrico. Si eso es lo que queremos tendremos que seguir discutiendo el currículo de química que habremos de enseñar en el bachillerato. Si nos llegáramos a convencer de que la *nomenclatura de los compuestos inorgánicos* no es uno de los temas fundamentales, entonces tendremos que trabajar también para modificar las preguntas que se hacen en el examen de selección de las distintas universidades. No es la intención en este artículo la de hacer un estudio exhaustivo de los temas que se contemplan en las distintas

propuestas de los conceptos fundamentales para el bachillerato. El objetivo es poner algunas ideas sobre la mesa que nos parece que se están quedando fuera de la discusión. Todavía nos falta mucho para que podamos decir la última palabra. Para llegar a eso no podemos quitar el dedo del renglón y tenemos que sumar esfuerzos. Finalmente todos estamos en sintonía ya que queremos decidir qué es mejor enseñar y queremos saber cómo es la mejor forma de enseñarlo bien. Cuando lo logremos habremos dado algunos fundamentos que nos permitirán vivir mejor y, con eso, Alejandra, Antonia y todas las hadas azules del futuro seguro saldrán beneficiadas.

## Bibliografía

- Caamaño, A., La enseñanza y el aprendizaje de la química. En: M. P. Jiménez Aleixandre (coord.), *Enseñar Ciencias*, capítulo 9 (pp. 203-240). Barcelona: Grao, 2003.
- Castillejos, A. (coord.), Enrique Bazúa Rueda, Maribel Espinoza Hernández, Nahíeli Greaves Fernández, Ana Martínez Vázquez, Kira Padilla Martínez, Cristina Rueda Alvarado, Ana María Sosa Reyes y Luis Miguel Trejo Candelas, *Conocimientos Fundamentales de QUÍMICA. Volumen I (Libro de texto para bachillerato UNAM)*. México D.F.: Pearson Educación y Universidad Nacional Autónoma de México, ISBN 970-32-3843-2, 192 p., 2006, y *Volumen II (Libro de texto para bachillerato UNAM)*. México D.F.: Pearson Educación y Universidad Nacional Autónoma de México, ISBN 978-970-32-4638-0, 144 p., 2007.
- Garriz, A., Una propuesta de estándares nacionales para la educación científica en el bachillerato. La corriente educativa Ciencia, Tecnología y Sociedad, *Ciencia*, **49**(1), 27-34, 1998.
- Gutiérrez Rodríguez, A. y Crispín Martínez, M. C., Contenidos esenciales en la asignatura de Química III en la Escuela Nacional Preparatoria. Un análisis mediante el empleo de redes semánticas naturales, *Educ. quim.*, **21**(2), 139-145, 2010.
- Martínez Vázquez, A. Idiomas, Cereales y Excitaciones. *Educ. quim* 6, 2, 130-131, 1995.
- Martínez Vázquez, A. y Vargas Fosada, R., Una fiesta infantil, *Educ. quim.*, **7**(2), 83-85, 1996.
- Talanquer, V., Química: ¿Quién eres, a dónde vas y cómo te alcanzas?, *Educ. quim.*, **20**(3), 220-226, 2009.

## DIRECTORIO

### CONSEJO DIRECTIVO

Dr. Francisco Barnés de Castro  
Director Fundador

Dr. Eduardo Bázana García  
Facultad de Química, UNAM

Dr. Guillermo Delgado Lama  
Sociedad Química de México

Ing. Héctor Eduardo Ochoa López  
Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos

Ramón Domínguez Betancourt  
Colegio Nacional de Ingenieros Químicos y Químicos

QFI Carmen Margarita Rodríguez Cueva  
Asociación Farmacéutica Mexicana

Dra. Tessa María López Goeme  
Academia Mexicana de Química Inorgánica

Ing. Rafael Tapia Garibay  
Comité Permanente de Enseñanza de la Ingeniería

Dra. Rosa Isabel Sierra Amor  
Asociación Mexicana de Bioquímica Clínica

Jorge Javier Ramírez García  
Asociación Mexicana de Química Analítica

Director  
Andoni Garriz Ruiz  
(andoni@servidor.unam.mx)

### Subdirectora

Gisela Hernández Millán  
(ghm@servidor.unam.mx)

Editor: Arturo Villegas  
(arturovr@gmail.com)

### Consejo Editorial

Carlos Amador Bedolla  
Silvia Bello Garcés  
Adela Castillejos Salazar  
Carlos Mauricio Castro  
José Antonio Chamizo  
Laura Gasque Silva  
Carmen Giral  
Enrique González Vergara  
Hermilo Goñi  
Gisela Hernández  
Jorge G. Ibáñez Cornejo  
Glinda Irazoque  
Rafael Martínez Peniche  
Ana Martínez Vázquez  
María Teresa Merchand Hernández  
Adolfo Obaya Valdivia  
Laura Ortiz  
Aarón Pérez Benítez  
Clemente Reza  
Pilar Rius de la Pola  
Alberto Rojas  
Yadira Rosas  
Plinio Sosa Fernández

### Consejo Editorial Internacional

Marcela Arellano (Universidad Católica de Valparaíso, Chile)

Marta Bulwik (Ministerio de Educación, Argentina)

Cecilia I. Díaz V. (Panamá)

Manuel Fernández Núñez (Universidad de Cádiz, España)

Gabriel A. Infante (Pontificia Universidad Católica de Puerto Rico)

Mercè Izquierdo Aymerich (Universidad Autónoma de Barcelona, Catalunya)

Maria Gabriela Lorenzo (Universidad de Buenos Aires, Argentina)

Manuel Martínez Martínez (Universidad de Santiago, Chile)

José Claudio del Pino (Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil)

Mario Quintanilla Gatica (Pontificia Universidad Católica de Chile)

Andrés Raviolo (Universidad Nacional del Comahue, Argentina)

Vicente Talanquer Artigas (University of Arizona, USA)

Jesús Vázquez-Abad (Université de Montréal, Canadá)

Amparo Vilches (Universitat de València, España)

Jaime Wisniak ((Ben-Gurion University of the Negev, Israel)

Lourdes Zumalacárregui (Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", Cuba)

### Edición electrónica

Caligrafía Digital, SC / (55) 4352 2030  
educacion.quimica@gmail.com

### Asistentes coordinadores

Gabriela Araujo, Filiberto Chávez

### Impresión

Formación Gráfica, SA de CV  
Matamoros # 112, Col. Raúl Romero  
Tel. (55) 5797 6060  
57630, Edo. de México.

### Grupo de Apoyo a Educación Química

*Suscripciones benefactoras adquiridas*  
José Luis Mateos Gómez  
(Fundador) Francisco Barnés de Castro  
Adela Castillejos Salazar  
José María García Sáiz  
Gustavo Tavizón Alvarado  
Kira Padilla  
Zoila Nieto Villalobos  
Rodolfo Alvarez Manzo  
Jesús Guzmán García  
Eduardo Rojo y de Regil  
Silvia Bello Garcés  
María del Carmen Wachter Rodarte  
Eneko Belausteguigoitia  
Antonio Valiente