

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.)

Editor Responsable

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

Co-editora

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

Colaboradora

Andrea S. Farré
(CIAEC-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.)

Este número se edita con el aporte de un subsidio del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología



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.

Presidente: Luis Mario Costa

Vicepresidente: Mabel Santoro

Secretaria: Estela Zamudio

Prosecretario: Andres Espinoza Cara

Tesorero: Dante Oscar Tegli

Protesorera: Nancy Feito

1° Vocal titular: Andrés Raviolo

2° Vocal titular: Hernán Quevedo

1° Vocal suplente: Adriana Letícia Rocha

2° Vocal suplente: Raúl Chernikoff

Comisión revisora de cuentas

1° Titular: Adriana Caille

2° Titular: Rosa María Haub

3° Titular: Graciela Assenza Parisi

1° Suplente: Liliana Knabe

2° Suplente: Raúl Fernandez

Domicilio legal de ADEQRA

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

Para reflexionar

UN ANÁLISIS DE ACTITUDES HACIA LA QUÍMICA EN ALUMNOS DE POLIMODAL¹ DE LA CIUDAD DE ROSARIO, ARGENTINA

Claudia Drogo¹, Inés Demaría¹, Claudia Trossero¹, Marcela Trapé¹, Estela Álvarez¹, Estela Hure¹, Flavia Guidetti¹, Mercedes Leiva², Hebe Bottai², Marcela Rizzotto¹

Áreas ¹Química Inorgánica y ²Estadística y Procesamiento de Datos, Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, UNR. Rosario. Argentina
mrizzot@agatha.unr.edu.ar; rizzotto@iquir-conicet.gov.ar

Resumen

Las actitudes pueden ser consideradas como una organización de creencias, relativamente duradera, en torno a un objeto o situación, las cuales predisponen a reaccionar de manera determinada. Se midieron actitudes hacia la química en poblaciones estudiantiles de nivel medio de la ciudad de Rosario, Argentina. Para tal fin se construyó una encuesta tipo escala de Likert, destinada a alumnos de escuelas de nivel medio con orientación en ciencias naturales, economía y gestión y humanidades. Se nota una predominancia de actitud positiva hacia la química en alumnos que en algún momento de su paso por las aulas han tenido contacto con la disciplina. Esto nos induce a una reflexión sobre el papel que debe ocupar la química en la educación media, a fin de que se construya la posibilidad de elección futura (ya sea de carrera, oficio o postura ciudadana) en base al conocimiento y no en base a la ignorancia.

Palabras clave: actitudes, química, escuela media, laboratorios .

Attitudes toward chemistry in high schools students from Rosario, Argentina

Abstract

The attitudes can be considered as the tie between the acquired knowledge of a person and the corresponding beliefs, with its present and future actions. Attitudes toward chemistry were measured in high schools students from Rosario, Argentina. A Likert's scale was made and applied to students from science, economics and humanity schools. Positive attitude toward chemistry was noted in students that have studied it in any moment of their learning. This may us to think about the importance of chemical education in order to choose a way of life based in the knowledge but not in the ignorance.

Key words: attitudes, chemistry, high school, laboratories.

¹Ciclo profesional de la enseñanza de nivel medio, con distintas terminalidades y una duración de tres años. La aplicación de la nueva Ley de Educación Nacional N° 26206, restablece la tradicional división entre escuela primaria y .secundaria en la República Argentina.

INTRODUCCIÓN

El mundo contemporáneo se encuentra cada vez más estructurado en base a las ciencias y la tecnología. Conocimientos elementales en dichos aspectos facilitan la participación plena en el mundo actual, planteándose así desafíos al sistema educativo, ya sea por la espectacularidad de los avances en estos campos o por la velocidad de los mismos, lo cual genera también inquietudes a nivel oficial (Galagovsky, 2008).

Una definición clásica de educación incluye el efecto que ejercen las generaciones adultas sobre las más jóvenes a fin de generar estados mentales, físicos y morales conforme lo exigen la sociedad y el medio en que viven (Durkheim, 1991). La educación no ha escapado al vértigo de la ideología social posmoderna (Colom, 1994), en la que el saber tiende a reemplazar al capital como recurso esencial (Drucker, 1993). Esto representa un serio desafío tanto para la universidad (Scott, 1999) como para la escuela, que prepara a los jóvenes para los estudios superiores y, más que eso, para la vida (Drogo y col., 2003; Guidetti y col., 2004). Es así que se notan serias dificultades en los jóvenes, no sólo para acceder y/o permanecer en una carrera universitaria (Drogo y col., 2006) sino también para finalizar exitosamente sus estudios a nivel medio.

Si bien los químicos en general acuerdan que la química es “la ciencia central” (Brown y col., 2004) y que, a pesar nuestro, es una ciencia “ubicua”, que atraviesa nuestras vidas y nuestro mundo, otras opiniones reconocen que la química tiene mala prensa a nivel medio y un lenguaje que pocos entienden y cuya utilidad no está clara (Risso Patron, 2002). El problema no es nuevo y han sido propuestas muchas soluciones (Uni-Media),

aunque aún falta camino por recorrer (Demaría y col., 2003).

Las actitudes positivas hacia el objeto de estudio favorecen el aprendizaje, mientras que las negativas lo pueden dificultar (Cardoso y col., 1999). La palabra actitud se deriva del latín “aptus” que significa capacidad o adaptación; es frecuente no encontrar una definición concreta acerca de actitud, ya que es más fácil medirlas que definirlas. Sin embargo, las actitudes pueden ser consideradas como una organización de creencias, relativamente duradera, en torno a un objeto o situación, las cuales predisponen a actuar de manera determinada. También es admisible la idea de que las actitudes se aprenden; su elaboración es afectada por las relaciones sociales y por las consideraciones propias del sujeto como es el caso de la emociones (Martínez y col., 2006). Asimismo, las concepciones del docente influyen en los alumnos (Moreno y col., 2008).

El objetivo del presente trabajo, dentro del marco de un proyecto que intenta encarar la problemática de la articulación escuela media-universidad, ha sido conocer, como un primer paso, cuál es la imagen de la química a nivel medio y sondear el interés de los alumnos por algunos temas de laboratorio.

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Para medir una determinada magnitud fisicoquímica se requiere una unidad adecuada, por ejemplo, medimos distancias en metros; velocidad de un móvil en km/hora, etcétera. Un problema un tanto más complicado se presenta cuando queremos medir actitudes. Actitud es un estado de disposición psicológica, adquirida y organizada a través de la propia experiencia que

incita al individuo a reaccionar de una manera característica frente a determinadas personas, objetos o situaciones. Las actitudes no son susceptibles de observación directa sino que han de ser inferidas de las expresiones verbales; o de la conducta observada. Esta medición indirecta se puede realizar por medio de escalas en las que, partiendo de una serie de afirmaciones, proposiciones o juicios, sobre los que los individuos manifiestan su opinión, se deducen o infieren las actitudes. Entre las muchas técnicas de medida desarrolladas a lo largo del tiempo, la escala de Likert es una de las más populares (Espinoza García y Román Galán, 1998). Para este trabajo se construyó un cuestionario basado en dicha escala, el cual estuvo conformado por tres

partes: la primera de ellas relativa a datos personales del encuestado; la segunda tendiente a determinar el grado de acuerdo del alumno con cada una de un conjunto de proposiciones relativas a sus concepciones y opiniones respecto de la Química y la tercera referida al grado de interés del encuestado hacia ciertos temas posibles de ser desarrollados en un curso corto de laboratorio, cerrando el escrito con un entusiasta agradecimiento por la colaboración prestada.

La segunda parte constó de 30 proposiciones (oraciones sencillas y cortas), respecto de las cuales los estudiantes manifestaron su grado de acuerdo o desacuerdo, cuyo encabezado y primera proposición se muestran a continuación:

	Proposición	muy de acuerdo	de acuerdo	me da igual	poco de acuerdo	nada de acuerdo
1	La química ayuda a vivir mejor					

La valoración efectuada por los estudiantes fue transformada a la siguiente escala numérica, para las proposiciones positivas: 1: muy de acuerdo; 2: de acuerdo; 3: me da igual; 4: poco de acuerdo; 5: nada de acuerdo. Para las proposiciones negativas se invierte el sistema de calificación, es decir: 5: muy de acuerdo, y así siguiendo. Según este criterio, puntajes bajos (esto es, por ejemplo, menores o iguales a 2) estarían indicando una actitud positiva hacia la química; puntajes altos (mayores o iguales a 4) estarían indicando actitudes negativas hacia la química, mientras que valores intermedios (alrededor de 3), se pueden interpretar como de indiferencia. Dicho cuestionario se aplicó, en forma autoadmi-

nistrada, en diferentes cursos de escuelas de la ciudad de Rosario. Se empleó el lenguaje coloquial para la presentación y directivas a los estudiantes buscando crear un clima adecuado para el trabajo. Similares instrumentos han sido aplicados con éxito en poblaciones estudiantiles de cursos iniciales de diversas universidades argentinas para medir actitudes hacia la ciencia en general (Cardoso y col., 1999) y hacia la química en particular (Rodríguez, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron los datos recogidos durante los años 2005 y 2006 en 261 encuestas reali-

zadas a alumnos de Polimodal con diferentes terminalidades: Ciencias Sociales y Humanidades (a la que identificaremos de aquí en más como Humanidades) (19,2%: 50 estudiantes), Ciencias Naturales (20,3%: 53 estudiantes) y Economía y Gestión de las Organizaciones (en forma breve: Economía y Gestión) (60,5%: 158 estudiantes). Si bien la promulgación de la nueva Ley de Educación Nacional N° 26.206 el 27 de diciembre de 2006 implica un retorno al sistema de educación secundaria tradicional, consideramos importante investigar las opiniones sobre química de alumnos que han tenido un contacto disímil con dicha asignatura.

Los alumnos encuestados, en un 64,0% mujeres y en un 36,0% varones, tenían una edad promedio de 17 años (desvío estándar = 1,4 años). La tabla 1 muestra el valor medio y desviación estándar de las puntuaciones registradas para cada proposición tanto en forma general (para todos los alumnos sin discriminar terminalidad) como para cada grupo por separado. Al analizar las respuestas sin desagregar por terminalidad se observa que, de las treinta proposiciones, la mayoría de las puntuaciones medias se encuentran comprendidas entre 2 y 3 (Fig. 1), con un puntaje medio general que resultó igual a 2,58 y sin diferencia significativa entre grupos.

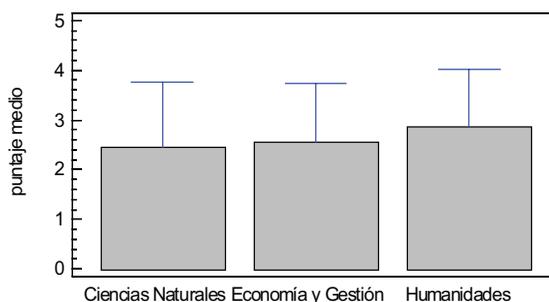


Fig. 1. Puntaje medio y desviación standard para cada terminalidad

Sin embargo, esta aparente uniformidad da paso a otras lecturas al analizar los puntajes medios por pregunta, donde se notan diferencias significativas en varias de ellas según la terminalidad. En la Tabla 1, además de presentar los valores de puntajes medios obtenidos (general y por terminalidad) para cada proposición, se ha agregado una columna que muestra los resultados de la comparación de los puntajes medios por proposición según la terminalidad del grupo de alumnos encuestado. Todas las diferencias fueron consideradas significativas con p menor que 0,05. Se usó el test de Kruskal-Wallis y las comparaciones basadas en las sumas de rangos de Kruskal-Wallis (Kruskal y Wallis, 1952).

Prop. N°	General	Ciencias Naturales	Economía y Gestión	Humanidades	Comparación entre terminalidades
1	2,35 (0,96)	2,09 ^(b) (0,90)	2,27 ^(b) (0,88)	2,88 ^(a) (1,06)	p< 0,05
2	2,58 (1,46)	2,70 ^(b) (1,70)	2,37 ^(b) (1,42)	3,12 ^(a) (1,14)	p< 0,05
3	1,74 (0,90)	1,38 ^(c) (0,56)	1,73 ^(b) (0,91)	2,14 ^(a) (1,00)	p< 0,05
4	2,68 (1,26)	2,47 (1,35)	2,68 (1,22)	2,88 (1,29)	NS
5	2,75 (1,17)	2,28 ^(c) (1,25)	2,77 ^(b) (1,12)	3,22 ^(a) (1,09)	p< 0,05
6	2,19 (1,27)	2,53 (1,53)	2,15 (1,19)	1,90 (1,15)	NS
7	2,08 (0,96)	1,94 ^(b) (0,93)	1,94 ^(b) (0,84)	2,68 ^(a) (1,06)	p< 0,05
8	3,03 (1,34)	2,62 ^(b) (1,42)	3,15 ^(a) (1,31)	3,08 ^(a) (1,31)	p< 0,05
9	2,61 (0,96)	2,32 ^(b) (0,94)	2,64 ^(a) (0,97)	2,85 ^(a) (0,89)	p< 0,05
10	2,91 (1,09)	2,72 (1,20)	2,89 (1,03)	3,18 (1,11)	NS
11	2,66 (1,11)	2,17 ^(b) (0,98)	2,71 ^(a) (1,09)	3,04 ^(a) (1,17)	p< 0,05
12	2,54 (1,18)	2,75 (1,52)	2,42 (0,96)	2,70 (1,36)	NS
13	2,99 (1,07)	2,81 (1,24)	2,99 (1,09)	3,21 (0,74)	NS
14	2,47 (1,44)	2,50 (1,67)	2,43 (1,46)	2,56 (1,11)	NS
15	3,35 (1,16)	3,52 (1,28)	3,27 (1,10)	3,42 (1,20)	NS
16	2,36 (1,20)	2,74 (1,43)	2,27 (1,07)	2,26 (1,26)	NS
17	2,03 (1,12)	1,47 ^(c) (0,67)	1,95 ^(b) (1,10)	2,90 ^(a) (1,10)	p< 0,05
18	2,56 (1,44)	2,47 ^(b) (1,70)	2,36 ^(b) (1,36)	3,29 ^(a) (1,17)	p< 0,05
19	2,88 (1,22)	2,83 (1,01)	2,96 (1,22)	2,66 (1,42)	NS
20	2,04 (0,88)	1,96 ^(b) (0,92)	1,92 ^(b) (0,83)	2,52 ^(a) (0,90)	p< 0,05
21	2,48 (1,27)	2,15 ^(b) (1,36)	2,40 ^(b) (1,14)	3,06 ^(a) (1,40)	p< 0,05
22	2,58 (0,99)	2,40 (0,99)	2,58 (0,93)	2,78 (1,17)	NS
23	3,11 (1,02)	2,74 ^(c) (1,02)	3,11 ^(b) (1,02)	3,50 ^(a) (0,87)	p< 0,05
24	3,06 (1,01)	3,00 (1,19)	3,03 (0,96)	3,20 (0,96)	NS
25	3,52 (1,13)	3,23 (1,23)	3,58 (1,18)	3,67 (0,86)	NS
26	2,73 (1,24)	2,69 (1,51)	2,65 (1,15)	3,04 (1,18)	NS
27	2,22 (1,30)	2,38 (1,56)	2,09 (1,22)	2,46 (1,23)	NS
28	2,84 (0,99)	2,67 (1,10)	2,83 (0,99)	3,02 (0,85)	NS
29	2,39 (1,18)	2,38 (1,38)	2,41 (1,16)	2,33 (1,03)	NS
30	1,79 (0,89)	1,30 ^(c) (0,54)	1,76 ^(b) (0,86)	2,40 ^(a) (0,95)	p< 0,05
Total	2,58 (1,22)	2,44 (1,32)	2,54 (1,19)	2,86 (1,18)	NS

NS: Diferencias no significativas. En cada comparación, la misma letra indica diferencias no significativas.

Tabla 1. Valor medio y desviación estándar (entre paréntesis) de las puntuaciones registradas para cada proposición respecto a la opinión sobre química de los alumnos de polimodal encuestados

Dieciséis proposiciones (listadas en la Tabla 2) sobre un total de treinta cosecharon valores de puntajes medios sin diferencia significativa entre ellos. Las catorce proposiciones restantes pueden reunirse en tres grupos. El primero está formado por la proposiciones 1, 2, 7,

18, 20 y 21 (Tabla 3), en el cual el puntaje medio de cada proposición en Humanidades fue significativamente mayor al de las otras dos terminalidades. El segundo está constituido por las proposiciones 8, 9 y 11 (Tabla 4), donde los puntajes medios de Humanidades y Economía y Gestión

fueron significativamente mayores que los de Ciencias Naturales. El tercero está integrado por las proposiciones 3, 5, 17, 23 y 30 (Tabla 5) en las cuales el puntaje medio de cada proposición en Humanidades fue significativamente mayor al de Economía y Gestión y éste a su vez significativamente mayor que el de Ciencias Naturales.

Las proposiciones sobre las que hubo acuerdo general (Tabla 2) podemos encuadrarlas en temas de interés común a la sociedad, mientras que

en el extremo opuesto (donde hubo diferencias entre los tres grupos, Tabla 5) las podemos catalogar como relacionadas al estudio disciplinar en sí, ya que, por ejemplo, para opinar sobre si la química es o no interesante es necesario conocerla. Para el resto de proposiciones el grupo de EG abandona el lugar intermedio en el que se había ubicado para las proposiciones de estudio de la química, coincidiendo en seis con Naturales y en tres con Humanidades.

Nº	Proposición
4	La química es aburrida
6	Los alumnos de clase de química parecen robots
10	La química contamina el planeta
12	La química es un riesgo para la salud
13	Tener conocimientos básicos de química ayuda a la gente a tomar mejores decisiones
14	Sólo los más inteligentes aprenden química
15	La química nos protege de la superstición
16	La química es un riesgo para el mundo
19	Los químicos hicieron la bomba atómica
22	Estudiar química ayuda a la gente, aún después que deja la escuela
24	La química genera contaminación
25	Todo se basa en la química
26	La química es independiente de cómo la usen los hombres
27	La química es una excusa para jugar
28	La química ayuda a evitar catástrofes
29	Se pueden tomar decisiones ambientales sin saber química

Tabla 2. Proposiciones cuyos puntajes medios no mostraron diferencia significativa entre las terminalidades analizadas

Nº	Proposición
1	La química ayuda a vivir mejor
2	No sirve para nada estudiar química
7	La química aporta ideas para mejorar la vida
18	No voy a seguir nada relacionado con química, así que la química no me sirve
20	La química aporta nuevos materiales para la salud
21	Estudiar química es una pesadilla

Tabla 3. Proposiciones donde el puntaje medio de Humanidades fue significativamente mayor al de las otras dos terminalidades

N°	Proposición
8	La química es difícil
9	Un futuro mejor depende mucho de la química
11	Si sé química puedo elegir mejor mis alimentos

Tabla 4. Proposiciones cuyos puntajes medios en Humanidades y Economía y Gestión fueron significativamente mayores que el de Ciencias Naturales

N°	Proposición
3	La química ayuda para hacer mejores medicamentos
5	La química es interesante
17	La química aporta nuevas ideas a la ciencia
23	Estudiar química ayuda a entender otras asignaturas
30	Las clases de laboratorio ayudan a entender química

Tabla 5. Proposiciones en las cuales el puntaje medio en Humanidades fue significativamente mayor al de Economía y Gestión y éste a su vez significativamente mayor que el de Ciencias Naturales

Si se consideran sólo los títulos de las terminalidades podría, a priori, llamar la atención el acuerdo de Economía y Gestión con Ciencias Naturales en varias proposiciones. Sin embargo, indagando en las características de una de las escuelas encuestadas cuya orientación es Economía y Gestión, el director manifestó que, si bien no figuraba química como asignatura curricular, se la trataba en forma implícita, muy básica, dentro de la asignatura “Procesos”. Este accionar fue implementado por la institución luego de observar que había un alto porcentaje de alumnos interesados en seguir carreras que requerían conocimientos de química (medicina por ejemplo), y que asistían a la escuela por la proximidad y prestigio que el colegio detentaba en el barrio.

En trabajos similares realizados con alumnos universitarios de carreras de ciencias en Argentina, se observó una buena predisposición hacia la ciencia en general (Martínez y col., 2006) y hacia la química en particular (Rodríguez, 2004).

En cuanto a la parte de la encuesta donde se

propone la elección de temas para un curso corto de laboratorio, en el análisis general (considerando la totalidad de alumnos) encontramos que todas las propuestas lograron un puntaje promedio entre 2 y 3 (Tabla 6, Fig. 2). Para el análisis de esta parte de la encuesta no se consideraron valores límite ya que los puntajes fueron bastante homogéneos. Sin embargo, se tomó al **menor valor** como una manifestación de tendencia positiva de selección, mientras que al **mayor**, como una tendencia negativa o indiferente (así destacados en la tabla 6). A diferencia de los grupos de Economía y Gestión y Humanidades, en el grupo de Ciencias Naturales observamos tres propuestas con valores menores a 2. Aunque en este grupo también es la propuesta 3 la que acumuló el mayor puntaje, registró un valor ligeramente inferior a los observados en los otros dos grupos (Fig. 3).

Nº	Tema propuesto	General	CN	EG	H
1	Identificación de sustancias	2,02 (1,09)	1,65 (0,81)	1,97 (1,01)	2,55 (1,40)
2	Separación de los componentes de una mezcla	2,26 (1,18)	1,66 (1,00)	2,28 (1,11)	2,85 (1,29)
3	Obtención de hipoclorito de sodio (agua lavandina)	2,73 (1,13)	2,49 (1,12)	2,62 (1,08)	3,35 (1,15)
4	Medir la acidez de un vino	2,46 (1,20)	2,24 (1,04)	2,40 (1,12)	2,90 (1,47)
5	Indicadores de pH a partir de sustancias naturales	2,44 (1,18)	1,85 (0,97)	2,39 (1,04)	3,24 (1,38)
6	Armar una pila o celda galvánica	2,47 (1,24)	2,24 (1,30)	2,32 (1,09)	3,25 (1,38)
	Total	2,40 (1,19)	2,02 (1,09)	2,33 (1,09)	3,02 (1,37)

Tabla 6. Valor medio y desviación estándar (entre paréntesis) de las puntuaciones registradas para cada tema de laboratorio propuesto, según elección de los alumnos de polimodal encuestados

El tema con mayor grado de acuerdo fue el de “identificación de sustancias” (Nº 1), mientras que el que cosechó menor grado de acuerdo fue el de “obtención de hipoclorito de sodio” (Nº 3). Este patrón se manifiesta en todos los grupos, aunque con ligeras diferencias, también apreciadas en los valores medios: mientras que Naturales y Economía presentaron valores promedio de 2,02 y 2,33 respectivamente, en Humanidades fue de 3,02 (Fig. 2 y 3).

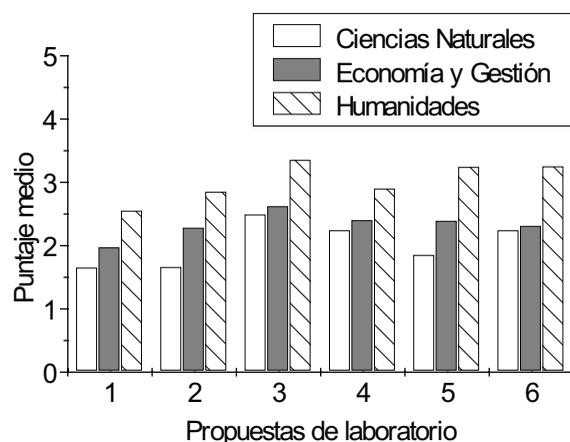


Fig. 2. Puntaje medio asignado a las propuestas de laboratorio por los distintos grupos de estudiantes encuestados

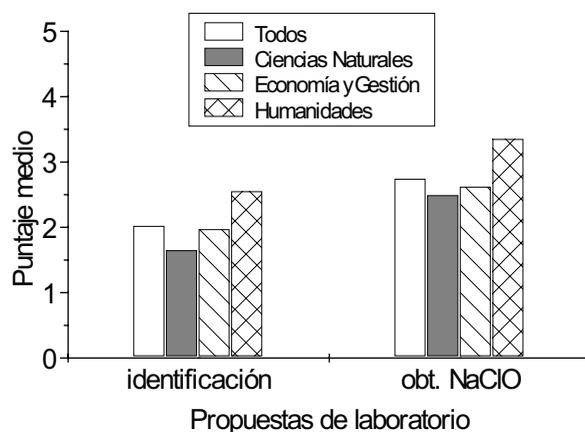


Fig. 3. Puntaje medio asignado a las propuestas de laboratorio Nº 1 (Identificación de sustancias) y Nº 3 (Obtención de NaClO) por los distintos grupos de estudiantes encuestados

Esto condice con la tendencia general observada en los grupos. Es probable que los alumnos con orientación en humanidades, dado el currículo de la terminalidad, prácticamente nunca hayan tomado contacto directo con trabajos de laboratorio. Esto se refleja en sus motivaciones, ya que si bien la opción 1 fue también la más votada, el promedio general para todas las opciones indica cierta tendencia negativa o indiferente con respecto a los otros dos grupos.

CONCLUSIONES

Podemos observar que hay un grupo de proposiciones (el 53% del total), que tratan temas de interés común a la sociedad, sobre las cuales los estudiantes se manifestaron con opiniones que no mostraron diferencias significativas entre los tres grupo encuestados.

Respecto de las 14 proposiciones restantes (el 47% del total) las opiniones están divididas en tres conjuntos, donde podemos observar dos situaciones que se repiten: la opinión del grupo de Humanidades (en un caso junto con EG y sola en los otros dos casos) fue la menos favorable, mientras que la correspondiente al grupo de Ciencias Naturales (junto con EG en un caso y sola en los otros dos casos) fue la más favorable a química. Atendiendo al conjunto de proposiciones donde las opiniones reflejan diferencias entre los tres grupos de estudiantes, podemos encuadrarlas en temas químicos más específicos.

En forma general podemos decir que se nota una predominancia de actitud positiva hacia la química en alumnos que en algún momento de su paso por las aulas han tenido contacto con la disciplina, ilustrando quizás el dicho popular de que no se puede amar lo que no se conoce. A modo de reflexión, consideramos importante que la química ocupe el lugar que le corresponde en la educación media, dando así la posibilidad de elección futura (ya sea de carrera, oficio o postura ciudadana) en base al conocimiento y no en base a la ignorancia.

Agradecimientos

A la Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, a la UNR y su Consejo de Investiga-

ciones (CIUNR) por el apoyo recibido. MR es miembro de la carrera del Investigador Científico de la UNR (CIC-UNR).

Estamos profundamente agradecidas a los directivos, docentes, no docentes y alumnos de las instituciones educativas que se detallan luego, cuya generosa y entusiasta colaboración permitió la realización del presente trabajo: Escuela de Enseñanza Media part. inc. N° 8053, Integral Fisherton, Normal N°1, Padre Claret EEMPI N° 3110, Pedro Cristiá, San Bartolomé, San Patricio EEMPI N° 8225, Santísimo Rosario, Santo Domingo Savio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brown, T.; LeMay, H.; Bursten, B.; Burdge, J.** (2004). *Química: La ciencia central*. 9° edición, Pearson Education, México.
- Cardoso, M.; Núñez, M.; Aguado, M.; Okulik, N.; Jubert, A.; Castro, E.** (1999). Una evaluación de las actitudes hacia la ciencia de dos poblaciones de estudiantes universitarios, *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, XI, 259-268.
- Colom, A. y Melich, J.** (1994). *Después de la modernidad. Nuevas filosofías en la educación* Paidós. Barcelona.
- Demaría, I.; Trapé, M.; Bellú, S.; Rizzotto, M.** (2004). Una Alternativa para la Enseñanza de La Química. El Aprendizaje Basado en Problemas: Para Aprender a Aprender, *Anuario Latinoamericano de Educación Química* XVII, 1-6.
- Drogo, C.; Trapé, M.; Demaría, I.; Álvarez, E.; Rizzotto, M.** (2003). La conexión escuela-universidad: una necesidad actual, *VI Congreso*

Nacional y III Congreso Internacional Aula Hoy, 25-27/septiembre. Rosario, Argentina.

Drogo, C.; Trapé, M.; Rizzotto, M. (2007). Dimensiones de la educación superior: articulación, calidad y pertinencia, *IV Congreso Nacional y II Internacional de Investigación Educativa*, ISBN 978-987-604-050-1, 1-3

Drucker, P. (1993). *La sociedad poscapitalista* Ed. Sudamericana. Buenos Aires.

Durkheim, E. (1991). *Educación y sociología* Ed. Colofón. México.

Espinosa García, J.; Román Galán, T. (1998). La medida de las actitudes usando las técnicas de Likert y de diferencial semántico, *Enseñanza de las Ciencias* 16, 477-484.

Galagovsky, L. (2008). 2008: El año de la enseñanza de las ciencias naturales en la Argentina. *Química Viva* 7 (1) 49-57.

Guidetti, F.; Derita, M.; Demaría, I.; Álvarez, E.; Trapé, M.; Drogo, C.; Rizzotto, M. (2004). Los docentes universitarios en la articulación con la escuela, *IV Congreso Internacional Aula Hoy*, Rosario.

Kruskal, W. H. y Wallis, W. A. (1952). Use of ranks in one-criterion variance analysis, *Journal of the American Statistical Association* 47 (260): 583-621.

Martínez, L.; Villamil, Y.; Peña, D. (2006). Actitudes favorables hacia la química a partir del enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), *I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I*, Palacio de Minería, México.

Moreno, R.; Rossi, A.; Lorenzo, M. G. (2008). ¿Qué concepciones sobre la ciencia sostienen los profesores de química en el nivel medio y el nivel universitario? *XXVII Congreso Argentino de Química*, San Miguel de Tucumán, trabajo N° 10-015.

Risso Patron, G. (2002). La enseñanza de la química preocupa a los investigadores, *Diario "La Capital" de Rosario, sección Educación*, 14/08/2002, entrevista a la Dra. Olga Videz, UNC.

Rodríguez, C. (2004). Significatividad de los contenidos de Química para el currículum de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Rosario, *Tesis de Maestría en Educación Universitaria, Facultad Humanidades y Artes. Universidad Nacional de Rosario*.

Scott, P. (1999). El rol cambiante de la universidad en la producción de nuevo conocimiento (traducción: Mariana Heredia), *Pensamiento universitario* 8, 69-84., Buenos Aires.

Uni-Media, *Boletín de la Secretaría de Políticas Universitarias*, <http://www.ses.me.gov.ar/>

Para reflexionar

ACERCA DE LA NATURALEZA DE LA QUÍMICA: ALGUNOS COMENTARIOS

Martín Labarca

CONICET – Universidad Nacional de Quilmes. Instituto de Estudios Sobre la Ciencia y la Tecnología. Buenos Aires, Argentina.
mglabarca@unq.edu.ar

Resumen

En este trabajo nos proponemos comentar algunos de los tópicos discutidos por Gabriela Lorenzo (2008) acerca de la naturaleza de la química, cuya discusión se enmarca en la filosofía contemporánea de la química. Entre estos temas, discutiremos la relación entre química y filosofía, el triángulo de Johnstone y el vigente problema de la interpretación del concepto de orbital atómico bajo la perspectiva filosófica de un pluralismo ontológico.

Palabras clave: Filosofía de la química, Johnstone, orbital, realismo, pluralismo ontológico.

On the nature of chemistry: some comments

Abstract

The aim of this work is to comment some of the issues discussed by Gabriela Lorenzo (2008) on the nature of chemistry, whose framework of discussion is contemporary philosophy of chemistry. Among these issues, we will discuss the relationship between chemistry and philosophy, the Johnstone's triangle and the problem of interpretation of atomic orbital under the ontological pluralism philosophical standpoint.

Key words: Philosophy of chemistry, Johnstone, orbital, realism, ontological pluralism.

QUÍMICA Y FILOSOFÍA: ¿SON MISCIBLES?

Esta pregunta formulada en círculos científicos generará una respuesta, por lo general, negativa, dado que suele pensarse que filosofía y química constituyen dos campos disyuntos del conocimiento. Aunque el significado del térmi-

no es muy amplio, podemos entender la filosofía como la disciplina que tiene por objeto ocuparse del análisis de conceptos. ¿Qué tipo de conceptos? Conceptos referidos a la vida, al ser, a la física, al amor, al conocimiento, a la mente... y a la química. Ahora bien ¿cuál es el objeto de estudio de la química? Si bien es una pregunta, en principio, sencilla de responder, al profundizar en las defi-

niciones observamos que las respuestas divergen: mientras algunos autores afirman que la química es la ciencia de las sustancias y sus cambios (van Brakel, 1997), otros indican que la química es la ciencia de la materia y sus cambios (Schummer, 1998; Atkins y Jones, 2006), y también ha sido señalado que la química no es la ciencia de los átomos sino de las moléculas (Liegner y Del Re, 1987). Enfrentamos, entonces, un problema de fundamentos referido al objeto de estudio de la disciplina y un vigente problema de interpretación (científico-filosófico y no únicamente científico): la química se ocupa de sustancias, moléculas y átomos. Pero ¿qué es una sustancia, una molécula y un átomo y cómo se relacionan entre sí?

Pese al firmemente arraigado supuesto según el cual la química puede prescindir de la filosofía, es posible (y necesario) tender un puente entre ambas disciplinas. En efecto, toda investigación científica incluye *conceptos filosóficos* tales como los de verdad, hipótesis, tiempo, ley, energía, etc.; y en toda investigación subyacen ciertos *postulados filosóficos* como los de la realidad, cognoscibilidad y legalidad del mundo exterior¹. Esto último, dicho de otro modo: “*Existe un mundo exterior independiente de la existencia de un sujeto cognoscente y, en consecuencia, puede ser conocido objetivamente, aunque sólo sea parcial y gradualmente*”; “*No existen los milagros, todo el universo funciona en base a leyes naturales*”. Naturalmente, el investigador que llega a su oficina o a su laboratorio no se pregunta cada día si la realidad existe. Tampoco cuestiona si las cosas pueden ser conocidas, ni se pregunta si existen leyes para poder conocerlas. En resumen: el científico acepta presupuestos filosóficos implícitamente y sin saberlo.

Desde este modo, entonces, no sólo quí-

mica y filosofía son miscibles sino que el trabajo mancomunado entre químicos, historiadores y filósofos de la química ha producido ya resultados de suma importancia para comprender en profundidad la naturaleza de la disciplina, y de esa forma, introducir enfoques más abarcadores tanto en la docencia como en la investigación.

En su reciente trabajo acerca de la naturaleza de la química, Gabriela Lorenzo (2008) propone, muy saludablemente, comenzar a debatir algunos temas que se enmarcan en la (natural) reflexión filosófica acerca del mundo químico. Dicho ámbito de estudio constituye la denominada filosofía de la química, una subdisciplina emergente en la filosofía de la ciencia contemporánea² (*cf.*: Labarca, 2005).

LOS NIVELES DE LA QUÍMICA: EL TRIÁNGULO DE JOHNSTONE

Con el propósito de comprender la naturaleza de la disciplina, un destacado investigador en educación en química, Alex Johnstone, ha propuesto su ya clásico triángulo que vincula los distintos niveles de lo que denomina “la nueva química” (Johnstone, 1993, 2000). De acuerdo con su propuesta, el aprendizaje de la química requiere operar e interrelacionar tres niveles de pensamiento: macroscópico, microscópico y representacional. El nivel macroscópico está constituido por lo tangible, visible, etc.; el nivel submicroquímico comprende átomos, moléculas, iones y estructuras y, finalmente, el nivel representacional es el que da cuenta de los símbolos, fórmulas, ecuaciones, gráficos, y manipulación matemática. Ninguno de estos niveles es superior a otro, sino que cada uno

¹Para precisar el significado del concepto filosófico de realidad, véase la tercera sección, subsección.4.

²La compleja actividad científica es estudiada en la actualidad desde distintas perspectivas de análisis. Los denominados estudios sobre la ciencia o estudios metacientíficos están conformados por la filosofía de la ciencia, la psicología de la ciencia, la sociología de la ciencia y la historia de la ciencia. Dichas disciplinas, que tienen a la ciencia como objeto de estudio, constituyen un saber de segundo orden sobre un saber de primer orden: la ciencia.

complementa a los restantes. Estos tres niveles de la química, indica el autor, pueden pensarse como formando un triángulo.

Si bien la propuesta de los tres niveles de Johnstone ha generado controversias (como todo aquello que es novedoso), es ampliamente aceptada en la comunidad de investigadores en didáctica de la química, tal como señala Lorenzo (p.19). Asimismo, es posible encontrar la referencia a dicha propuesta en un muy conocido libro de introducción a la química (Atkins y Jones, 2006).

Sin embargo, llama la atención el error filosófico no advertido de esta idea y es el referente a una clásica confusión de planos de argumentación. La misma se basa en confundir el *plano ontológico* con el *plano lingüístico y/o conceptual*, y éste, a su vez, con el *plano matemático*³. En efecto, si aceptamos la distinción entre *sujeto* y *objeto* en la relación epistémica (la relación entre el explorador y lo explorado), diremos que los ítems lingüísticos y/o conceptuales (lenguaje, teorías, conceptos, leyes, descripciones, nombres, etc.) corresponden al ámbito del sujeto, mientras que los ítems ontológicos (ontología, regularidades, entidades individuales, propiedades, eventos, etc.) corresponden al ámbito del objeto. Sobre la base de esta distinción, si somos *realistas* en algún sentido, concebimos que los ítems lingüísticos y/o conceptuales refieren a los ítems ontológicos. Dada dicha distinción conceptual, señalaremos entonces que, en el caso de la química, es posible identificar el *plano ontológico* en el que reconocemos, efectivamente, dos niveles: macro y microquímico; por otra parte, en el *plano lingüístico* encontramos todo el andamiaje conceptual construido por los químicos durante siglos para describir y explicar la ontología química; y finalmente, la manipulación matemática de algunos ítems lingüísticos (ecuaciones, leyes,

reglas) conforman el denominado *plano matemático*. El siguiente ejemplo nos aclarará estas distinciones.

Analicemos la conocida relación interteórica que vincula la mecánica estadística y la termodinámica, cuya expresión formal es: $T = (2/3k)\overline{E}_K = f(\overline{E}_K)$, y donde T es la temperatura del sistema concebido como un gas, \overline{E}_K es la energía cinética media por molécula en un sistema de moléculas y k es la constante de Boltzmann. En el *plano ontológico* identificamos las entidades denotadas tanto por el término ' T ' perteneciente a la ontología termodinámica, como por el término ' \overline{E}_K ' perteneciente a la ontología mecánica estadística. Es importante enfatizar que el símbolo '=' no significa identidad lógica. En efecto, ' T ' y ' \overline{E}_K ' no refieren a una misma entidad (o a un mismo ítem extralingüístico), sino a ítems ontológicamente diferentes que forman parte de ontologías irreductibles. El símbolo '=' significa entonces identidad entre valores numéricos, y no entre conceptos o entidades.

Veamos ahora el *plano matemático*. La función representada por ' f ' es una función matemática que determina qué operaciones algebraicas pueden efectuarse entre los valores numéricos –en ciertas unidades preestablecidas– que adoptan las propiedades respectivas. Así, la expresión que vincula la temperatura de un gas con la energía cinética molecular media nos dice que el valor numérico de la temperatura de un gas en un recipiente es el mismo número que surge al multiplicar el valor numérico de la energía cinética molecular media de las moléculas contenidas en el recipiente por $2/3$, y dividirlo por el valor numérico de la constante de Boltzmann. Es importante señalar que el valor numérico de ambos conceptos se obtiene con los medios teóricos y empíricos de dos

³ Antes de introducirnos en tal análisis, conviene aquí realizar la siguiente precisión conceptual: ontología es el capítulo de la filosofía (metafísica, en particular) que estudia la realidad, su estructura y las entidades existentes en ella.

teorías diferentes: la termodinámica y la mecánica estadística. A pesar de la coincidencia numérica establecida, los conceptos pertenecen a distintas ontologías y, por tanto, refieren a ítems ontológicos irreductibles.

Con este ejemplo podemos ahora identificar los distintos planos de argumentación: la expresión $T = (2/3k)\bar{E}_K = f(\bar{E}_K)$ corresponde al *plano lingüístico y/o conceptual* (correspondiente al *sujeto*); los valores numéricos de la temperatura y de la energía cinética molecular media, así como la relación funcional entre ambos valores, representada por 'f', corresponden al *plano matemático*, y en el *plano ontológico (extralingüístico)* y que corresponde al *objeto*) identificamos las entidades denotadas por los términos 'T' y ' \bar{E}_K ', pertenecientes a la termodinámica y a la mecánica estadística clásica, respectivamente (*cf.*: Lombardi y Pérez Ransanz, 2009). De acuerdo con estas consideraciones, entonces, podemos ver que el sentido del término 'nivel' que emplea Johnstone debería corresponder en verdad a cuestiones ontológicas y no a ítems conceptuales o matemáticos. Por tanto, ya no se trata de reinterpretar su triángulo (como escaleno o equilátero), sino de apreciar, sencillamente, que los diferentes planos de argumentación no forman figura alguna.

EL PROBLEMA DE LA INTERPRETACIÓN DEL CONCEPTO DE ORBITAL ATÓMICO

Otro de los temas que aborda Lorenzo es el referente al vigente problema de los orbitales en la filosofía contemporánea de la química. Repasemos brevemente su origen: en septiembre de 1999, la prestigiosa revista Nature anunciaba que los orbitales d de la cuprita (Cu_2O) habían sido ob-

servados y fotografiados por primera vez (Zuo *et al.*, 1999). Naturalmente, el impacto de tal anuncio conmovió a las comunidades física y química (*cf.*: por ejemplo, Zurer, 1999; Yam, 1999; Samuelson, 1999). Poco tiempo después, la visualización de orbitales en otro compuesto fue comunicada por otro grupo experimental (Pascual *et al.*, 2000).

Pero la euforia inicial ante esta noticia que manifestaron investigadores de prestigiosas universidades (*cf.*: Humphreys, 1999) fue rápidamente impugnada por los argumentos esgrimidos por algunos químicos teóricos y filósofos de la química. Entre ellos, Eric Scerri (2000, 2001) —uno de los padres fundadores de la filosofía contemporánea de la química— rápidamente señaló el supuesto error conceptual cometido en la interpretación de las visualizaciones: el término 'orbital' carece de referente en mecánica cuántica. Por tanto, los orbitales no pueden ser observados. El error conceptual, señala el autor, consistió en confundir el concepto de orbital con el concepto de densidad de electrones, el cual, efectivamente, sí se observa durante los experimentos. Frente a esta objeción, el investigador líder del equipo que comunicó tal anuncio concedió a Scerri dicha interpretación: cualquier similitud entre las imágenes comunicadas y las imágenes de los orbitales en los libros de texto es completamente fortuita (Spence *et al.*, 2001). Al mismo tiempo, algunas objeciones algo diferentes a dicha comunicación fueron formuladas por algunos químicos teóricos (Wang y Schwarz, 2000a; Schwarz, 2006) y la no existencia de los orbitales fue enfatizada por químicos teóricos no-cuánticos (Matta y Gillespie, 2002), así como también por filósofos (Jenkins, 2003).

Sin embargo, algunos educadores en química han reaccionado frente a este enfoque normativista, señalando que la interpretación no realista

tendrá muy poco impacto en la utilización de los orbitales en la enseñanza de la disciplina (Richman, 1999a, b; Emerson, 1999). A partir de ésta y otras críticas, Scerri comenzó a mitigar su posición, adoptando una “posición intermedia” entre normativismo y naturalismo: si bien los orbitales no pueden ser observados de acuerdo con la mecánica cuántica, los educadores pueden emplearlos de manera realista, pero señalando cuidadosamente sus limitaciones (Scerri, 2006).

La enorme utilidad teórica del concepto de orbital en química explica el hecho de que, en general, los químicos y los docentes de la disciplina sean realistas en relación al concepto, es decir, los orbitales son entidades existentes en el mundo. Como afirma Roald Hoffman, Premio Nobel de química en 1981: “*Creo que los orbitales son reales y que a partir de ellos podemos construir el mundo de la química. Son la manera más extensiva y unificadora de observar los fenómenos químicos*” (citado en Cardellini, 2007, p.1633).

Cuando el debate filosófico-científico parecía estar teóricamente definido en favor de la interpretación antirrealista (es decir, la no-observación de los orbitales), diversos grupos experimentales continuaron reportando su visualización y aún la de orbitales moleculares (*cf.* por ejemplo, Feng *et al.*, 2000; Litvinyuk *et al.*, 2000; Brion *et al.*, 2001; Itatani *et al.*, 2004).

Si hasta el momento de las primeras noticias la discrepancia acerca del significado del término ‘orbital’ podía continuar confinada al plano epistemológico, en particular en el ámbito de la educación en química (Ogilvie, 1990; Simons, 1991; Edminston, 1992; Pauling, 1992), con el anuncio de la observación de orbitales la discusión ingresó decididamente en el terreno ontológico. Ya no se trata de establecer el papel explicativo del concep-

to de orbital, la posibilidad de su descripción en términos mecánico-cuánticos, o su utilidad en la enseñanza: ahora el problema se convierte en la cuestión de decidir si los orbitales existen o no.

El marco general de la discusión: la relación entre química y física

Por nuestra parte, creemos que este problema se enmarca en el problema más general de la relación entre química y física (Lombardi y Labarca, 2004, 2005). Este problema es habitualmente conocido como el problema de la reducción de la química a la física, y constituye el tópico de mayor madurez en la filosofía contemporánea de la química. Tradicionalmente, ha sido discutido en el ámbito epistemológico sobre la base del análisis del concepto de reducción y su aplicación en las ciencias químicas. En este ámbito, entonces, existe acuerdo entre los filósofos de la química en rechazar la reducción epistemológica del mundo químico al mundo de la física de las partículas elementales: las leyes y conceptos de la química no pueden expresarse adecuadamente en el lenguaje mecánico-cuántico (*cf.* por ejemplo, Primas, 1983; Scerri y McIntyre, 1997; Vemulapalli y Byerly, 1999; van Brakel, 2000; Scerri, 2004).

Sin embargo, las discusiones en el ámbito ontológico han tenido poca o ninguna influencia en la controversia: hasta hace poco tiempo, existía un amplio acuerdo respecto de que las entidades químicas no son más que extremadamente complejas entidades físicas (*cf.* por ejemplo, Kemeny y Oppenheim, 1956; Scerri y McIntyre, 1997; Vemulapalli y Byerly, 1999; Luisi, 2002). De este modo, la autonomía de la química como disciplina científica se respaldaba en el rechazo de la reducción epistemológica,

pero admitiendo la reducción ontológica (para mayores detalles, *cf.*: Labarca, 2006; Lombardi y Labarca, 2007).

Durante los últimos años, el supuesto de la reducción ontológica ha comenzado a ser cuestionado desde distintos marcos filosóficos (Crasnow, 2000; van Brakel, 2000, 2003; Lombardi y Labarca, 2004, 2005; Scerri, 2008). En particular, hemos argumentado que la autonomía de la química debe defenderse desde una perspectiva filosófica que permita rechazar no sólo la reducción epistemológica, sino también la reducción ontológica. Esta perspectiva, inspirada en la filosofía kantiana, conduce a un pluralismo ontológico que proporciona a la ontología química el mismo status ontológico que a la ontología física. La aplicación de este enfoque filosófico al problema de la relación entre química y física ha generado repercusiones en el ámbito de la filosofía de la química (Needham, 2006; Scerri, 2005, 2007; McIntyre, 2007).

En este marco general del debate se enmarca la discusión acerca del status ontológico del concepto de orbital atómico. Si bien hemos abordado este problema empleando la noción de modelo en ciencias fácticas (Labarca 2006; Lombardi y Labarca, 2007), creemos que esta es una buena oportunidad para aclarar aún más la interpretación que hemos propuesto con Olimpia Lombardi (CONICET – Universidad de Buenos Aires) y que, naturalmente, puede generar cierta complejidad en su comprensión en la comunidad de educadores. Asimismo, la aplicación de dicho marco conceptual al problema de los orbitales ha generado la impresión de que nuestra interpretación es cualitativa, difusa y semiclásica (Wang y Schwarz, 2009).

Hacia una interpretación ontológicamente pluralista del concepto de orbital

La aplicación de un pluralismo ontológico de raíz kantiana al problema de los orbitales implica, en primer lugar, abordar la génesis del concepto para luego comparar los conceptos de orbital usados en física y en química molecular.

Es sabido que en 1913 Niels Bohr empleó la noción de “órbitas atómicas” en su teoría del átomo de hidrógeno. Si bien el modelo atómico de Bohr fue un eslabón histórico muy importante para el desarrollo de la mecánica cuántica, pronto comenzó a mostrar inconsistencias teóricas cuando se lo aplicó, entre 1913 y 1925, a átomos multielectrónicos y a moléculas. La formulación definitiva de la mecánica cuántica a fines de la década de 1920 –de la mano de Schrödinger, Heisenberg, Born y von Neumann, entre otros– modificó sustancialmente la concepción inicial de los electrones en el átomo: ahora los electrones se disponían alrededor del núcleo en tres dimensiones. Además, según el Principio de Indeterminación de Heisenberg, los electrones dejaron de concebirse orbitando alrededor del núcleo en trayectorias definidas.

Fue Robert Mulliken (Premio Nobel de química en 1966) quien introdujo el término ‘orbital’ en 1932 para distinguirlo del término ‘función de onda orbital’. El término orbital, señala el autor, es simplemente una abreviación para la ‘función de onda orbital monoeléctrico’ o, preferiblemente, para la autofunción orbital de un electrón en un átomo o una molécula. Aunque Mulliken (1967) caracterizó a los orbitales como algo semejante a una órbita en la teoría de Bohr tanto como es posible en mecánica cuántica, también señaló que, estrictamente, un orbital (atómico o molecular) es sólo una función matemática en un espacio tridimensional. A partir de ese momento, entonces, se

comienza a hablar de ‘orbitales’ en lugar de ‘órbitas’ (Nye, 1993).

En síntesis, al imponerse definitivamente la mecánica cuántica en la comunidad científica, los físicos acabaron abandonando el modelo ‘pictórico’ del átomo para adoptar una descripción puramente formal en términos de los elementos teóricos de la teoría cuántica. Los químicos, en cambio, retuvieron la idea de electrones en torno al núcleo en ciertas disposiciones espaciales que permitían explicar los enlaces químicos y la geometría molecular. De este modo, se produce la ruptura conceptual entre la descripción física y la descripción química del átomo.

Ahora bien, tomemos el caso más sencillo de átomo monoeléctrico: el átomo de hidrógeno. ¿Qué es un orbital en este caso? En el contexto de la mecánica cuántica, el orbital atómico del átomo de hidrógeno es la función de onda de su único electrón, un ítem matemático que no posee un referente ontológico directo. En la química molecular, en cambio, el orbital atómico del átomo de hidrógeno es la región del espacio donde es más probable que se encuentre el electrón en torno del núcleo, una entidad física que puede definirse (si bien en átomos multieletrónicos no calcularse) con precisión. Mientras que en el primer caso el término ‘orbital’ carece de referente y puede afirmarse que el orbital del átomo de hidrógeno no existe, en el segundo caso el orbital es una región del espacio que permite dar cuenta, por ejemplo, del enlace covalente simple entre dos átomos de hidrógeno en la molécula en términos del modo en que los respectivos orbitales se superponen en el espacio. Como vemos, no es necesario considerar átomos multieletrónicos para reconocer la profunda ruptura conceptual

que subyace al problema.

Por otro lado, sabemos que dos características centrales de la mecánica cuántica son la *contextualidad* y la *no-localidad*. La contextualidad significa que es imposible asignar, de un modo consistente, un valor preciso a todos los observables de un sistema que se encuentra en un cierto estado cuántico. En consecuencia, la mecánica cuántica pone en crisis la noción de *objeto sustancial*, esto es, la idea filosófica tradicional de individuo como sustancia individual en la que inheren las propiedades y que brinda al objeto su identidad a través de los cambios. Por su parte, la no-localidad significa que un sistema cuántico no es independiente de las correlaciones que mantiene con otros sistemas cuánticos con los que ha interactuado, aun cuando tales interacciones no ocurran en el presente. Esto pone en crisis la noción tradicional de *objeto local*, la idea de una entidad que puede identificarse por su *localización espacial* definida. Estos problemas, que forman parte de la filosofía de la mecánica cuántica, ponen de relieve que toda imagen ontológica clásica de individuo resulta completamente inadecuada en el dominio cuántico: sean lo que sean los sistemas cuánticos, no son los objetos sustanciales y locales de la ciencia no-cuántica, descritos por la noción filosófica tradicional de individuo.

El objeto de estudio central de la química molecular, en cambio, es la molécula. La química molecular las concibe como configuraciones tridimensionales de átomos en un espacio clásico euclídeo, unidos entre sí por enlaces químicos⁴. El propósito fundamental de la disciplina consiste en identificar los diferentes tipos de moléculas y estudiar sus propiedades individuales y colectivas. En ese contexto, entonces, las moléculas son *ob-*

⁴La denominada ‘teoría molecular clásica’ (folk molecular theory) (Ramsey, 1997) es un conjunto de ideas estructurales y reglas semiempíricas. Si bien no existe una presentación formalizada de esta teoría, es la parte estructural de lo que Joachim Schummer (1998) –otro de los padres fundadores de la filosofía contemporánea de la química– denomina el núcleo químico de la química

jetos clásicos en un sentido *sustancial y local*: son entidades que poseen todas sus propiedades definidas en cada instante, que conservan su identidad a través de los cambios de sus propiedades y que poseen una localización espacial determinada.

En el contexto de esta ontología clásica, es razonable que los átomos componentes de la molécula sean concebidos en términos compatibles con dicha ontología. Si bien los electrones ya no giran en órbitas definidas en torno a los núcleos, sigue hablándose de la probabilidad de que los electrones se encuentren en una región del espacio en torno al núcleo. En otras palabras, la molécula es concebida como un objeto compuesto de núcleos clásicos y electrones semi-clásicos, cuya “semi” clasicidad se debe exclusivamente a que no se encuentran regidos por las ecuaciones clásicas de movimiento sino por la ecuación de Schrödinger bajo su interpretación probabilística. Un átomo es, entonces, un objeto individual –el núcleo– espacialmente localizado, con otros objetos individuales –los electrones– que se disponen a su alrededor de un modo que la teoría determina sólo probabilísticamente. Es claro que esta imagen del átomo es totalmente ajena a la mecánica cuántica, donde estrictamente sólo podría hablarse del sistema-molécula, descrito por su función de onda no-separable, con sus correlaciones cuánticas con los restantes sistemas con los que ha interactuado, y cuyos “componentes” no son los objetos individuales –sustanciales y locales– de la física clásica.

La tradicional estrategia para conectar la descripción química y la descripción cuántica de los sistemas moleculares se basa en la introducción de la conocida aproximación de Born-Oppenheimer, basada en la separación de los movimientos del núcleo y de los electrones. La

aproximación procede en dos pasos: en un primer paso se ignora el movimiento de los núcleos, despreciando su energía cinética, y se resuelve la ecuación de Schrödinger sólo para los electrones; en un segundo paso se reintroduce la energía cinética de los núcleos. Esta técnica brinda resultados aceptables bajo el supuesto de que los núcleos se mueven lentamente respecto de los electrones, lo cual a su vez se basa en el hecho de que la masa M del núcleo es muchísimo mayor que la masa m de los electrones. Pero desde un punto de vista formal, la aproximación de Born-Oppenheimer es una expansión asintótica en torno al límite singular $\hbar = m/M \rightarrow 0$. Esto significa que el nexo entre la descripción química y la descripción cuántica sería estrictamente válido sólo para masas nucleares infinitas; únicamente en este caso “*las correlaciones holísticas entre los núcleos y los electrones quedan suprimidas y la descripción de una molécula se reduce a la descripción del movimiento de electrones en el campo eléctrico de un núcleo clásico*” (Primas, 1998, p.91). Se trata, entonces, de un límite singular, que implica “*un cambio cualitativo en la teoría, el cual se expresa en la teoría por una aproximación discontinua*” (Wooley, 1978, p.1076).

En síntesis, la química molecular trabaja con moléculas clásicas, espacialmente localizadas, sin superposiciones ni correlaciones, compuestas de átomos descritos en términos de núcleos clásicos y electrones semi-clásicos; la forma de las regiones ocupadas por tales electrones con mayor probabilidad –los orbitales– explica la forma de las moléculas, forma que, a su vez, explica muchas de las propiedades de las sustancias. Como hemos señalado, actualmente muchos autores admiten no sólo la no reductibilidad de la descripción química a la mecánica cuántica, sino la discontinuidad

conceptual entre ambos ámbitos: los conceptos que utiliza la química molecular se encuentran totalmente ausentes del universo conceptual de la mecánica cuántica. En otras palabras, la ontología cuántica y la ontología química molecular son –en lenguaje kuhniano– inconmensurables.

El supuesto de una única ontología

Como hemos visto, el problema de los orbitales es un problema conceptual que se presenta tanto en átomos mono como multielectrónicos. En mecánica cuántica el concepto de orbital refiere a la función de onda del átomo que, en tanto entidad matemática, no habita el mundo cuántico. En química molecular, el concepto de orbital refiere a una región del espacio donde se encuentran con mayor probabilidad los electrones semi-clásicos en torno del núcleo clásico. En otras palabras, los orbitales no existen en el mundo descrito por la mecánica cuántica pero sí existen en el mundo descrito por la química molecular. ¿Por qué, entonces, se concluye que, sencillamente, los orbitales no existen?

Consideremos dos teorías T_1 y T_2 tales que T_2 contiene un concepto referencial C que en T_1 no refiere. La entidad referida por C no existe sólo si suponemos que T_1 es la teoría “verdadera” o, al menos, la más adecuada para describir la realidad. Este supuesto está implícito en las palabras de Scerri cuando sostiene que “*es esencial que los científicos sean más cuidadosos al atribuir realidad física a entidades definidas teóricamente y respecto de las cuales la teoría nos informa que no existen físicamente*” (Scerri, 2001, p.S81). ¿Cuál es la teoría a la que se refiere el autor, que nos informa que los orbitales no existen? La mecánica cuántica, obviamente. Pero, ¿por qué no preguntarle a la química molecular? ¿Qué privilegio me-

tafísico detenta la mecánica cuántica para constituirse en el juez acerca de lo que existe o no existe en el mundo? Es claro que el prestigio se funda en el supuesto ontológicamente reduccionista según el cual existe una ontología única, y la mecánica cuántica es la mejor teoría para describir dicha ontología: toda descripción que no concuerde con la descripción cuántica estará irremediabilmente confinada al ámbito de lo fenomenológico y no-referencial.

Desde luego, nada tiene de contradictorio desde un punto de vista lógico la adopción de un reduccionismo ontológico como el que conduce a negar la existencia de los orbitales. Pero es interesante reflexionar acerca de las consecuencias que conlleva una defensa consistente de tal postura. Si la mecánica cuántica fuera la única teoría verdadera (o aproximadamente verdadera) ya que es la única que describe (al menos, aproximadamente) la realidad tal como es en sí misma, no sólo los orbitales no existirían, sino tampoco todas las entidades de las que nos hablan otras teorías y disciplinas científicas. Se esfumarían, así, las moléculas con su forma molecular, los gases con sus temperaturas, los planetas con sus trayectorias, los organismos con sus células, y así siguiendo. Si la observación de orbitales implicara “*una rotunda refutación de la mecánica cuántica*” (Scerri, 2001, p.S76), la observación de cualquier otra entidad que no pertenece al dominio ontológico de la mecánica cuántica también la refutaría; sin embargo, toda la ciencia no-cuántica se respalda en tales observaciones. Según Scerri, puesto que el término ‘orbital’ es no referencial en la mecánica cuántica, los orbitales no existen y, por tanto, “*no pueden ser observados, punto*” (Scerri, 2000, p.1494). Reemplacemos en esta tesis el término ‘orbital’ por cualquier otro término científico no

perteneciente al lenguaje de la mecánica cuántica –‘molécula’, ‘célula’, ‘planeta’, ‘virus’, ‘galaxia’, ‘péndulo’–: un reduccionismo coherente debería asentir también a la afirmación resultante de tal reemplazo. Cuando nos desembarazamos del supuesto ontológicamente reduccionista y reconocemos que todo objeto de conocimiento surge como la síntesis entre la realidad independiente (‘nómeno’, en lenguaje kantiano) y el esquema conceptual que aporta el sujeto cognoscente, admitiremos, en nuestro caso, que la ontología cuántica es tan teórico-dependiente como la ontología química molecular. Y en esta ontología, las entidades que la habitan, junto con sus propiedades, no necesitan “legitimidad ontológica”: son entidades pertenecientes al mundo de la química y su existencia objetiva no depende de sus relaciones interteóricas con teorías (supuestamente) más “fundamentales” (Labarca y Lombardi, 2008a, 2008b).

Los orbitales atómicos: ¿son reales?

Otro tema que aborda Gabriela Lorenzo (p.20) es el referente a la visualización de los orbitales. La autora se pregunta acerca de la realidad de los mismos en el sentido de que posean características materiales, concretas y perceptibles. Dado que las nociones de *realidad* y de *existencia* son filosóficas, nos detendremos a precisar el sentido en que dichos conceptos se emplean.

En un sentido filosófico amplio, se considera que lo real es aquello que existe independientemente de cualquier sujeto cognoscente (‘realismo mínimo’), y esa realidad se nos presenta como un mundo ‘ya hecho’ o estructurado (‘realismo me-

tafísico’), al que es factible conocer, al menos, aproximadamente (‘realismo gnoseológico’). Por tanto, bajo el rótulo ‘realismo’ queda incluida toda posición filosófica que admita lo real como un elemento filosófico relevante.

Ahora bien, ¿cuál es el criterio de existencia o de realidad de una entidad postulada? El criterio más simple es la *observabilidad*. Este criterio es el más habitual entre los científicos de las ciencias fácticas pero, también, entre algunos filósofos⁵. Pero este criterio es, naturalmente, falible: uno puede estar observando un espejismo. Otro posible criterio de existencia es el *pragmático*: nuestra intervención en la práctica efectiva de la ciencia es el ámbito en donde debemos encontrar el criterio de existencia de las entidades de las que nos hablan nuestras teorías (Hacking, 1983)⁶. Y también es posible presentar un criterio de existencia *teórico*: desde la perspectiva de un pluralismo ontológico, dado que toda ontología surge de la síntesis entre la realidad independiente y el esquema conceptual provisto por la teoría correspondiente, las entidades que existen en tal ontología son *reales* y no necesitan estar ontológicamente legitimadas apelando a entidades que habitan otra ontología supuestamente “fundamental”. Cuando trasladamos tal criterio al problema que nos ocupa, y nos libramos del supuesto metafísico de una única realidad descrita por una única Teoría Verdadera (la mecánica cuántica), podemos aceptar la existencia de orbitales en la ontología de la química molecular pero no en la ontología cuántica (Labarca y Lombardi 2008a, 2008b).

Finalmente, algunas consideraciones filosóficas

⁵Por ejemplo, Eric Scerri asume la observabilidad de los orbitales como único criterio de realidad (comunicación personal); esta posición filosófica está sustentada en el denominado ‘empirismo constructivo’ del filósofo holandés Bas van Fraassen (1980). Este autor argumenta en favor de adoptar una posición agnóstica en relación a la existencia de los referentes de todos los términos teóricos en ciencias, es decir, términos que refieren a entidades no directamente observables.

⁶Este filósofo canadiense afirma: “admitimos la existencia de entidades inobservables, como los electrones, cuando podemos ‘rociarlos’ (“spray them”) (Hacking 1983, p.23), es decir, cuando podemos utilizar sus propiedades para intervenir en otros aspectos de la naturaleza: “Estamos completamente convencidos de la realidad de los electrones cuando nos proponemos construir –y tenemos suficiente éxito en construir– nuevos tipos de dispositivos que usan las diversas y bien conocidas propiedades causales de los electrones para interferir en otras partes de la naturaleza más hipotéticas” (Hacking 1983, p.265).

concernientes al problema de la observación. La naturaleza de la observación científica es un tópico ampliamente discutido en la filosofía de la ciencia desde mediados del siglo pasado. Rechazando la tradicional idea de datos puros de la experiencia, algunos autores han enfatizado la carga teórica de cualquier observación (Hanson, 1958): **no hay observaciones neutrales**, es decir, cualquier observación científica se expresa en un lenguaje que incorpora los compromisos ontológicos de una teoría particular.

Estas consideraciones son relevantes para el análisis de la observabilidad de los orbitales atómicos. Tal como correctamente señala Ostrovsky (2005), tanto en química cuántica como en mecánica cuántica virtualmente nada es directamente observable en los experimentos: los complejos diseños experimentales proveen datos ‘crudos’ que necesitan ser procesados para brindar información útil. De esta manera, la observación de una entidad ya no se concibe como una mera representación “pictórica”: aun cuando los reportes experimentales hablen de ‘imagen’ o ‘visualización’, la imagen obtenida en los experimentos es el resultado de interpretar los datos recibidos como información relevante acerca de la entidad observada, un procedimiento que presupone la descripción teórica de la entidad. La descripción teórica de la entidad objeto de estudio, implica su descripción utilizando el marco conceptual adecuado para ello. El propio caso de los orbitales es el ejemplo: a partir de datos ‘crudos’ obtenidos utilizando distintas técnicas de aproximación, la información relevante acerca de los mismos siempre es seleccionada desde el marco teórico empleado.

Creemos importante señalar que no estamos emitiendo juicio acerca del particular proceso expe-

rimental utilizado en los anuncios acerca de la “visualización de orbitales”: sólo los experimentalistas especializados están en condiciones de analizar los detalles del experimento y evaluar su fiabilidad (para detalles, *cfr.* Wang y Schwarz, 2000a,b; Zuo et al., 2000). Nuestra respuesta se refiere exclusivamente al hecho de que, en principio, no existe razón alguna que impida la observación de entidades que no pertenecen al dominio cuántico.

CONCLUSIONES

En el espíritu de la invitación al debate acerca de la naturaleza de la química que formula Gabriela Lorenzo, hemos discutido algunos de los tópicos presentados por la autora, con la esperanza de motivar e invitar al lector a reflexionar sobre estos temas que atañen no sólo a los filósofos profesionales de la química, sino también a todo aquél que aborde una fascinante disciplina como la química desde distintas perspectivas de análisis.

Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias al apoyo del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, de la Universidad del Centro Educativo Latinoamericano y de la Sociedad Argentina de Análisis Filosófico de Argentina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Atkins, P. y Jones, L. (2006). *Principios de Química*. Editorial Médica Panamericana, Buenos

Aires, 3era. edición.

Brion, C. E., Cooper, G., Zheng, Y., Litvinyuk, I. V. y McCarthy, I. E. (2001). Imaging of Orbital Electron Densities by Electron Momentum Spectroscopy – a Chemical Interpretation of the Binary (*e*, *2e*) Reaction, *Chemical Physics*, 70, 13-30.

Cardellini, L. (2007). Looking for Connections: An Interview with Roald Hoffman. *Journal of Chemical Education*, 84, 1631-1635.

Crasnow, S. (2000). How Natural Can Ontology Be?. *Philosophy of Science*, 67, 114-132.

Edminston, C. (1992). The Nature of the Chemical Bond-Once More. *Journal of Chemical Education*, 69, 600.

Feng, R., Sakai, Y., Zheng, Y., Cooper, G. y Brion, C. E. (2000). Orbital Imaging for the Valence Shell of Sulphur Dioxide: Comparison of EMS Measurements with Near Hartree-Fock Limit and Density Functional Theory. *Chemical Physics*, 260, 29-43.

Hacking, I. (1983). *Representing and Intervening*. Cambridge University Press, Cambridge; v.e. *Representar e Intervenir*. Coedición Paidós-UNAM, México 1996.

Hanson, N. R. (1958). *Patterns of Discovery*. Cambridge University Press, Cambridge.

Humphreys, C. J. (1999). Electron Seen in Orbit. *Nature*, 401, 49-52.

Itatani, J., Levesque, J., Zeidler, D., Niikura, H., Pépin, H., Kieffer, J.C., Corkum, P.B. y Villeneuve, D.M. (2004). Tomographic Imaging of Molecular Orbitals. *Nature*, 432, 867-871.

Jenkins, Z. (2003). Do You Need to Believe in Orbitals to Use Them?: Realism and the Autonomy of Chemistry. *Philosophy of Science*, 70, 1052-1062.

Johnstone, A. (1993). The Development of

Chemistry Teaching. *Journal of Chemical Education*, 70, 701-705.

Johnstone, A. (2000). Teaching of Chemistry – Logical or Psychological?. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1, 9-15.

Kemeney, J. G. y Oppenheim, P. (1956). On Reduction. *Philosophical Studies*, 7, 6-19.

Labarca, M. (2005). La Filosofía de la Química en la Filosofía de la Ciencia Contemporánea. *Redes*, 11, 155-171.

Labarca, M. (2006). La Filosofía de la Química y su Impacto en la Educación en Química. *Educación en la Química*, 12, 59-71.

Labarca, M. y Lombardi, O. (2008a). Acerca del Status Ontológico de las Entidades Químicas: El Caso de los Orbitales Atómicos. *Principia – Revista Internacional de Epistemología*, aceptado para su publicación.

Labarca, M. y Lombardi, O. (2008b). Why Orbitals Cannot Be Observed?. Ponencia en el *XII International Society for the Philosophy of Chemistry Symposium 2008*, Coburg, Alemania, 3 al 6 de agosto.

Liegner, C. M. y Del Re, G. (1987). The Relation of Chemistry to other Fields of Science: Atomism, Reductionism, and Inversion of Reduction. *Epistemología*, 10, 269-284.

Litvinyuk, I. V., Zheng, Y. y Brion, C. E. (2000). Valence Shell Orbital Imaging in Adamantane by Electron Momentum Spectroscopy and Quantum Chemical Calculations. *Chemical Physics*, 253, 41-50.

Lombardi, O. y Labarca, M. (2004). En Defensa de la Autonomía Ontológica del Mundo Químico. *Diálogos* 84, 51-70.

Lombardi, O. y Labarca, M. (2005). The Ontological Autonomy of the Chemical World. *Foundations of Chemistry*, 7, 125-148.

- Lombardi, O. y Labarca, M.** (2007). The Philosophy of Chemistry as a New Resource for Chemistry Education. *Journal of Chemical Education*, 84, 187-192.
- Lombardi, O. y Pérez Ransanz, A.R.** (2009). Lenguaje, Ontología y Relaciones Interteóricas: En Favor de un Genuino Pluralismo Ontológico. *Revista Arbor. Ciencia, Pensamiento y Cultura*, en prensa.
- Lorenzo, M. G.** (2008). Destilación Fraccionada de Ideas Condensadas. Una Invitación al Debate sobre la Naturaleza de la Química. *Educación en la Química*, 14, 17-24.
- Luisi, P. L.** (2002). Emergence in Chemistry: Chemistry as the Embodiment of Emergence. *Foundations of Chemistry*, 4, 183-200.
- Matta, C. F. y Gillespie, R. J.** (2002). Understanding and Interpreting Molecular Electron Density Distributions. *Journal of Chemical Education*, 79, 1141-1152.
- McIntyre, L.** (2007). The Philosophy of Chemistry: Ten Years Later. *Synthese*, 155, 291-292.
- Mulliken, R.** (1967). Spectroscopy, Molecular Orbitals, and Chemical Bonding. *Science*, 157, 13-24.
- Needham, P.** (2006). Ontological Reduction: A Comment on Lombardi and Labarca. *Foundations of Chemistry*, 8, 73-80.
- Nye, M. J.** (1993) *From Chemical Philosophy to Theoretical Chemistry – Dynamics of Matter and Dynamics of Disciplines 1800-1950*. University of California Press, Berkeley.
- Ogilvie, J. F.** (1990). The Nature of the Chemical Bond-1990: There Are No Such Things as Orbitals!. *Journal of Chemical Education*, 67, 280-289.
- Ostrovsky, V. N.** (2005) Towards a Philosophy of Approximations in the 'Exact' Sciences. *Hyle-International Journal for Philosophy of Chemistry*, 11, 101-126.
- Pascual, J. I., Gómez-Herrero, J., Rogero, C., Baró, A. M., Sánchez-Portal, D., Artacho, E., Ordejón, P. y Soler, J. M.** (2000). Seeing Molecular Orbitals. *Chemical Physical Letters*, 321, 78-82.
- Pauling, L.C.** (1992). The Nature of the Chemical Bond-1992. *Journal of Chemical Education*, 69, 519-521.
- Primas, H.** (1983). *Chemistry, Quantum Mechanics and Reductionism*. Springer, Berlín.
- Primas, H.** (1998). Emergence in Exact Natural Sciences. En Farre, G. y Oksala, T. (eds.). *Acta Polytechnica Scandinavica*, 91, 83-98.
- Ramsey, J. L.** (1997). Molecular Shape, Reduction, Explanation and Approximate Concepts. *Synthese*, 111, 233-251.
- Richman, R.** (1999a). In Defense of Quantum Numbers. *Journal of Chemical Education*, 76, 608.
- Richman, R.** (1999b). The Use of One-Electron Quantum Numbers to Describe Polyatomic Systems. *Foundations of Chemistry*, 1, 175-183.
- Samuelson, A.G.** (1999). Visualizing Orbitals and Bonds. *Current Science*, 77, 1131-1132.
- Scerri, E. R.** (2000). Have Orbitals Really Been Observed?. *Journal of Chemical Education*, 77, 1492-1494.
- Scerri, E. R.** (2001). The Recently Claimed Observation of Atomic Orbitals and Some Related Philosophical Issues. *Philosophy of Science*, 68, S76-S88.
- Scerri, E. R.** (2004). Just How Ab Initio is Ab Initio Quantum Chemistry?. *Foundations of Chemistry*, 6, 93-116.
- Scerri, E. R.** (2005). Editorial 20. *Foundations of*

Chemistry, 7, 119-123.

Scerri, E. R. (2006). Normative and Descriptive Philosophy of Science and the Role of Chemistry. En Baird, D., Scerri, E. y McIntyre, L. (eds.). *Philosophy of Chemistry: Synthesis of a New Discipline*. Boston Studies in the Philosophy of Science, Springer, The Netherlands, pp.119-128..

Scerri, E. R. (2007). The Ambiguity of Reduction. *Hyle – International Journal for Philosophy of Chemistry*, 13, 67-81.

Scerri, E. R. (2008). *Collected Papers on Philosophy of Chemistry*. Imperial College Press, London.

Scerri, E. R. y McIntyre, L. (1997) The Case for the Philosophy of Chemistry. *Synthese*, 111, 213-232.

Schummer, J. (1998). The Conceptual Core of Chemistry. A Conceptual Approach. *Hyle – International Journal for Philosophy of Chemistry*, 4, 129-162.

Schwarz, W. H. E. (2006) Measuring Orbitals: Provocation or Reality?. *Angewandte Chemie International Edition*, 45, 1508-1517.

Simons, J. (1991). There Are No Such Things as Orbitals-Act Two!. *Journal of Chemical Education*, 68, 131-132.

Spence, J. C., O’Keefe, M. y Zuo, J. M. (2001). Have Orbitals Really Been Observed?. *Journal of Chemical Education*, 78, 877.

van Brakel, J. (1997) Chemistry as the Science of the Transformation of Substances. *Synthese*, 111, 253-282.

van Brakel, J. (2000). The Nature of Chemical Substances. En Bhushan, N. y Rosenfeld, S., (eds.), *Of Minds and Molecules. New Philosophical Perspectives on Chemistry*. Oxford University Press, New York, pp. 162-184.

van Brakel, J. (2003) The *Ignis Fatus* of Reduction and Unification. Back to the Rough

Ground. *Annals of New York Academy of Sciences*, 988, 30-43.

van Fraassen, B. (1980) *The Scientific Image*. Oxford University Press, Oxford; v.e. *La Imagen Científica*. Paidós-UNAM, México 1996.

Vemulapalli, G. K. y Byerly, H. (1999). Remnants of Reductionism. *Foundations of Chemistry*, 1, 17-41.

Wang, S. G. y Schwarz, W. H. (2000a). On Closed-Shell Interactions, Polar Covalences, d Shell Holes, and Direct Images of Orbitals: The Case of Cuprite. *Angewandte Chemie International Edition*, 39, 1757-1762.

Wang, S. G. y Schwarz, W. H. (2000b). Final Comment on the Discussions of ‘The Case of Cuprite’, *Angewandte Chemie International Edition*, 39, 3794-3796.

Wang, S. G. y Schwarz, W. H. (2009). Icon of Chemistry: The Periodic System of Chemical Elements in the New Century. *Angewandte Chemie International Edition*, 48, 3004-3015.

Wooley, R. G. (1978) Must a Molecule Have a Shape?. *American Chemical Society*, 100, 1073-1078.

Yam, P. (1999). Seeing the Bonds. *Scientific American*, 281, 28.

Zuo, J. M., Kim, M., O’Keefe, M. y Spence, J. C. H. (1999). Direct Observation of d-Orbital Holes and Cu-Cu Bonding in Cu₂O. *Nature*, 401, 49-52.

Zuo, J. M., Kim, M., O’Keefe, M. y Spence, J. C. H. (2000). On Closed-Shell Interactions, Polar Covalences, d Shell Holes, and Direct Images of Orbitals: The Case of Cuprite. Response to the Essay by S. G. Wang and W. H. E. Schwarz. *Angewandte Chemie International Edition*, 39, 3791-3794.

Zurer, P. (1999). Chemistry’s Top Five Achievements. *Chemical & Engineering News*, 77, 38-40.

Para reflexionar

CONOCIMIENTO PEDAGÓGICO DEL CONTENIDO: UNA DEFINICIÓN DESDE LA QUÍMICA

Andrea S. Farré¹ y M. Gabriela Lorenzo^{1,2}.

1- Centro de Investigación y Apoyo a la Enseñanza de la Ciencia (CIAEC), Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires. 2- CONICET. Argentina.

E-mail: asfarré@ffyb.uba.ar

Resumen

Hacia finales de la década de 1980, comenzó a desarrollarse un programa de investigación sobre el Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) de los docentes. Sus aportaciones han sido de vital importancia para la enseñanza de las ciencias porque pueden ser rápidamente trasladadas al aula, redundando en un mejor y mayor aprendizaje de los estudiantes. Es por esto que en este artículo presentamos un panorama de la forma en que ha ido cambiando y desarrollándose la noción del CPC como programa de investigación y como modelo de cognición docente, empleando analogías de la química para reflexionar y debatir sobre este concepto.

Palabras clave: Conocimiento Pedagógico del Contenido, Dominios del conocimiento docente, Formación de profesores

Pedagogical Content Knowledge: A Chemical definition

Abstract

By the end of 1980's, a research program about teachers' Pedagogical Content Knowledge (PCK) began to develop. Its findings have been vitally important for science teaching because they can be quickly transferred-into practice. In this way students' learning would be greater and better. Due to this situation, in this paper we present an overview of the way in which PCK's definition has changed and developed to become a research program and a teachers' cognition model. In order to discuss and to reflect on PCK conceptualization, chemical analogies were used.

Key words: Pedagogical Content Knowledge, Domains of teacher knowledge, teachers training

INTRODUCCIÓN: LOS ORÍGENES DEL CPC

Hace ya algunos años, el Dr. Andoni Garritz de la Universidad Nacional Autónoma de México publicaba en esta misma revista un artículo sobre el Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) (Garritz y Trinidad Velazco, 2005). A diferencia de los reclamos que muchas veces podemos leer en artículos sobre enseñanza de las ciencias acerca del poco impacto que los resultados de la investigación tienen en la práctica áulica (Gil y Pessoa, 2000), este modelo teórico nos brinda información concreta y útil para la enseñanza de las ciencias.

Siguiendo a Shulman (1986), podríamos definir al CPC como una amalgama entre el conocimiento disciplinario, y el conocimiento pedagógico que posee un profesor. Se trata de un conocimiento que le permite desarrollar con éxito su tarea de enseñar eligiendo analogías, ejemplos y demostraciones que resulten mejores y más efectivos para un determinado grupo de alumnos. Por lo tanto, los resultados de las investigaciones en esta área de conocimiento pueden ser rápidamente trasladados a las aulas (Bucat, 2004). Esto se debe a que las investigaciones sobre el CPC nos servirían como andamiaje al planificar nuestra práctica teniendo en cuenta lo que otros docentes conocen sobre tal o cual tema.

Entonces, dada la importancia de este programa de investigación (Pedagogical Content Knowledge –PCK – o como le dicen en España, Conocimiento Didáctico del Contenido – CDC) nos propusimos en este artículo, desandar un poco su historia, hasta su planteo como un modelo de la cognición del docente. Como tal, intentó e intenta caracterizar cuáles son los distintos dominios del conocimiento del profesor que lo conforman

y la manera en que estos dominios se relacionan. Luego, ilustramos esta relación utilizando una analogía procedente de la química. Para finalizar proponemos un modelo de desarrollo del conocimiento pedagógico del contenido que también tendrá ingredientes químicos.

Comenzando con sus orígenes, el CPC surge como programa de investigación en la década de 1980 en los Estados Unidos. En 1986, Lee Shulman publicaba su famoso artículo “*Those who understand: Knowledge growth in teaching*” (Aquellos que entienden: El desarrollo del conocimiento en la enseñanza)¹, donde hacía referencia a la forma en que fueron cambiando los estándares de evaluación docente en su país en un período de cien años, indicando que pasaron de un énfasis en el contenido disciplinar a una omisión del mismo en estas evaluaciones que sólo se enfocaban en lo estrictamente pedagógico. Además sostenía que: “*Nadie pregunta cómo el contenido disciplinar fue transformado desde el conocimiento del docente a un contenido para la enseñanza.*” (p. 6). A esta ausencia del conocimiento disciplinar la llamó el “...*problema del ‘paradigma perdido’*...”. Luego, argumentaba sobre cómo contenido y pedagogía nacieron juntos en la historia de la enseñanza, y que la distinción entre ellos era un tema relativamente reciente. Entonces, a partir de este paradigma perdido recientemente y no por tradición histórica, justificó su interés en la investigación sobre el conocimiento docente y la necesidad de contar con un marco teórico coherente que pudiera explicarlo, para poder interpretar cómo un estudiante experto en contenido disciplinar después de años de escolarización se convierte en un docente novato.

Desde esa época hasta ahora, las conceptualizaciones sobre el CPC se han desarrollado y cambiado gracias al aporte de muchos investiga-

¹La traducción de esta y otras citas es nuestra.

dores; discutiremos brevemente, a continuación, algunas de ellas.

EL CPC COMO MODELO DE LA COGNICIÓN DOCENTE: DOMINIOS DE CONOCIMIENTO QUE LO CONFORMAN

En 1999, Julie Gess Newsome indicaba que el CPC reunía varias de las características necesarias para ser considerado un buen modelo del conocimiento de los profesores. Entre ellas destacó el estímulo que significó para los investigadores en didáctica de las ciencias, ya que aportó un nuevo marco para organizar y obtener datos sobre la cognición docente. El CPC contribuyó con una visión más completa al relacionar la práctica áulica, los contenidos disciplinares y el contexto. Sin embargo, esta visión integradora es difícil de conseguir, ya que los distintos conocimientos que se rela-

cionan en el CPC tienen fronteras difusas, y han recibido distintas denominaciones según los distintos autores, como se ejemplifica en la Tabla 1. Los distintos dominios de conocimientos de los docentes propuestos fueron cambiando y aún lo siguen haciendo con el transcurso de las investigaciones en el área, algunos han sido considerados como centrales o principales, y otros como subsidiarios de aquellos. Por ejemplo, si tomamos el dominio principal conocimiento disciplinar del contenido, la estructura sustantiva y sintáctica de la disciplina serían dominios subsidiarios del mismo.

Particularmente el modelo planteado por Grossman en 1990 (cuarta columna de la tabla 1) fue uno de los más difundidos. En esta propuesta se planteaban como dominios de conocimientos principales: el conocimiento sobre el contenido, los conocimientos pedagógicos (generales) y los del contexto, los que

Tabla 1: Dominios de conocimiento del profesor: Cuatro Alternativas (Carlsen, 1999)

Dominio del Conocimiento	Shulman, 1986	Shulman y Sykes, 1986²	Shulman, 1987³	Grossman, 1990⁴
Currículo	DS	DP	DP	DS
Aprendices y aprendizaje	NR	DP	DP	DS
Conocimientos y habilidades generales	NR	DP	NR	NR
Pedagógico (general)	NR	DP	DP	DP
Conocimiento pedagógico del contenido	DS	DP	DP	DP
Habilidades de desempeño	NR	DP	NR	NR
Filosofía, metas y objetivos	NR	DP	DP	DS
Contexto	NR	NR	DP	DP
Contenido disciplinar	DP	DP	DP	DP
Estructura sustantiva de la disciplina	DS	NR	NR	DS
Estructura sintáctica de la disciplina	DS	NR	NR	DS

DP: Dominio principal, DS: Dominio Subsidiario, NR: No referenciado explícitamente en el modelo

²Shulman, L. S., & Sykes, G. (1986). A national board for teaching? In search of a bold standard. Paper commissioned by the Task Force on Teaching as a Profession, Carnegie Forum on Education and the Economy.

³Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Education Review*, 57(1), 1-22.

⁴Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.

se relacionaban para conformar el CPC. Estas ideas fueron posteriormente tomadas por Magnusson, Krajcik y Borko (1999) quienes lo modificaron y resumieron como se muestra en la Figura 1, y fue tomado como base para su propia propuesta (Figura 2). En ella, el CPC incluye cinco dominios de conocimiento: orientaciones para la enseñanza de la ciencia, conocimientos y creencias sobre el currículo de la ciencia, sobre el aprendizaje de los alumnos de temas específicos de ciencia, sobre evaluación en ciencia y sobre estrategias didácticas en la enseñanza de la ciencia. Este último modelo es la base de muchas de las investigaciones actuales sobre el CPC e incluso pareciera que comienza a generarse una visión consensuada alrededor del mismo (Abell, 2008).

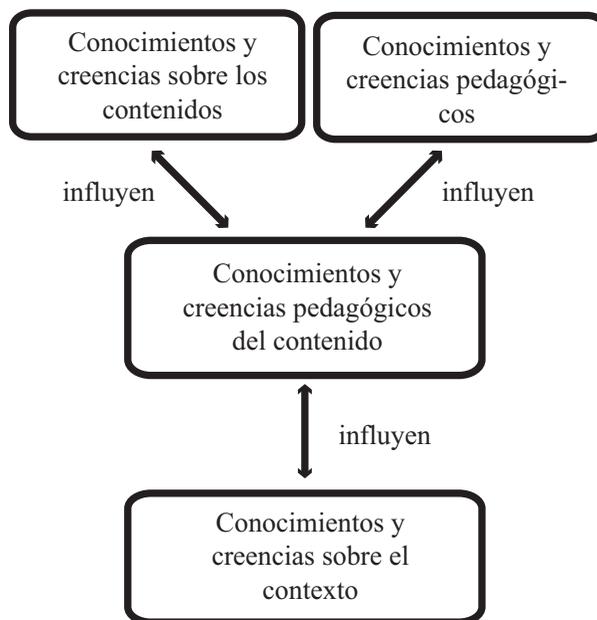


Figura 1: Modelo de las relaciones entre los dominios del conocimiento docente postulado por Grossman, tomado de Magnusson, Krajic y Borko (1999)

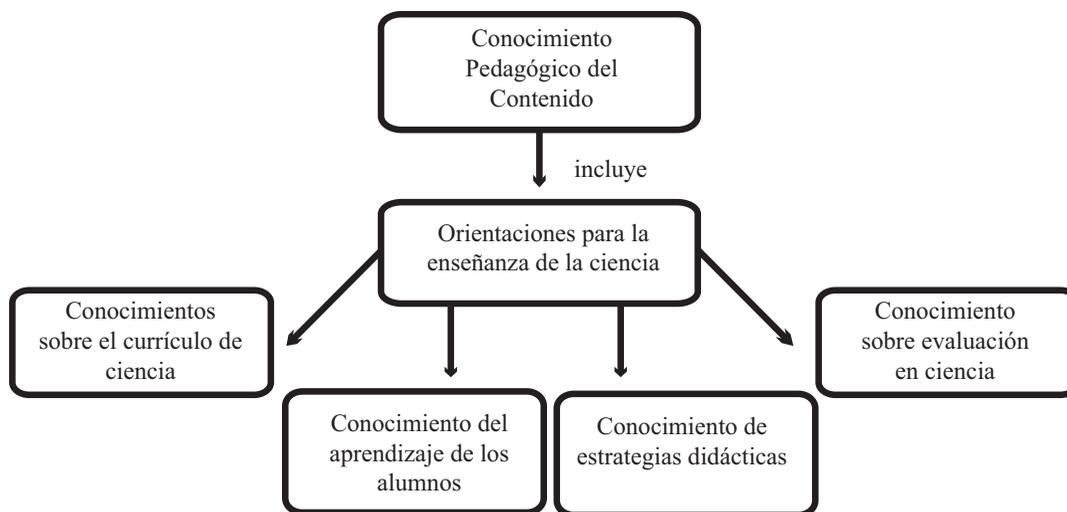


Figura 2: Componentes del CPC según Magnusson, Krajic y Borko (1999)

Por su parte, Park y Olivier (2008) incorporaron un nuevo dominio de conocimiento a los cinco inicialmente propuestos por Magnusson, Krajcik y Borko (1999), la percepción de autoeficacia (Figura 3). Este nuevo dominio tiene una dimensión fundamentalmente afectiva dado que

consiste en las percepciones y las creencias que el docente tiene sobre su propia habilidad para desempeñarse con éxito en la enseñanza de determinados temas con determinadas estrategias. Por lo tanto, para estos autores el modelo que describe mejor al CPC no sólo representa el entendimiento

docente sino la forma en que este entendimiento se actúa y se modifica en el aula. Es decir que el CPC se genera a partir de las interrelaciones contextualizadas de seis dominios de conocimiento mediante la reflexión *sobre* la práctica que se tiene al planificarla y la reflexión *en* la práctica que sale a la luz al evaluarla metacognitivamente. De este modo, este modelo también rescata una visión dinámica del CPC, que ya había sido señalada en 1993 por Cochran y col. (Porro, 2009), al

introducir e ilustrar la forma en que cada docente desarrolla su CPC a partir de la reflexión. Según este modelo los profesores no solamente somos receptores pasivos de información sino que creamos conocimiento a partir de esta información y de nuestras propias experiencias y esta es una característica fundamental que tenemos y que nos hace profesionales y no meros ejecutores de recetas pre-elaboradas por investigadores.

Con respecto a la dimensión afectiva,

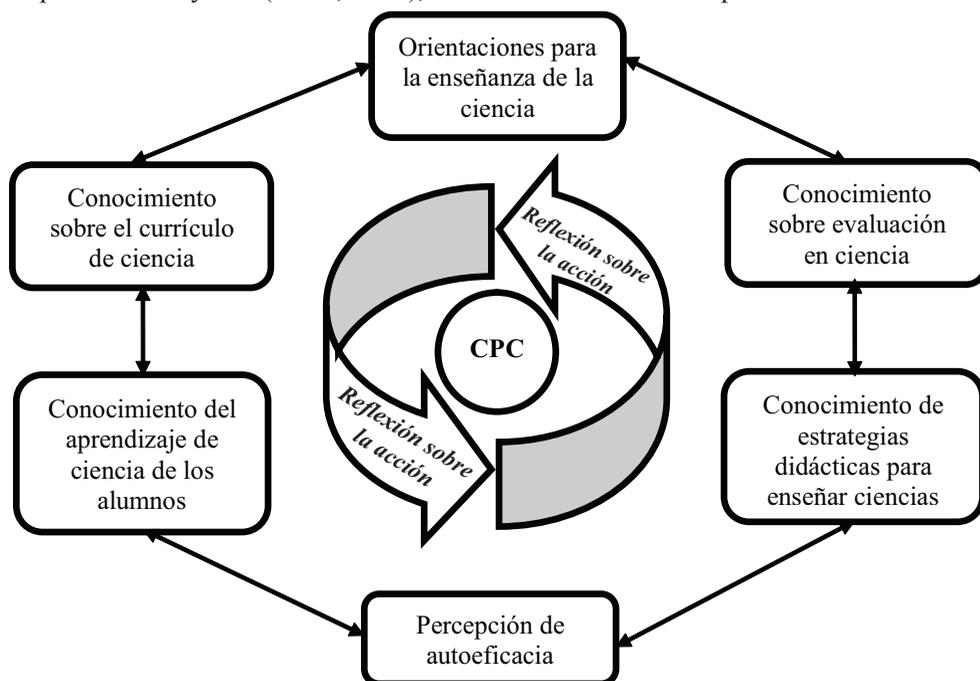


Figura 3: Modelo hexagonal del conocimiento pedagógico del contenido de Park y Oliver (2008)

recientemente, ha cobrado impulso entre algunos investigadores intentando caracterizar estos aspectos más ligados a lo emocional que a lo cognitivo. En estos momentos coexisten los interrogantes sobre si esta dimensión constituye un dominio adicional en la constitución del CPC (Garritz y col., 2009) o más bien actúa como filtro o catalizador de cada uno de los dominios descriptos por Park y Oliver (Mellado y col., 2009).

Por nuestra parte, consideramos que los profesores, como seres humanos, convivimos diariamente con una superposición de nuestras propias ideas, conceptualizaciones, creencias, sentimientos y emociones; y que, con este complejo cóctel emprendemos nuestra tarea de enseñar. Todo aquel que haya dado clase alguna vez, sabe que las emociones cuentan. Pero es aquí, donde creemos que muchos de los aspectos relacionados con la dimensión afectiva podrían

abordarse desde los modelos aportados por las teorías psicológicas sobre motivación (Alonso Tapia, 1997, Huertas, 1997, 1999) dado que estar motivado o no, no es un patrimonio exclusivo de los estudiantes. No es nuestra intención ahondar aquí en estas ideas, simplemente queremos dejar abierta una puerta para futuros debates y llamar la atención sobre la interdisciplinariedad del área de la didáctica de las ciencias.

RELACIONES ENTRE LOS DOMINIOS: UNA ANALOGÍA QUÍMICA PARA MODELIZAR AL CPC

Volviendo a los modelos sobre el CPC, uno de los aspectos más conflictivos desde un principio es la relación existente entre los distintos dominios de conocimientos. Así, lo demuestra, por ejemplo, el hecho de que se hayan utilizado diferentes palabras para definir esta relación, o como señala Silvia Porro (2009) como un “*embrollo conceptual*”. En palabras de Park y Oliver (op. cit., p. 264): “...*Se afirma comúnmente que el CPC se utiliza para adaptar el conocimiento disciplinar con propósitos pedagógicos a través de un proceso que Shulman (1987)⁵ llamó ‘transformación’, Ball (1990)⁶ identificó como ‘representación’, Veal y Ma Kinster (1999)⁷ utilizaron el término ‘traducción’, Bullough (2001)⁸ lo nombró como ‘profesionalización’, y Dewey (1902/1983)⁹ lo tituló ‘psicologización’...*”

Esta lista de términos empleadas para describir las relaciones entre los dominios de conocimiento no es exhaustiva, por ejemplo, también

han sido utilizadas palabras como *integración* y *amalgama* (adoptada por el propio Shulman). Cada una de estas palabras implicó e implica una visión diferente en apariencia, pero realmente podríamos entenderlas como distintos aspectos del (o miradas sobre el) CPC. Incluso, algunas veces, al hablar sobre el CPC se hace referencia al concepto de “transposición didáctica” (Chevallard, 2005), en el sentido que describe la necesidad de transformación del conocimiento erudito en un conocimiento enseñable o escolar. Sin embargo, el CPC es un macroconcepto que si bien contemplaría a la transposición didáctica no se acaba con ella.

A continuación, utilizaremos nuestros conocimientos previos de química, como sustrato para sintetizar una analogía que nos permita entender la manera en que se relacionan los distintos dominios de conocimientos en el CPC. Si nos imagináramos al CPC como un largo camino a lo largo del cual interactúan los distintos componentes, podríamos considerar a uno de los extremos (tal vez, el punto de partida) como una mezcla más o menos homogénea, de diversos componentes (por ejemplo: tres en el modelo de Grossman o seis en el de Park y Olivier). En el otro extremo, por el contrario, estaríamos frente a un sistema homogéneo con un único componente, un nuevo producto que corresponde a una transformación de los conocimientos iniciales, como si hubiese ocurrido una reacción química (Gess Newsome, op. cit).

En el primer caso, se sugiere que la formación del CPC implica simplemente un cambio físico, el docente recurre a cada tipo de conocimiento

⁵Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.

⁶Ball, D. L. (1990). The mathematical understandings that preservice teachers bring to teacher education. *Elementary School Journal*, 90(4), 449–466.

⁷Veal, W. R., & MaKinster, J. G. (1999). Pedagogical content knowledge taxonomies. *Electronic Journal of Science Education*, 3(4). <http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/vealmak.html>.

⁸Bullough, R. V., Jr. (2001). Pedagogical content knowledge circa 1907 and 1987: A study in the history of an idea. *Teaching and Teacher Education*, 17, 655–666.

⁹Dewey, J. (1902/1983). The child and the curriculum. En J. A. Boydston (Ed.), *John Dewey: The middle works, 1899–1924: Vol. 2: 1902–1903*. Carbondale, IL: Southern Illinois University Press.

en el mismo momento de la enseñanza. Consecuentemente, cuando la clase termina, los conocimientos podrían separarse nuevamente y volver al estado original, al igual que lo que sucede con los solutos y el solvente en una solución. La concentración de cada uno de los conocimientos en la solución final dependerá de las concentraciones que el docente tenga de cada uno de ellos y del momento en que sea necesaria la mezcla. El hecho de que el CPC implique un fenómeno físico hace que este conocimiento realmente no exista como tal, sino de modo situacional (Figura 4a).

En cambio, en el segundo caso, si la forma-

ción del CPC implicara una verdadera transformación química, la combinación de los dominios de conocimiento, conduciría no a una mezcla como en el caso anterior, sino a un nuevo y especial producto. Aquí, el modelo de transformación implica que los distintos dominios de conocimiento se combinan originando un conocimiento diferente de aquellos de los que proviene. Este nuevo conocimiento es el que impacta en la práctica, y una vez creado, no habría marcha atrás, no podrían recuperarse ninguno de los reactivos (conocimientos iniciales) por considerarse como una reacción irreversible (Figura 4b).

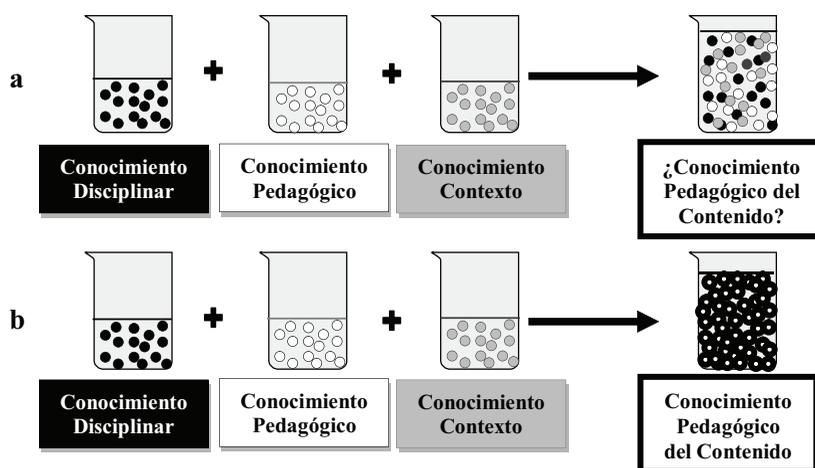


Figura 4: De mezclas a compuestos. Modelos de relación entre dominios de conocimientos docentes

En general los distintos autores han sugerido una posición intermedia para este continuo. Sin embargo, ya sea que se plantee al CPC como una mezcla o como una reacción, estas miradas lo presentan como un conocimiento estático, o al menos, en un momento determinado, como si fuera una fotografía del CPC de cierto profesor sobre tal tema.

Siguiendo con la analogía química, nuestra propuesta considera al CPC como si fuera una reacción, pero en equilibrio. Una reacción en dónde el producto, el CPC, coexiste con los conocimientos que reaccionan para formarlo, y

en dónde existe una interconversión que permita la retroalimentación positiva de cada uno de los dominios de conocimiento. Las características de esta reacción, en el marco de la analogía propuesta, se detallan a continuación.

- “Es una reacción desplazada hacia la obtención de producto en equilibrio dinámico, que cumple con el principio de Le Chatelier”: Esto implica que cualquier incremento en la concentración de los reactivos, ya sea por tomar un curso específico sobre orbitales (conocimiento disciplinar) u

otro sobre motivación (conocimiento pedagógico), conduciría a una mayor formación de CPC. La concentración de los reactivos puede aumentar a partir de distintas fuentes, por ejemplo, la experiencia docente, los intercambios con los compañeros, la lectura de bibliografía sobre el contenido o sobre enseñanza. Todas ellas son punto de partida para aumentar el CPC si existe una reflexión sobre la práctica. Por ello es tan fundamental la planificación y la evaluación metacognitiva de la experiencia áulica, para poder aumentar nuestro CPC.

- “*Es una reacción que se da en un sistema material particular*”: En este caso el sistema material, el lugar donde ocurre esta reacción química es el mismo profesor. El CPC es un conocimiento idiosincrático y como todo conocimiento es intransferible. Las personas podemos acceder, compartir y comunicar información pero no conocimiento (Zabalza, 2007). El CPC, como todo otro conocimiento es una construcción que cada uno de nosotros hace a partir de la información obtenida y su propia percepción del mundo.
- *Es una reacción endotérmica*: Esto significa que debemos entregarle energía a la reacción, o sea, es necesario un esfuerzo de nuestra parte para desarrollar el CPC. Es sólo mediante la preocupación que tengamos por generar mejores actividades, analogías o estrategias para enseñar a determinados alumnos y en determinada institución que nuestro conocimiento pedagógico de determinado contenido crecerá.

El CPC es entonces, un conocimiento particular que se genera gracias a la transformación de

los dominios de conocimientos, entre los cuales el conocimiento disciplinar representa un rol central. Las categorías se aplican simultáneamente a los problemas de la práctica áulica originando entonces un nuevo conocimiento, el cual es dinámico y varía según nuestro profesionalismo docente.

Pero lo más interesante de este conocimiento (el CPC), según nuestra opinión, es su impacto o *poder transformador* sobre cada uno de los dominios discretos de conocimiento. Por ejemplo, si recordamos aquellas primeras veces en que debimos explicarle algo que sabíamos a alguien (tal vez un compañero), en el mismo momento de explicar, a veces sucedía que “nos dábamos cuenta” de algún aspecto que hasta ese momento había permanecido oculto. Desde ese momento, el conocimiento que poseíamos, ya nunca volvería a ser el mismo. Es decir, al explicar, al organizar la información para comunicársela a otro, en este caso, reestructuramos nuestro conocimiento sobre el contenido. Por eso, cuando un conocimiento interviene en nuestra construcción del CPC para enseñarlo, al mismo tiempo, lo estamos transformando. Del mismo modo podríamos referirnos a tal o cual estrategia didáctica aprendida en un curso de capacitación o sobre el funcionamiento de ciertas reglas institucionales, al intervenir en la formación del CPC también se modificaría. En definitiva, el CPC es un conocimiento práctico, es un conocimiento en acción, que crece con nuestro propio crecimiento.

REFLEXIONES FINALES: HAGAMOS CRECER NUESTRO CRISTAL

Una forma a través de la cual podemos visualizar el crecimiento al que hacíamos referencia más arriba, es nuestro modelo que condensa en

una Bi Pirámide Trigonal (BiPiT), el conocimiento pedagógico, el conocimiento disciplinar y el CPC (Lorenzo,2007) (Figura 5a). Este modelo, se diferencia de los anteriores en que muestra explícitamente aspectos relevantes de la química, basándose en el triángulo postulado por el reconocido químico escocés y especialista en enseñanza de la química, Alex Johnstone (Lorenzo, 2008). En el plano de la “realidad química” podemos distinguir:

- La química macroscópica, aquella que podemos percibir a través de nuestros sentidos, que podemos ver, oler, y tocar. Es la química a la que podemos acceder, por ejemplo en las prácticas de laboratorio. También es la química con la que han fantaseado los cuentos y las películas creando un mundo lleno de humos, colores y una cierta y peculiar “forma de ser” de los químicos.
- El nivel micro, o más estrictamente hablando, el submicroscópico que es el nivel de las teorías y modelos de la química, que intenta explicar o dar sentido a las observaciones provenientes de la macroquímica.
- Por último, el plano simbólico, el nivel de las notaciones, las fórmulas y las representaciones químicas que nos permiten referirnos, hablar sobre, interpretar y a la vez construir conocimiento químico.

Una mirada didáctica sobre el triángulo de la química, que considere los aportes de otras disciplinas (historia y epistemología de la química, psicología del aprendizaje, sociología de la ciencia, por mencionar algunas) que hayan abordado distintos aspectos de este triángulo, nos ayudará en el logro de nuestro objetivo último que es que nuestros alumnos comprendan y puedan pasar fácilmente de un nivel a otro dominando final-

mente al conocimiento químico.

Nuestro desafío como profesores de química es transformar los conocimientos de la química y de la didáctica, en un conocimiento útil para llevar al aula, que no es más ni menos que el conocimiento pedagógico de la química. Podríamos visualizar la confluencia de estos conocimientos en el CPC como un pequeño cristal, el BiPiT. Este cristal puede crecer a medida que nuestros conocimientos didácticos, nuestros conocimientos sobre el contenido aumenten y los hagamos nuestros para la enseñanza a través de la reflexión en y sobre la propia práctica (Figura 5b). Como una preciosa gema cada uno intentará que este cristal vaya creciendo. Para que esto suceda deberemos entender al trabajo docente como un trabajo profesional, que implica no comportarse como un mero ejecutor de prácticas prediseñadas. El profesionalismo docente generará una enorme y reluciente BiPiT.

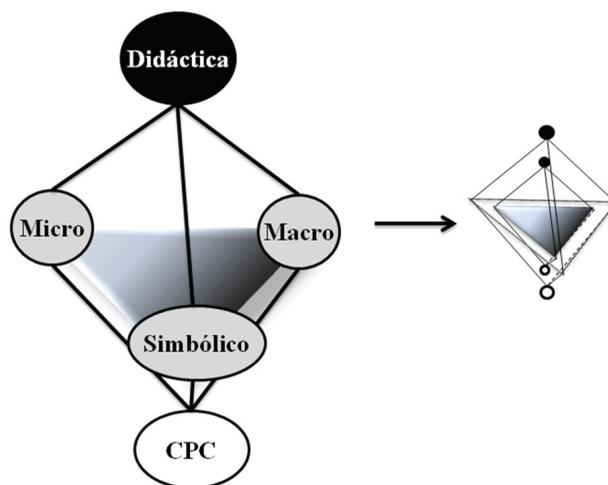


Figura 5: a) BiPiT, b) Crecimiento del cristal del CPC químico, crecimiento del BiPiT

Enseñar es un acto intencional, y es nuestra obligación como profesores de química intentar comunicarnos con nuestros alumnos y alumnas para poder construir conceptos de la química,

compartiendo su significado. Es decir, ayudar a nuestros alumnos a que se acerquen a los conceptos considerados como relevantes por los expertos de la disciplina y para la sociedad. Para ello, nos será de gran utilidad tener en claro cuáles son las metas de aprendizaje que deseamos para nuestros alumnos, y conocer las posibles dificultades que pueden atravesar en su camino hacia el aprendizaje. De esta manera podremos pensar en estrategias de enseñanza y diseñar actividades para poder desarrollar los temas en cuestión.

Al respecto, el modelo teórico propuesto por las investigaciones sobre el CPC es de gran relevancia (Garritz, 2009a y b). Dado que documentar el CPC es un proceso lento y laborioso invitamos a los lectores a sumarse a esta empresa. Porque, conocer más y mejor sobre nuestros propios conocimientos nos posicionará en un lugar diferente para defender la enseñanza de la Química.

Agradecimientos:

Este trabajo se realiza en el marco de los proyectos UBACyT B-055 (2008-2010), PICT 2005 N° 31947 (FONCyT-ANPCyT) y PICTO 2005 N° 35552.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abell, S. K.** (2008). Twenty Years Later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30 (10), 1405–1416.
- Alonso Tapia, J.** (1997) *Motivar para el aprendizaje*. Madrid: Edebé.
- Alvarado, C., Garritz, A., Mellado, V. y Ruiz, C.** (2009). El conocimiento didáctico de los ácidos y las bases: un énfasis hacia las competencias procedimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 712-717 <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-712-717.pdf>
- Bucat, R.** (2004). Pedagogical content knowledge as a way forward: Applied research in chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 5 (3), 215-228. http://www.uoi.gr/cerp/2004_October/pdf/04Bucat.pdf
- Carlsen, W.** (1999). Domains of teacher knowledge. En J. Gess-Newsome, y N. G. Lederman (Eds.). *Examining pedagogical content knowledge*, (133–144) Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Chevallard, Y.** (2005). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*, 3ra ed. 2ª reimp., Buenos Aires, Argentina, Aique.
- Garritz, A.** (2009a). Simposio: avances iberoamericanos del conocimiento didáctico del contenido. Parte I. Teoría y afectividad. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 334-337. <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-334-337.pdf>
- Garritz, A.** (2009b). Simposio: avances iberoamericanos del conocimiento didáctico del contenido. Parte II. Ejemplos de documentación. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 698-700. <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-698-700.pdf>
- Garritz, A. y Trinidad Velazco, R.** (2005). El conocimiento pedagógico del contenido: un vuelco

en las creencias de los profesores de química, *Educación en la química*, 11 (1), 3-17.

Garritz, A., Labastida Piña, D., Espinosa, J. y Padilla, K. (2009). El conocimiento didáctico del contenido de la indagación. Un instrumento para capturarlo. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 723-727 <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-723-727.pdf>

Gess Newsome, J. (1999). Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation. En J. Gess-Newsome, y N. G. Lederman (Eds.). *Examining pedagogical content knowledge*, (3-17) Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Gil, D. y Pessoa, A.M. (2000). Dificultades para la incorporación a la enseñanza de los hallazgos de la investigación e innovación en didáctica de las ciencias, *Educación Química*, 11(2), 250-257.

Huertas, J. A. (1997) *Motivación: Querer aprender*. Buenos Aires: Aique.

Huertas, J. A. (1999). Cultura del profesor y modos de motivar: A la búsqueda de una gramática de los motivos. En: Pozo, J. I. y Monereo, C., *El aprendizaje estratégico*. Buenos Aires: Santillana.

Lorenzo, M. G. (2007). Enseñar enseñando, o de cómo la investigación debería convertirse en acción, *Conferencia Semiplenaria, V Jornadas para la Enseñanza Preuniversitaria y Universitaria de la Química*, 13 al 16 de noviembre, Santiago de Chile

Lorenzo, M. G. (2008). Destilación fraccionada de ideas condensadas. Una invitación al debate sobre la naturaleza de la química. *Educación en la Química*, 14 (1), 17-24.

Magnusson, S., Krajcik, J. y Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of the PCK for science teaching. En J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (Eds.). *Examining pedagogical content knowledge*. (pp. 95-132). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Mellado, V.; Garritz, A. y Brígido, M. (2009). La dimensión afectiva olvidada del conocimiento didáctico del contenido de los profesores de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 347-351 <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-347-351.pdf>

Park, S. y Oliver, S. (2007). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content Knowledge: PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261-284.

Porro, S. (2009). El embrollo conceptual alrededor del conocimiento didáctico del contenido. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 338-341 <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-338-341.pdf>

Shulman, L.S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), pp. 4-14.

Zabalza, M. A. (2007) *Competencias docentes del profesorado universitario*, Madrid: Narcea.

Para reflexionar

LA LECTO-ESCRITURA EN EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA

Mario Molina, Mariela Llanes y Nora Okulik

Departamento de Química. Facultad de Agroindustrias, UNNE. Pcia. R. Sáenz Peña, Chaco. Argentina
nora@fai.unne.edu.ar

Resumen: Hoy es necesario promover la adquisición de hábitos de estudio, por lo que los docentes necesitan propiciar diferentes modos de aprender a utilizar el conocimiento y la información. Las actividades de lectura y comprensión lectoras constituyen una buena estrategia para mejorar el aprendizaje en diversas disciplinas. Este trabajo describe la metodología utilizada para promover el uso de técnicas más adecuadas para la enseñanza y aprendizaje de la química en estudiantes de ingeniería. Se detallan el proceso desarrollado y los resultados obtenidos, los que sugieren que la metodología provee a los estudiantes de diferentes oportunidades de aprendizaje, especialmente en el desarrollo de habilidades metacognitivas.

Palabras clave: lectura, comprensión, competencias comunicativas

Literacy in chemistry learning

Abstract: Acquiring good study habits is essential for improving learning in several academic disciplines. Students need to learn how to use knowledge and information. Reading comprehension activities are a good teaching strategy to achieve the last goal. This paper reports a methodology used to promote a more appropriate technique for learning and teaching Chemistry in the engineering field. We analyzed the processes and the results obtained. Our findings suggest that the applied methodology provided a wide range of learning opportunities, particularly in the development of metacognitive abilities.

Key words: reading, comprehension, communicative skill

INTRODUCCIÓN

Hoy resulta indiscutible que la educación formal debe desarrollar en los alumnos habilidades cognitivas y procedimentales que les permitan,

al egresar, adaptarse fácilmente a los cambiantes ambientes laborales. En el ámbito universitario, preparar individuos capaces de cumplir sus funciones profesionales en los próximos 10 ó 20 años supone que los estudiantes al finalizar su carrera,

entre otras habilidades, deban manejar un vocabulario amplio y flexible además de poseer un buen nivel de comprensión lectora.

En la formación de los futuros ingenieros argentinos se reconoce la necesidad de desarrollar, entre otras, la competencia para comunicarse con efectividad (CONFEDI, 2006). Si bien esta competencia requiere la articulación efectiva de diversas capacidades, en las asignaturas de las Ciencias Básicas la capacidad para producir e interpretar textos es una de las que debe ser más favorecida y que exige, a su vez, el desarrollo de una efectiva competencia lectora.

Paralelamente, ser miembro de una institución como la universidad implica hablar adecuadamente sobre los saberes que ella produce, admite, reproduce, etc. Para un alumno, esta imposición se materializa, por ejemplo, en los exámenes (parciales, finales, etc.). (Nogueira y otros, 2005). Pero la lectura y la escritura en el ámbito universitario presentan sus propias exigencias ya que los textos académicos abordan temáticas nuevas y de una mayor complejidad. (Carlino, 2005). Por ello, la competencia comunicativa se convierte en una de las más importantes en la formación de profesionales idóneos. En el caso de la formación de grado de los futuros ingenieros, en los últimos años se ha reconocido la importancia de promover el desarrollo de competencias lingüísticas ya que la comunicación oral y escrita constituye una de las principales herramientas del ingeniero.

Todo egresado de una universidad debe ser experto en los géneros académicos propios del campo científico relacionado con su carrera. Para lograrlo, los estudiantes deben desarrollar capacidad para utilizar y relacionar conceptos, elaborar explicaciones y argumentos que se sustenten en teorías y distinguir los niveles de análisis del cam-

po científico propio. En consecuencia, para dar respuesta a esta necesidad los docentes universitarios deben enseñar los modos específicos de leer y de escribir propios de las disciplinas, asignándoles espacio a estas prácticas en los programas y en las clases con lecturas y escrituras relacionadas con los contenidos disciplinares.

En trabajos previos desarrollamos diversas actividades centradas en el trabajo de expresión escrita con el objeto de desarrollar habilidades para la incorporación de nuevo conocimiento (Núñez y otros, 2007). A fin de dar continuidad a esa tarea, en este trabajo se describe una experiencia orientada a mejorar los procesos de lectura y de escritura de los alumnos de Química Inorgánica en el contexto de formación de futuros ingenieros.

PROCESOS COGNITIVOS Y METACOGNITIVOS EN EL TRABAJO CON TEXTOS CIENTÍFICOS

Los procesos cognitivos y metacognitivos se refieren a las actividades que implican la organización del conocimiento y su utilización con un fin concreto. En estos procesos se ponen en juego tanto los esquemas del que aprende (cognición) como su capacidad para asumir la conciencia de la propia actividad de conocer y el control de procesos cognitivos (metacognición) (Brown, 1987). La lectura y la escritura, como funciones cognitivas, permiten el desarrollo de las restantes habilidades y competencias del ser humano. Así, la capacidad para asumir la conciencia y el control de procesos cognitivos (metacognición) permite al sujeto reconocer sus fortalezas y debilidades y desarrollar estrategias para involucrarse activamente en dichos procesos.

Los alumnos ingresantes a la universidad traen conocimientos y prácticas que necesitan hacer conscientes para involucrarse en los procesos de aprendizaje de manera activa. Tomar conciencia del papel que los procesos de lectura y de escritura juegan en la adquisición de conocimiento ayuda al estudiante a revisar lo que sabe y a desarrollar estrategias y conocimientos necesarios para las nuevas situaciones de aprendizaje que implica la vida universitaria. En consecuencia, los docentes debemos revisar nuestras prácticas con el objeto de adecuar las mismas tanto a los procesos implicados en leer y escribir como a la forma de evaluar e intervenir ante las dificultades. Dado que la experiencia que describimos está centrada en el trabajo sobre los procesos cognitivos que están en juego cuando leemos y escribimos, en los apartados siguientes presentamos a continuación un breve marco teórico en el que se sostiene la necesidad de hacer conscientes estos procesos para poder hacer frente a las dificultades en la lectura y la escritura que presentan los alumnos. Se describen muy brevemente aspectos relevantes de teoría Lingüística Sistémico Funcional en la que se sustenta nuestro estudio y, por último, los fundamentos de las estrategias utilizadas para la comprensión de un texto.

LA PRÁCTICA REFLEXIVA DE LA LECTURA Y LA ESCRITURA

Un buen rendimiento en lectura resulta de la confluencia de un conjunto de factores interrelacionados que provienen tanto del entorno de la escuela como del familiar y social. Por ello, aunque desde el sistema educativo no resulta fácil ni inmediato obtener buenos resultados, es posible promover un cambio importante si se logra el

compromiso de todos los docentes en esta tarea. Obviamente, si bien no existen soluciones milagrosas, se puede contribuir a mejorar las competencias comunicativas de nuestros alumnos si se trabaja al menos sobre dos aspectos: el compromiso hacia la lectura de los estudiantes y el desarrollo de sus estrategias de aprendizaje.

La competencia lectora, entendida como la capacidad para comprender, utilizar y analizar textos escritos (OCDE, 2006), revela la importancia del papel activo del lector que adquiere información a partir de textos escritos. Ahora bien, la interacción del lector con el texto implica una confrontación permanente de los contenidos con los conocimientos que posee estableciendo relaciones pertinentes, clarificando ideas, apropiándose de los contenidos e integrándolos a otros para construir conocimiento nuevo (López, 1997). De este modo, el mejor punto de partida para una práctica reflexiva de la lectura y la escritura es hacer consciente lo que ya se sabe y utilizar ordenadamente este conocimiento previo.

Las actividades de lectura y escritura planteadas desde lo metacognitivo se fundamentan en el reconocimiento de que los alumnos ingresantes a la universidad traen conocimientos y prácticas de las que necesitan hacer conciencia, analizar y revisar, ya que son fundamentales para involucrarse en los procesos de aprendizaje de manera activa. A partir de esto, se intenta mejorar sus experiencias con el uso del discurso escrito y los contextos comunicativos, asumiendo la lectura y la escritura como prácticas intencionales y reflexivas.

LA LECTURA Y LA ESCRITURA EN LA UNIVERSIDAD

Uno de los retos de la sociedad actual se

centra en la necesidad de manejar apropiadamente una diversidad de textos de complejidad creciente y con altos grados de abstracción. En ese contexto, la universidad, en su interés de formar profesionales idóneos, debe involucrarse en un trabajo sistemático sobre los modos de leer y de escribir propios de las distintas áreas del conocimiento, cada una de las cuales exhiben características particulares.

Según la teoría Lingüística Sistémico Funcional (LSF) (Halliday & Hassan, 1985), una adecuada interpretación de un texto, en cualquier lengua y en cualquier cultura requiere considerar tanto el contexto de situación como el contexto de cultura. Así, desde la perspectiva de la LSF los textos orales o escritos que se producen tienen una forma lingüística que responde a los propósitos sociales que cumplen. No se centra en las entidades estructurales descontextualizadas de los textos sino en las relaciones entre los textos y las prácticas sociales que éstos realizan. Los textos científicos, por ejemplo, comparten características similares porque cumplen funciones comunicativas similares. La lectura y la escritura, entonces, no son sólo canales de comunicación del conocimiento sino que se constituyen en herramientas fundamentales para la elaboración cognitiva y, por lo tanto, las actividades de comprensión y de producción de textos implican un desafío discursivo y cognitivo a la vez.

Si bien un texto permite diversas lecturas, no autoriza cualquier lectura. No todas las lecturas son legítimas y cada esfera de la actividad humana impone “gramáticas” de recepción (y de producción) de los textos. Es, en definitiva, en cada asignatura el lugar en el que se aprenden los criterios de validación de los textos disciplinares.

Los docentes nos lamentamos a menudo de

las dificultades de expresión escrita de nuestros alumnos pero no siempre tomamos conciencia de las pocas oportunidades que les ofrecemos para mejorar dicha expresión. Por ello en este trabajo relatamos cómo hemos utilizado la lectura de textos de química, no como una tarea con sentido por sí misma sino como parte del conjunto de actividades que se desarrollan en la asignatura.

El trabajo pedagógico desarrollado consiste, básicamente, en hacer conscientes los procesos cognitivos involucrados en la construcción del sentido de los textos y en proponer actividades metacognitivas que estén de acuerdo con su desarrollo. A través del uso consciente y sistemático de una serie de estrategias, los alumnos podrán involucrarse activamente en la regulación de esos procesos. Aunque inicialmente esta regulación estará en manos del profesor, el objetivo es ofrecer a los estudiantes el “andamiaje” necesario para que estructuren sus propios procesos de comprensión y se involucren en un aprendizaje autónomo llegando, de manera gradual, a una autorregulación.

LA COMPRESIÓN DE TEXTOS

Entre las estrategias disponibles para la comprensión de un texto, la idea principal ocupa un lugar destacado. Diversas actividades como buscar una palabra clave, identificar una frase temática, indicar el tema de un párrafo, distinguir información principal y secundaria, entre otras, ayudan al reconocimiento de la información importante en el texto y por ende a la comprensión de la idea principal (Sánchez Miguel, 1993).

Una distinción que opera de estrategia para facilitar la elaboración de la idea principal es la que existe entre el tema del texto y la idea principal. El tema se refiere al asunto que trata el texto,

en cambio la idea principal es un enunciado que indica al lector lo más importante que el escritor presenta para explicar el tema y que no siempre está formulada de manera explícita por lo que el lector debe elaborarla encontrando la relación dominante en la información. El tema puede estar constituido por una palabra o por un grupo de palabras y muchas veces se presenta al comienzo del texto, en contraste con la idea principal que incluye más información que la contenida en la palabra o frase que representa el tema y aparece en cualquier punto del texto. En otras palabras, el tema es de lo que se habla y la idea principal es el tema más lo que se dice sobre el mismo (Soliveres y otros, 2007).

EL RESUMEN

El resumen es una creación personal cuya función es la de dar a conocer, en una extensión reducida, el pensamiento vertido en la materia trabajada. Esta tarea implica realizar una síntesis de conceptos, planteamientos o ideas que destaca los elementos esenciales y sigue la organización estructural del texto original. Por ello, hacer un resumen requiere que por medio de la escritura los alumnos se apropien de los conceptos, los manipulen y exploren (Muñoz-Chápuli, 1995).

Como exposición sumaria de lo sustancial de un texto, el resumen constituye una de las labores intelectuales que con frecuencia debe elaborar un estudiante en la universidad, ya sea de textos, artículos, conferencias, etcétera. Aunque, a primera vista, pareciera ser una actividad sencilla, la elaboración de un resumen implica un cierto grado de dificultad ya que exige capacidad para rescatar lo esencial del tema tratado y evitar el cúmulo de elementos accesorios que lo acompañan.

Si bien no existe una técnica específica en la elaboración de resúmenes, es aconsejable tener en cuenta algunos aspectos luego de leer en forma minuciosa al escrito y comprenderlo cabalmente. Escribir aunque de manera no muy organizada los conceptos fundamentales, ayudarse de palabras-claves descubiertas en el escrito e ideas que se repiten tanto con el mismo léxico como con variaciones mínimas, suele ser una buena opción. A continuación, es conveniente utilizar un esquema o plan de las ideas centrales recogidas, respetando el orden de aparición en el texto o planteando una secuencia personal de las ideas. También es importante recordar que importa el “qué” y luego otros datos observados que constituyen el “quién”, el “cómo”, el “cuándo”, el “dónde”, el “por qué”, etc. Recién entonces se estará en condiciones de escribir el resumen, ordenando los datos y expresándolos con términos propios. En esta etapa es aconsejable no expresar ideas y juicios propios de modo de mantener la objetividad, y escribir sencillamente, con un lenguaje claro y preciso (Day, 1990).

Siempre se debe tener presente que se aprende a hacer haciendo. Mientras más se lea y se escriba, más posibilidades se tendrán de redactar correctamente.

LA COMPRENSIÓN LECTORA EN EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA

Uno de los problemas que surgen en torno a la utilización de textos científicos es que, en general, su contenido es básicamente nuevo para el alumno, por lo que es posible que no disponga de esquemas adecuados para comprender la información que se le presenta.

La ausencia de esquemas para comprender la información científica que se proporciona a los alumnos es un problema relativamente conocido por las personas dedicadas a la enseñanza de la ciencia. Así, existen diversos trabajos acerca de las dificultades que presentan los estudiantes en la aplicación de estrategias metacognitivas en el aprendizaje de las ciencias naturales. Los problemas señalados van desde la ausencia de estrategias para enfrentar un texto científico (Ladino y Tovar, 2005) hasta la detección de dificultad léxicas y el desconocimiento del significado de palabras usuales del lenguaje (Maturano y otros, 2002).

Los libros de Química que utilizan en su aprendizaje los alumnos de nivel universitario poseen, fundamentalmente, textos expositivos. Una adecuada comprensión de los mismos requiere capacidad para relacionar conceptos y elaborar explicaciones que se sustenten en teorías propias de la disciplina. Es por ello que el uso de estrategias metacognitivas para lograr una comprensión reflexiva sobre una lectura, incluida la de los textos de Química, refleja un avance significativo en el aprendizaje y un cambio de la actitud hacia la lectura.

Pero el desarrollo de habilidades metacognitivas no siempre se produce de forma autónoma en los alumnos y es por ello que el docente tiene un papel fundamental en ayudar a sus alumnos en la comprensión de los textos de la disciplina que imparte.

NUESTRA EXPERIENCIA

Considerando que es el docente de Química quien debe ayudar a los alumnos a adquirir criterios de validación de los textos utilizados en el aprendizaje, el objetivo central del traba-

jo que describimos está dirigido a promover la adquisición e implementación de estrategias que apunten a un dominio en los aspectos cognitivos y metacognitivos en el trabajo con textos de Química, con el fin de mejorar los procesos de comprensión lectora.

Participantes

La experiencia se realizó en dos comisiones de alumnos de Química Inorgánica de las carreras de Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos. Participaron de la misma 40 alumnos que se organizaron libremente en pequeños grupos de 4-5 integrantes. Cabe destacar que no fue objetivo de esta experiencia comprar los resultados obtenidos en ambas comisiones sino relatarlos globalmente.

Materiales

Se utilizaron textos extraídos de los libros que constituyen la bibliografía básica de la asignatura así como de publicaciones de Internet. Las lecturas, de no más de una página, están relacionadas con situaciones cotidianas en las que se reconoce el papel de la Química. A continuación se citan algunos ejemplos:

“Fuentes contaminantes y medio ambiente. Cabello Quiñones, A. M. (2007).

En <http://www.rebelion.org/noticias/2007/11/58372.pdf>. Acceso: marzo 2008.

“Mantenimiento del pH de la sangre” Chang, R. (1999). *Química*. México: McGraw Hill. Pp 663-664

“Microorganismos y metales pesados: una interacción en beneficio del medio ambiente Vullo, D. L. (2003). *Revista Química Viva*, Vol. 2, número 3.

En <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/Actualizaciones/metales/metales.html>. Acceso: agosto 2007.

“Valor energético de los alimentos y de otras sus-

tancias” Chang, R. (1999). *Química*. México: McGraw Hill, pag 215.

Teniendo como base dichos textos, los alumnos trabajaron en dos talleres consecutivos siguiendo las Guías de Trabajo que constan de una breve introducción, los objetivos a alcanzar y las actividades propuestas (Ver Anexo). En el primer taller se omitió el título del texto asignado.

Procedimiento

Una vez que se constituyeron los grupos de trabajo se asignó a cada uno un texto y se proveyó una ligera descripción de los fundamentos de la metodología y del procedimiento a seguir para alcanzar los resultados esperados.

La competencia lectora se evaluó en relación con los procesos básicos que deben realizarse para comprender plenamente un texto y que tienen que ver con:

- la obtención de la información,
- la comprensión general,
- la elaboración de una interpretación.

Dicha evaluación se realizó a través de las actividades propuestas relacionadas con los procesos de lectura, desde las más básicas hasta las que exigen el logro de un propósito como es la construcción de sentido. Para ello estas actividades se desarrollaron en dos momentos:

1º Buscar el significado de palabras cuyo significado se desconoce, identificar el tema del texto y proponer un título.

2º Buscar e identificar ideas principales y elaborar un resumen de no más de 100 palabras.

Cada uno de los momentos señalados implicó el desarrollo de diversas tareas en formato de taller, que se derivaron del análisis de textos suministrados por los docentes y que insumieron,

en total, dos semanas.

Los resultados se recogieron tanto por la observación del desempeño de los alumnos en clase como por el informe que debían realizar y en el que debían registrar, además de las respuestas a las consignas, el procedimiento seguido, sus propias consideraciones acerca del trabajo así como sus logros y dificultades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primer momento: luego de una primera lectura del texto proporcionado (el cual no poseía título) y siguiendo las consignas establecidas en la Guía de Trabajo los alumnos desarrollaron las actividades propuestas.

La actividad de proponer un título al texto no resultó tarea fácil. Los títulos propuestos no siempre respondieron al núcleo de la información relevante. Los enunciados propuestos para los títulos no aislaban lo más representativo del texto e, incluso, muchos fueron elaborados en lenguaje excesivamente informal.

La mayoría de los alumnos (un 80%) no presentó problemas en identificar las palabras y las frases centrales del texto así como las relaciones más simples entre ellas, logrando eliminar adecuadamente la información que consideraban irrelevante. Esto los condujo, en general, a aislar correctamente el tema central en cada caso. Sin embargo, no demostraron creatividad para representar la idea central cuando se les solicitó proponer una figura o imagen que la represente.

En cuanto a la búsqueda de palabras desconocidas los estudiantes sólo recurrieron al diccionario en aquellos casos en los cuales el término era específico del texto y nuevo para ellos y no lo hicieron con otras palabras que, aunque decían co-

nocerlas, cuando el docente solicitó su definición no respondieron correctamente. Esta situación, a nuestro juicio, revela la dificultad que poseen para expresar aquello que ya conocen. En relación con ello, cuando se les pidió que recurrieran a libros de texto para ampliar su conocimiento, la mayor parte de los alumnos mostró dificultades no sólo en la búsqueda o individualización de términos o conceptos sino en actividades básicas como utilizar el índice respectivo.

Segundo momento: las actividades propuestas para facilitar la elaboración de la idea principal como examinar el título del texto y extraer oraciones que contengan las ideas principales no produjeron mayores dificultades, logrando discriminar adecuadamente las ideas principales de las secundarias.

Un 70 % de los alumnos se manejaron correctamente en la búsqueda de palabras clave para el texto eligiendo para ello términos bien representativos del contenido.

Por último, en esta instancia puede decirse que los estudiantes alcanzaron una adecuada comprensión del material ya que organizaron correctamente sus ideas en el resumen que realizaron.

En los casos en que esta tarea no se realizó apropiadamente se observó que los alumnos realizaron el resumen transcribiendo algunas partes del texto o copiándolo con pocas modificaciones y suprimiendo aún aquellas que habían señalado como relevantes. Asimismo, en muchos casos las frases seleccionadas se unieron sin utilizar los nexos adecuados, dando como resultado una producción incoherente. Al problema surgido al suprimir partes del texto que corresponden a la idea principal y copiar en el resumen información irrelevante y quizás como consecuencia de una excesiva transcripción literal, se sumó el de superar el número de

palabras permitido. Esta situación refleja no sólo que los alumnos no interpretaron correctamente el texto sino que, además, no son capaces de cumplir con las pautas establecidas para el trabajo.

Evaluación global: Si bien un 50% de los alumnos tuvieron un buen desempeño en esta experiencia, demostrando que comprendieron los textos suministrados y que eran capaces de expresar adecuadamente el contenido y la intención de los mismos, es necesario aclarar que son los que ya poseían hábitos de estudio. Correlacionando estos resultados con los registros de desempeño de los alumnos en la asignatura, se observa que son los mismos que habitualmente participan en las clases y que constantemente consultan libros de la asignatura. Esta situación, que constituye una conclusión que puede considerarse obvia, abona una vez más la idea de la necesidad de desarrollar la capacidad lecto-escritora como medio para favorecer el aprendizaje de los contenidos disciplinares.

Un análisis detallado de los informes presentados permite inferir las acciones seguidas por los alumnos para realizar las actividades propuestas y, sobre esa base, detectar las principales dificultades que debieron enfrentar:

1. Aún cuando se movilizaron para buscar el significado de términos desconocidos y mayoritariamente elaboraron un glosario propio, no lograron contextualizar esos significados para una comprensión más acabada del material trabajado,
2. No se observa en todos los casos que sea habitual el uso de recursos estratégicos como subrayar las oraciones o palabras que se presentan como problemáticas, tratar de explicar su significado o identificar la acepción correcta

- según el contenido del texto en el caso en que se recurra al diccionario, etc.
3. Las razones esgrimidas para justificar la dificultad en la comprensión del texto las atribuyen al texto mismo y no al reto cognitivo que supone su lectura o al reconocimiento de una falta de competencia en su análisis.
 4. Les resultó difícil relacionar los nuevos conocimientos con los conocimientos previos, una de las operaciones cognitivas que se pone en juego en la lectura. Como resultado, fue notoria la dificultad para la integración de elementos procedentes del texto con conceptos ya adquiridos.
 5. Las actividades realizadas no siempre les ha permitido una regulación adecuada, quizás por distintas razones asociadas a las dificultades antes mencionadas, quedando la regulación de la tarea en manos del docente y sin poder avanzar hacia un aprendizaje autónomo.
 6. El docente debió ayudar a los alumnos en el desarrollo de estrategias metacognitivas como: ser conscientes de lo que se sabe o no sabe, adaptar las estrategias de aprendizaje a la naturaleza del material a aprender y las demandas de la situación de aprendizaje planteada y diagnosticar de las causas de las dificultades.

CONCLUSIONES

Así como no es posible asumir que la lectura es una habilidad básica adquirida de una vez y para siempre, tampoco es posible esperar que

estas capacidades se desarrollen sólo en cursos de lectura y de escritura específicos. Aún cuando un alumno haya desarrollado, en general, una buena competencia lectora, ésta no es siempre útil para entender cualquier texto.

Es nuestro convencimiento que corresponde al docente de cada área enseñar a sus alumnos los modos específicos de leer y de escribir propios de las disciplinas, asignándoles espacio a estas prácticas en las clases. El desarrollo de capacidades para utilizar los conceptos de áreas y campos científicos relativos a la carrera que se cursa, elaborar explicaciones y argumentos que se sustenten en teorías que están comenzando a conocer, hace necesario que en cada asignatura se aprendan los criterios que otorgan validez académico-científica de los textos que se leen.

Dado que la comprensión de textos es un proceso gradual, que se va construyendo y refinando durante el proceso mismo, la respuesta a la situación problemática relacionada con las dificultades con que se enfrentan los estudiantes frente a la lectura y comprensión de los textos disciplinares está en manos de los propios docentes, tanto de los de lengua o competencias comunicativas como de los de las áreas específicas de formación. Sólo de este modo las prácticas de lectura y escritura de los estudiantes tendrán incidencia directa en el aprendizaje de los contenidos disciplinares.

Por último y en relación con nuestra experiencia, aunque no se hizo una medición formal sobre la influencia que las actividades desarrolladas tuvieron sobre el aprendizaje, los resultados parecen indicar que fue positiva ya que los estudiantes tuvieron la posibilidad de tomar conciencia de sus propios desempeños, en un camino para lograr la autogestión de su formación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brown, A.L. (1987).** *Metacognition, Executive Control, Self-Regulation and Other More Mysterious Mechanisms*. En: Weinert, F.E., Kluwe, R.H. (eds.). *Metacognition Motivation, and Understanding*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Carlino, P. (2005).** *Escribir, leer y aprender en la universidad. Una introducción a la alfabetización académica*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- CONFEDI** (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería). Definiciones de Competencias Genéricas de las Carreras de Ingeniería. Primer Acuerdo sobre Competencias Genéricas. 3er Informe. En <http://www.confedi.org.ar>. Acceso: abril 2006.
- Day, R A. (1990).** *Cómo escribir y publicar trabajos científicos*. Washington, DC: Organización Panamericana de la Salud.
- Halliday, M.A.K., & Hasan, R. (1985).** *Language, context, and text: aspects of language in a social-semiotic perspective*. Oxford: Oxford University Press.
- Ladino, Y.; Tovar, J. (2005).** Evaluación de las estrategias metacognitivas para la comprensión de textos científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, numero extra, VII Congreso.
- López, G. S. (1997).** *Los esquemas como facilitadores de la comprensión y aprendizaje de textos*. En: Lenguaje No. 25. Escuela de Ciencias del Lenguaje, Cali: Univalle.
- Maturano, C.I, Soliveres, M.A. & Macías, A. (2002).** Estrategias cognitivas y metacognitivas en la comprensión de un texto de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 415-423.
- Muñoz-Chápuli, R. (1995)** Escribir para aprender: ensayo de una alternativa en la enseñanza universitaria de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 273-278.
- Nogueira, S. (2005).** *Manual de lectura y escritura universitarias. Prácticas de taller*. 3ª ed. Buenos Aires: Biblos.
- Núñez, M. B., López Tévez, L., Okulik, N. B. (2007).** La expresión escrita como recurso metodológico para la organización del conocimiento químico. *Educación en la Química*, 13 (1), 50-55.
- OCDE. (2006).** PISA 2006. Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura. En <http://www.institutodeevaluacion.mec.es/contenidos/noticias/marcosteoricospisa2006.pdf>. Acceso: febrero 2006.
- Sánchez Miguel, E. (1993)** *Los textos expositivos. Estrategias para mejorar su comprensión*. Madrid: Santillana.
- Soliveres, M. A.; Anunziata, S. M.; Macías, A. (2007).** La comprensión de la idea principal de textos de Ciencias Naturales. Una experiencia con directivos y docentes de EGB2. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol. 6, N°3, 577-586. En http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART6_Vol6_N3.pdf. Acceso: agosto 2008.

Anexo: Guías de Trabajo para los Talleres

Taller N° 1: Comprensión e interpretación de textos

Introducción

La lectura comprensiva debe ser una práctica habitual, continua y transversal en el aprendizaje de los contenidos de todas las áreas. Se denomina lectura comprensiva a la aproximación a un texto que persigue la obtención de una visión más analítica del contenido mismo y que tiene por objeto su interpretación y comprensión crítica. En ella, el lector desarrolla un papel activo ya que decodifica el mensaje, lo interroga, lo analiza, lo critica, etc.

La comprensión es una condición para el aprendizaje significativo, por tanto, la comprensión de textos es el primer paso para que los alumnos entiendan, relacionen, asimilen y recuerden los conceptos específicos de cada área.

Dado que la lectura es un acto íntimamente ligado a la escritura y a la expresión, la lectura con papel y lápiz contribuye a que ésta sea activa y a mantener la atención y el interés en lo que se lee. Por ello, en el proceso de lectura suele utilizarse la técnica del subrayado, que resulta eficaz a la hora de trabajar la comprensión.

Objetivos

En este primer taller utilizaremos la lectura sistemática para lograr una comprensión del contenido de textos sencillos extraídos de artículos de prensa, textos y revistas de química, etc. Para ello desarrollaremos actividades a través de las cuales se espera que cada alumno sea capaz de:

- entender el contenido fundamental y la intención comunicativa del texto asignado
- interpretar el significado de palabras o expresiones concretas del texto
- localizar la información requerida dentro del texto

Actividades

1. Organizarse en comisiones de 4 o 5 integrantes
2. Realizar una lectura rápida del texto proporcionado por el docente
3. Detectar si existen palabras desconocidas y, de ser así, buscar su significado en un diccionario
4. Realizar una segunda lectura del texto, más minuciosa, de manera de lograr su comprensión
5. Detectar el tema de la lectura
6. Proponer un título para el texto. El título debe ser conciso, concreto y claro
7. Debatir en el grupo acerca de la claridad del tema, tipo de lectura (fácil, compleja, intermedia), relevancia del tema tratado, etc.
8. Escribir lo trabajado y entregar el informe

Taller N° 2: Ideas principales y resumen de textos

Introducción

Hacer un resumen de un texto consiste en expresar por escrito y de manera simplificada la información contenida en el mismo, aislando y resaltando solamente aquellas secciones que contienen información importante. Tanto la información incluida como la omitida en el resumen revelan aspectos de lo que se ha comprendido y constituyen una evidencia acerca de las destrezas que se posee para elaborar resúmenes. El resumen debe ser escrito usando las palabras del que resume, sin repetir necesariamente las palabras del texto inicial. Es posible que en algunos casos deban usarse determinadas palabras pero de lo que se trata es de usar el lenguaje propio.

La habilidad para resumir el contenido de un material es de gran utilidad para la comprensión y el aprendizaje, particularmente en contextos académicos. La elaboración de resúmenes eficientes constituye una estrategia de alta potencialidad, ya que para elaborar un buen resumen no solamente es necesario que el lector haya comprendido la información del texto sino que también debe:

1. poseer habilidades para reconocer cuáles son los elementos importantes del texto y así poder eliminar material trivial o material importante pero que es redundante
2. saber cuándo determinadas unidades de información, términos o acciones se pueden agrupar bajo un término genérico que los incluya a todos
3. poder identificar las ideas principales de los segmentos del texto o construir una oración principal en el caso de que ésta no exista en un párrafo
4. poder integrar toda la información y expresarla con palabras propias, presentando una versión coherente del texto y respetando el proceso de desarrollo del pensamiento que ha seguido el autor

Objetivos

En este segundo taller utilizaremos la técnica de lectura seguida en el taller anterior para organizar en forma coherente las ideas principales del texto asignado y para elaborar un resumen del mismo. Para ello desarrollaremos actividades a través de las cuales se espera que cada alumno sea capaz de:

- diferenciar el material trivial del material importante
- distinguir las ideas principales y secundarias de un texto
- expresar en forma escrita las ideas principales del texto usando su propio vocabulario

Actividades

1. Organizarse en comisiones de 4 o 5 integrantes
2. Realizar una primera lectura del texto proporcionado por el docente
3. Realizar una nueva lectura, más minuciosa, de manera de lograr su comprensión
4. Extraer (2, 3 o 4) oraciones (conjunto de aproximadamente 10 palabras) que contengan las ideas principales del texto
5. Proponer palabras clave para el texto
6. Elaborar un resumen del texto de no más de 100 palabras

De interés

APORTES PARA DESENTRAÑAR LA SITUACIÓN DE LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES EN QUÍMICA EN LA ARGENTINA

Diana Hugo* y Marta Bulwik **

*Profesorado en Química de la Universidad Nacional del Comahue.

dianahugo7@hotmail.com

** Ministerio de Educación de la Nación. Áreas Curriculares. Ciencias

Naturales. B. Aires, Argentina. martabul@satlink.com

Resumen

El objetivo de este trabajo, llevado a cabo por formadoras de formadores en Química, fue analizar y vincular la situación actual de la carrera de Profesorado en Química en instituciones universitarias y no universitarias. Como primer paso se reunió la información pertinente. A partir de ella se pudo poner en evidencia la diversidad que presenta tal carrera en la Argentina y la necesidad de realizar cambios que contribuyan al mejoramiento en calidad y cantidad de sus egresados.

Palabras clave: Análisis situación - Formación inicial - Profesores en Química - Mejoramiento.

Contributions to work out the situation of chemistry teachers' initial training in Argentina

Abstract

This work, carried out by the teachers of future chemistry professors, involves the analysis of the different courses required in training to become a professor in chemistry in different universities and not university institutions. The aim of this analysis is the necessity to understand better the diversity of process involved in training a person to become a chemistry professor in Argentina, always with the intention to contribute to the improvement in quality and number of the graduates.

Key words: Situation analysis - Initial teacher training - Chemistry professors - Improvement.

INTRODUCCIÓN

Como en otros aspectos de la educación argentina, la formación docente y particularmente la

de docentes en ciencias, afronta hoy una diversidad de problemas que parecerían tener puntos en común con los de otros países de Latinoamérica y Europa. Se observa una tendencia generalizada a

la disminución en el número de jóvenes que eligen carreras docentes para nivel medio y/o superior, en particular, para Química. En nuestro país, estas carreras se dan en instituciones universitarias y no universitarias (Institutos de Formación Docente), mayoritariamente públicas y gratuitas y el número de egresados no alcanza a cubrir la demanda.

Muchas parecerían ser las causas del escaso interés de los jóvenes por seguir carreras relacionadas con la enseñanza de la química. Algunas de ellas se relacionan con el bajo estatus social que tiene la profesión docente en general, la idea de la Química como cuerpo de conocimientos con alto grado de abstracción y poco motivador, producto quizás de una experiencia personal escolar poco positiva. Pero también parecería estar incidiendo la imagen catastrófica de la Química, generada en gran medida por los medios de difusión, cuando sólo hacen hincapié en el impacto negativo de algunas industrias químicas sobre los ecosistemas.

Al mismo tiempo, las instituciones educativas principalmente de la zona sur de la ciudad de Buenos Aires (Bamonte et al., 2008) y de varias provincias de nuestro país plantean una creciente **demanda** en cantidad y calidad de profesores en el área de las Ciencias Naturales, en particular de Química. Consecuentemente muchos cargos no se logran cubrir con profesionales que tengan título docente específico y se debe recurrir a personas con títulos habilitantes o incluso sin título (alumnos de carreras terciarias o técnicos), con las consecuencias académicas que ello trae aparejado.

Parecería ser éste un momento histórico especial en el que la Argentina, y el mundo en general, ha decidido priorizar desde la política educativa, la educación científica y tecnológica (Tedesco, 2006). Sin duda la misma representa un reaseguro, entre muchos otros, de la tan necesaria

alfabetización científica de los ciudadanos, del desarrollo sostenible, así como de la independencia económica de un país.

Haciendo eco de la necesidad manifiesta en el Informe 2007 de la Comisión Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática, de profundizar en el diagnóstico de la formación inicial de profesores de Ciencias Naturales, pretendemos sacar a la luz algunas dificultades que la misma presenta y que vivenciamos a lo largo de nuestra trayectoria como formadoras de formadores en dicho área.

Nos guía el espíritu de realizar desde nuestro lugar, algún aporte a la necesidad planteada en dicha comisión de replantear y fortalecer, entre otros, la formación inicial de docentes de instituciones públicas y privadas. Es de destacar que, en el primer nivel de especificación curricular, aún siguen vigentes los planes de estudios para los profesados creados antes del 2006, basados en la normativa sancionada durante la vigencia de la Ley Federal de Educación (años 1996 y 1997). La misma fue suplantada por la actual ley de Educación Nacional (N°26206, en cuyo Título IV Capítulo II artículos 71 a 78 se refiere a la formación docente) que incluye la creación del INFD (Instituto Nacional de Formación Docente) el que durante 2008 se abocó a la reorganización de la formación docente de base para maestros de nivel primario e inicial y tiene previsto continuar con la de los profesores para el nivel medio/superior que tanto nos interesan.

Respecto a la carrera Profesorado en Química, creemos que es prioritario comenzar a desentrañar su realidad en los dos tipos de instituciones de nivel superior que la imparten-universitaria y no universitaria- a partir de tareas conjuntas,

como ésta, que favorecen el acercamiento entre ambos ámbitos de formación.

Comenzaremos por analizar algunas características de las carreras para la formación docente en las universidades nacionales para luego profundizar en una universidad en particular. Con idéntica metodología nos remitiremos al Profesorado en Química en los institutos de profesorado, para finalmente aportar algunas conclusiones y recomendaciones que, esperamos, colaboren al deseado análisis de situación de tal carrera en la Argentina.

Desde nuestra experiencia como profesoras en Química y como formadoras de profesores en Química focalizaremos el análisis particular en las instituciones que más conocemos, el Instituto Superior del Profesorado que depende del Ministerio de Educación de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y la Universidad Nacional del Comahue con asiento en las provincias de Río Negro y Neuquén.

PROFESORADO DE QUÍMICA EN INSTITUCIONES UNIVERSITARIAS

Sobre un total de 38 universidades nacionales públicas analizadas (sin considerar las universidades tecnológicas creadas puntualmente para carreras de ingeniería) distribuidas en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) y en varias provincias, 22 ofrecen una carrera vinculada a la enseñanza de la Química. Quizás por la autonomía que caracteriza a las universidades argentinas, diversos son los nombres que le han otorgado a la misma como “Profesorado en Química”, “Profesorado de Química y del Ambiente”, “Profesorado de Enseñanza Media y Superior en Química” y “Profesorado de Grado Universitario en Ciencias

Básicas” con orientación Química, entre otros.

En todos los casos la carrera capacita para trabajar en el nivel medio y, en varias de ellas, también para el superior (universitario o no universitario). La duración es, mayoritariamente, de 4 a 4 años y medio; solo en 4 universidades se extiende hasta 6 años y medio como es el caso particular de la Universidad de Buenos Aires (UBA) ya que primero se tiene que aprobar el CBC (Ciclo Básico Común) de 1 año de duración.

Respecto a la **articulación** de la carrera Profesorado de Química con otras carreras que van más allá de la docencia, en varias de las universidades analizadas se ofrece como título intermedio el de Técnico Químico Universitario, mientras que en otras se plantea alguna vinculación con la carrera Licenciatura en Ciencias Químicas. Sólo 3 universidades ofrecen a interesados con título de Profesor de Química (universitario/nivel terciario) un ciclo de complementación curricular docente que les otorga el título de Licenciatura en Enseñanza de las Ciencias. El mismo prevé la especialización en alguna de las didácticas específicas: Física, Química, Biología, que capacita para llevar adelante proyectos de innovación educativa en el área específica.

La oferta de las **universidades privadas** que son menor en número que las nacionales es escasa; solo 2 ofrecen la carrera Profesorado de Química, quizás porque se trata de una carrera poco redituable económicamente debido a la baja matrícula o porque se requiere de material y equipamiento de laboratorio, siempre costoso, para su implementación.

Respecto al **perfil** del egresado, en todos los casos analizados se plantea el de un profesor que esté capacitado para planificar, conducir, evaluar procesos de enseñanza y de aprendizaje de

la Química/área de Ciencias Naturales en todos los niveles educativos, así como para asesorar y desarrollar proyectos innovadores. Solo algunas universidades explicitan la posibilidad de que puedan desarrollar tareas de investigación en el campo de su especialidad.

No existen al momento lineamientos generales impartidos por el Ministerio de Educación respecto a los **contenidos** que debieran formar parte del currículo de la carrera Profesorado de Química, por lo que cada universidad los ha fijado según sus criterios existiendo similitudes en los mismos. Se centran, en general, en torno a tres áreas de formación que, en la realidad, no están lo suficientemente articuladas entre sí: la básica en Ciencias Exactas y Naturales, la pedagógico-didáctica y la estrictamente profesional.

Respecto a ésta última, la inserción de los futuros profesores en su campo laboral- el sistema educativo- se produce a través de las **Prácticas Docentes o Residencias** las que se realizan en todos los casos analizados en colegios de nivel medio de acuerdo a convenios preestablecidos entre universidad-escuela; en los profesorados con alcance al nivel superior, también en alguna cátedra afín. Las mismas se desarrollan, generalmente, a lo largo de un año, aunque las hay en un cuatrimestre y, lamentablemente, siempre en el tramo final de la carrera.

Respecto a los docentes universitarios concursados de las Facultades de Ciencias que llevan adelante la formación de los futuros profesores de Química en las disciplinas científicas persisten paradójicamente, en muchos de ellos, un marcado adidactismo que impide muchas veces centrar la formación en la construcción de las ideas científicas (Cáceres et al., 2002) .

El actual Plan de Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias, focalizado en la formación docente inicial y continua, ubica en un rol protagónico a las universidades, por lo que la carrera Profesorado de Química pasa a ser una de las metas **prioritarias**. Dada la escasa cantidad de alumnos que ingresan a estudiar carreras vinculadas a las Ciencias Exactas y Naturales así como su bajo rendimiento académico, la Secretaría de Políticas Universitarias está implementando diversas acciones como el “Proyecto de apoyo para el mejoramiento de la enseñanza en primer año de carreras de grado de Ciencias Exactas y Naturales, Ciencias Económicas e Informática” entre las que se incluye la de Profesorado en Química.

Varias universidades ofrecen a los profesores de Química graduados la posibilidad, según su motivación y posibilidades, de profundizar su formación de postgrado en investigación en uno o dos campos, el de la Química y/o el de la Didáctica de las Ciencias, a partir del desarrollo de especializaciones y maestrías. Una sola universidad ofrece un doctorado en ese último campo, si bien se están realizando gestiones para su implementación en algunas otras. Como consecuencia de ello la investigación en Didáctica de las Ciencias representa, aproximadamente, sólo el 25 % de los proyectos de investigación que se llevan adelante en las universidades argentinas, si bien se observa una tendencia en aumento.

El caso del profesorado en química de la Universidad Nacional del Comahue (UNCO)

El primer plan de Profesorado en Química data del año 1974, casi en los albores de la creación de la Universidad Nacional del Comahue a partir de la entonces existente universidad provin-

cial, manteniendo siempre dependencia directa con el Departamento de Química de la Facultad de Ingeniería.

El plan actual es del año 1998 si bien existieron varios intentos estériles por modificarlo e, incluso, cambiarlo. Tiene una carga horaria áulica de más de 3088 horas pues no se incluyen las del Seminario curricular que demanda mucho más que las 120 horas teóricas, el que adquiere en la práctica características de tesina. La duración “teórica” del plan es de 4 años y 1 cuatrimestre, aunque en la realidad demanda a los estudiantes, mucho más tiempo.

Ingresan pocos alumnos al 1° año de la carrera por verdadera vocación, en su mayoría mujeres, como es común en todos los profesorados, quizás porque ofrecen una salida laboral más compatible con las funciones maternas. Otros que acceden periódicamente a través de “pases” y/o de trámites de “equivalencias”, respectivamente, son estudiantes de otras carreras afines iniciadas en la misma u otra universidad o profesionales con título de licenciado o ingeniero que ya vienen trabajando en docencia. Los argumentos esgrimidos por estos últimos acerca del porqué eligen esta carrera van desde la necesidad de contar con un título docente para mejorar su situación laboral en las instituciones en las que trabajan, recibir herramientas para mejorar su práctica docente intuitiva, hasta la de haber tomado conciencia de una vocación que se les despertó tardíamente.

La mayoría de los estudiantes del profesorado residen en ciudades del Alto Valle de Río Negro y Neuquén si bien, esporádicamente, acceden algunos de Bariloche. Estos desarrollan en ese centro regional de la Universidad Nacional del Comahue la mayor parte de las asignaturas básicas pero deben trasladarse a su sede central para

cursar unas pocas de la especialidad, a partir de la implementación de un régimen especial. La estructura curricular de la carrera consta de las siguientes tres grandes áreas, cuya respectiva carga horaria porcentual respecto de la total es la siguiente:

- Ciencias Básicas: 64,0%
- Ciencias Tecnológicas Básicas: 15,1%
- Ciencias de la Educación: 20,9%

Debido a la estructura mixta de facultad-departamento que tiene en esta universidad, la Facultad de Ingeniería le administra gran parte de las asignaturas mientras que las de Economía y Ciencias de la Educación le brindan servicio en algunas otras. Consideramos que el hecho de que no exista un coordinador de carrera con título de profesor y de que las asignaturas tengan dependencia en distintas facultades-departamentos situados en espacios físicos distantes entre sí, provoca en los estudiantes una indeseable atomización de saberes y prácticas que dificulta su identidad como profesores.

Debido quizás a la baja matrícula, los futuros profesores de Química cursan la mayoría de las asignaturas básicas con alumnos de otras carreras. Creemos que si bien esto fortalece sus conocimientos científicos disciplinares, dificulta la atención a sus necesidades e intereses como futuros profesionales docentes.

Los docentes-investigadores universitarios que conducen las cátedras del Profesorado de Química están regularizados a partir de concursos abiertos por antecedentes y oposición y, la mayoría ha cursado alguna carrera de postgrado ofreciendo al estudiante experiencia en investigación y sólidos conocimientos en sus disciplinas. Sólo dos cátedras están al frente de una misma y única responsable con título docente de profesora

de química (ex alumna): Didáctica II (Especial de la Química) y Prácticas Docentes, ambas íntimamente relacionadas.

En las mismas se realizan grandes esfuerzos para que los futuros profesores integren sus saberes en la constitución del conocimiento didáctico necesario de los profesores de ciencias y para que se identifiquen con el rol a cumplir en su futura salida laboral (Hugo et al., 2009). Así también se intentan cubrir, en el escaso tiempo adjudicado a dichas cátedras, algunas carencias de la formación, como lo es el desconocimiento del sistema educativo, de la Epistemología de las Ciencias y del uso de la NTic en la enseñanza-aprendizaje de las mismas.

Es de destacar que las Prácticas Docentes ubicadas, lamentablemente, en el último año y con restringido régimen cuatrimestral, se realizan normalmente en colegios secundarios a partir del desarrollo de una o más unidades innovadoras, y en el nivel superior, con el de algunas experiencias puntuales. El paso del futuro profesor de las aulas universitarias como aprendiz a las del sistema educativo como docente representa un salto abismal, particularmente en aquellos que no tienen experiencia docente previa, situación que no es atendida por la universidad (Hugo, 2008 b).

Los estudiantes de profesorado deben afrontar estas y otras dificultades que pueden ser motivo de abandono en los primeros años, de alargamiento de sus años de estudio o de cambio a otra carrera científica o tecnológica de mayor estatus, como Ingeniería Química. Todo ello realimenta negativamente el circuito, justificando la baja matrícula y el escaso número de egresados que fluctúa año a año entre 3 a 6, cifra insuficiente para cubrir la demanda de profesores con “título docente” de la región del Comahue. Al respecto,

parecería ser favorable la reciente implementación del programa institucional de incentivo para alumnos de profesorado de Ciencias Exactas y Naturales y el de tutorías para los de los primeros años de la carrera (PACENI).

Por otro lado, la infraestructura de los laboratorios es insuficiente; las bibliotecas y hemerotecas cuentan con pocos ejemplares actualizados de índole científico y educativo. A pesar de todo lo expresado, los graduados de la carrera Profesorado en Química de la UNCo cuentan con un desarrollo de competencias científicas y didácticas que les permite desenvolverse de manera satisfactoria en tareas docentes, de extensión, investigación e incluso de conducción dentro del sistema educativo - tareas para las cuales no han recibido formación específica – así como en industrias y entes públicos.

La mayoría de los graduados se inserta rápidamente en los centros educativos de nivel medio de las provincias de Río Negro y Neuquén, fundamentalmente en los de ésta última ya que los salarios son más altos. Sólo unos pocos lo hacen en los Institutos Superiores de Profesorado dependientes de los Consejos, Secretarías o Ministerios provinciales de educación en carreras de profesorado de nivel inicial y primario, ya que no existen las de nivel medio/superior. Un número menor aún se inserta en la docencia-investigación universitaria. Al respecto, se observa en estos últimos años un impacto positivo del trabajo innovador de auxiliares -ex alumnas de la carrera con título de Profesoras de Química- que trabajan en la formación de base, acompañando a los maestros y profesores en algunas tareas de extensión y perfeccionamiento en beneficio de la educación científica regional.

En estos últimos años algunos graduados

han decidido completar su formación de grado incorporándose como alumnos de Licenciatura en Ciencias Químicas o en la de Enseñanza de las Ciencias (Química) que ofrecen otras universidades nacionales. Otros, han optado por desarrollar una carrera de postgrado, preferentemente, de las que se dictan en la UNCo como la Maestría en Ciencias Química o la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales con modalidad también a distancia.

Fortalezas

- Sólida formación disciplinar y didáctica,
- frecuente y fructífera relación con los investigadores en el área de la Química y de Didáctica de las Ciencias,
- iniciación a tareas de investigación en alguna de dichas áreas,
- rápida inserción laboral en el sistema educativo en el nivel medio, terciario -universitario y no universitario-, en tareas de investigación, en la industria y en entes gubernamentales,
- existencia de programas de incentivos para que los alumnos que terminan el nivel medio sigan el profesorado y de tutorías para su retención,
- motivación de los egresados para continuar carreras de postgrado.

Debilidades

- Segmentación de saberes producto de la desvinculación entre áreas de la carrera,
- débil identidad del estudiante con el rol docente,
- muy escaso conocimiento del sistema educativo, de la Epistemología e Historia de la Ciencia y del uso de las NTics en educación,
- práctica profesional acotada a la etapa final de la carrera,

- conocimiento *in situ* de pocas modalidades de organización escolar,
- acercamiento tardío a la realidad institucional y a la práctica docente en la que el futuro profesor debe asumir la responsabilidad de la tarea profesional docente en instituciones educativas,
- escasa relación con la industria química,
- pocos docentes del área básica con formación pedagógica-didáctica,
- un solo docente en la formación de Didáctica Especial y para implementar las Prácticas Docentes,
- equipamiento limitado y escaso instrumental moderno de laboratorio,
- desgranamiento de la matrícula,
- escaso número de alumnos que egresan por año y que no alcanza para cubrir las necesidades de las instituciones escolares de la jurisdicción,
- como existe gran demanda de profesores en química, algunos alumnos comienzan a ejercer la profesión antes de recibirse,
- la actividad se desarrolla en horario muy extendido dificultando que los alumnos puedan asumir ciertos trabajos.

PROFESORADO EN QUÍMICA EN INSTITUCIONES NO UNIVERSITARIAS

Las instituciones no universitarias de nivel superior, que actualmente dan formación de base para docentes de nivel medio y superior, están acreditadas específicamente conforme el cumplimiento de la aplicación de criterios establecidos por acuerdos federales que se realizaron a partir de 1994 con el fin de garantizar la calidad de la

formación docente.

Según acuerdos del Consejo Federal de Cultura y Educación (formado por los Ministros de Educación de todas las jurisdicciones) la formación docente en Institutos de Profesorado no universitarios, requiere un mínimo de cuatro años y comprende tres campos de contenidos:

1. *El campo de formación general pedagógica*, que es común para todos los docentes y está destinado a conocer, investigar, analizar y comprender la realidad educativa en sus múltiples dimensiones.
2. *El campo de formación especializada*, que permite reconocer las características del desarrollo psicológico y cultural de los alumnos las particularidades de los procesos de enseñanza y aprendizaje y las características de las instituciones del nivel o el ciclo del Sistema Educativo para el que se forman los futuros docentes.
3. *El campo de formación orientada*, que se refiere al dominio de los conocimientos que deberá enseñar el futuro docente, según las disciplinas. En todos los casos la formación debe ser de nivel académico equivalente al tratamiento de la disciplina en el ámbito universitario y ocupa la mayor parte de la carga horaria y académica de su formación, como mínimo el 60% de las horas totales.

En casi todas las jurisdicciones educativas (provincias y Ciudad de Buenos Aires) existen Institutos Superiores de Formación Docente (ISFD) de gestión estatal, para la formación de profesores en química. Son pocos los de gestión privada.

La provincia de Buenos Aires es la que cuenta con mayor número de ISFD. En ellos la organización curricular actual comprende:

- Espacio de la fundamentación pedagógica, de

primero a tercer año

- Espacio de la especialización por niveles, de primero a tercer año
- Espacio de la orientación, de primero a cuarto año
- Espacio de la práctica docente, de primero a cuarto año

Otro ejemplo estaría dado por la de los ISFD de la provincia de Mendoza, que se organiza según:

- Trayecto socio histórico político, con instancias curriculares en primero y tercer año
- Trayecto disciplinar, de primero a cuarto año
- Trayecto pedagógico didáctico, que se desarrolla de segundo a cuarto año
- Trayecto de la práctica profesional, de primero a cuarto año

El caso del Profesorado en Química del Instituto Superior del Profesorado Joaquín V González

Esta institución, creada en 1904, desde su inicio fue organizada por departamentos, entre los que estuvo el de Química (Bulwik, 2006).

La carrera se cursa en su única sede ubicada en la Ciudad de Buenos Aires, es gratuita y tiene una duración mínima de 5 años.

El actual Plan de estudios fue aprobado y comenzó a implementarse en 2005.

El Diseño Curricular tiene como **eje general**:

Las problemáticas disciplinares y didácticas de la formación docente en Química, en el contexto de las Ciencias Naturales, para el siglo XXI.

Se considera que en la formación de base del futuro docente están implicados, y deben interaccionar, un *saber disciplinar*, un *saber pedagógico* y un *saber hacer docente*.

El plan de estudios se estructuró, entonces, sobre la base de tres ejes que se articulan con el eje ge-

neral y entrelazan todas las instancias curriculares (Bamonte et al., 2008):

Eje disciplinar, que privilegia una formación académicamente sólida en Química y en otros campos del conocimiento científico, que incluye el 65% de las horas totales de la carrera;

Eje de formación común de docentes, que direcciona la formación pedagógica y cultural común a todas las carreras de profesorado, con el 17% de la carga horaria total;

Eje de aproximación a la realidad y de la práctica docente, que incluye una aproximación temprana y gradual a la realidad donde deberá desempeñarse el futuro profesor y a las prácticas docentes, e involucra una articulación horizontal con los ejes anteriores, con el 18% de la carga horaria total.

Los tres ejes se inician desde el comienzo de la carrera, pero mientras que el peso relativo del eje de la formación común de docentes va disminuyendo, el de los otros dos ejes va aumentando a medida que se desarrolla la carrera.

Las instancias curriculares que se proponen son de varios tipos: materias anuales y cuatrimestrales, seminarios, talleres, trabajos de campo, prácticas de enseñanza, residencia. La mayoría son anuales y también hay cuatrimestrales.

Luego de haber realizado observaciones y prácticas en cursos de nivel medio y superior, los alumnos hacen la residencia profesional docente durante el último año de la carrera, en un establecimiento de nivel medio (de gestión estatal) de la Ciudad de Buenos Aires (Liceo, Normal, Comercial, Nacional) durante unas 25 horas cátedra (las necesarias para completar correctamente una unidad didáctica, incluyendo todas las tareas pertinentes al profesor). Además, en colegios de nivel medio de Adultos desarrollan una secuencia di-

dáctica en unas 6 a 8 horas de clase y en Escuelas Técnicas (clases de laboratorio/trabajos prácticos) o en un Colegio Universitario, dan clases durante unas 2 semanas.

Fortalezas

- Extensa práctica profesional docente que asegura una muy buena inserción laboral, ya que uno de los comentarios más frecuentes en muchos profesores noveles es el de sentirse inseguros al tener que formular planificaciones adecuadas al contexto en el que les toque desempeñarse y hacer frente a las diferentes idiosincrasias de los adolescentes y jóvenes,
- conocimiento *in situ* de varias modalidades de organización escolar,
- temprano acercamiento a la realidad institucional y de la práctica docente, por un proceso de aproximación paulatina a la realidad escolar hasta llegar a la etapa de la residencia, en la que el futuro docente asume la responsabilidad de la totalidad de la tarea profesional docente en instituciones educativas de diferentes modalidades,
- sólida formación didáctica y disciplinar,
- los alumnos ingresan a la carrera, mayoritariamente, por vocación docente,
- tienen espacios curriculares con diferentes modalidades (talleres, trabajo de campo, seminarios, materias) pudiendo experimentar distintas formas de organizaciones didácticas.

Debilidades

- Escasa relación con los investigadores científicos y la industria química,
- equipamiento limitado y escaso instrumental moderno de laboratorio,

- desgranamiento de la matrícula, el escaso número de alumnos que egresan por año no alcanza para cubrir las necesidades de las instituciones escolares de la jurisdicción,
- como existe gran demanda de profesores en química, la mayoría de los alumnos comienza a ejercer la profesión antes de recibirse, ya que legalmente pueden hacerlo, lo que posterga notablemente la finalización de la carrera,
- la actividad se desarrolla en el turno tarde, con un horario muy extendido que en ocasiones abarca algo de la mañana y del turno vespertino, lo que dificulta que los alumnos puedan trabajar para cubrir sus gastos de estudio y otras necesidades, por lo que algunos deben abandonar.

CONCLUSIONES

El mejoramiento de la formación inicial -y continua- de los profesores de Química no puede ser producto de políticas aisladas de las instituciones que llevan adelante la carrera, llámense universidad o instituto. Contrariamente, tendría que provenir de la integración de las potencialidades de cada una en torno a la meta común de formar más y mejores profesionales de la enseñanza de las Ciencias para un país que así lo requiere. Consideramos necesario implementar programas de renovación curricular en las universidades que incluyan, entre otros, un más temprano acercamiento del futuro profesor al sistema educativo y, en el caso de los institutos, un mayor acercamiento a la investigación científica. En ambos tipos de instituciones es necesaria la pronta generación de escenarios y redes telemáticas con funciones básicamente educativas (Echeverría, 2002) así como programas de contención y seguimiento a los pro-

fesores egresados novatos.

La misma evolución de la ciencia viene mostrando la necesidad de integración, de cooperación interdisciplinaria motivada por requerimientos de orden intelectual o científico y también para resolver situaciones problemáticas que la requieren. Así también, los problemas que el futuro profesor de Química enfrenta desde su doble rol de aprendiz y docente, requieren de la colaboración, del aporte que pueden ofrecer dos o más asignaturas del plan o dos o más instituciones (Zabala, 1999).

Si bien acordamos con los términos del análisis y conclusiones del trabajo de Bamon-te et al., (2008) que no se observan medidas externas suficientes para revertir las problemáticas que presenta el Profesorado de Química, también creemos que mucho se puede hacer con el valioso capital humano y profesional con que se cuenta en las instituciones. Somos precisamente los formadores de formadores los que debemos hacer esfuerzos por romper e integrar dualidades, cambiar nuestras creencias, prácticas y valores, legados de una ciencia positivista que da primacía exclusiva de la razón, con su (supuesto) estatuto de conocimiento infalible y de orden metodológico superior al de otras disciplinas.

La revalorización de valores como el trabajo cooperativo o colaborativo entre pares, multidisciplinario, articulado, sin menosprecio de unas disciplinas o instituciones sobre otras, podrán ser muestras para nuestros futuros profesores de Química de una nueva imagen acerca de la naturaleza de la Ciencia más humana así como de un valioso modelo a imitar por los mismos (Hugo, 2008b). La enseñanza de las Ciencias no solo trasmite conocimientos sino también valores que orientan las acciones educativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bamonte, E., Bulwik, M., Comi, A., Galagovsky, L., Olazar, L. y Zuccaro, L. (2008). Tres instituciones, un mismo objetivo: formar profesores en Química para el nivel medio y superior. Debilidades y fortalezas en la formación de base de los futuros profesores en Química. *I Congreso Metropolitano de Formación Docente*. Departamento de Ciencias de la Educación de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires.

Bulwik, M y Mellado, L. (2006). El “Joaquín”, primer profesorado en química de la Argentina, cumplió 100 años, *Revista Chilena de Educación Científica*, 6 [1], 57–62.

Cáceres Mesa, M. y col. (2002). La formación pedagógica de los profesores universitarios. Una propuesta en el proceso de profesionalización del docente. OEI- *Revista Iberoamericana de Educación*, www.rieoei.org/deloslectores/475Caceres.pdf

Drewes, A. (2001). La formación pedagógica de los profesores de ciencias en la universidad: cuestiones pendiente de agenda. *Química Viva* (6), número especial: Suplemento educativo.

Echeverría, J. (2002). *Ciencia y Valores*. Destino, Barcelona.

Hugo, D. (2008b). “Prácticas Docentes: un espacio para consensos cuando se aprende a

enseñar ciencias por autorregulación”. *I Jornadas del Comahue de Prácticas y Residencias en la Formación Docente*. Facultad de Ciencias de la Educación. UNCo. Rio Negro.

Hugo, D. (2008a). Tesis doctoral “Análisis del proceso de autorregulación de las Prácticas Docentes de futuras profesoras de ciencias focalizado en sus emociones”. Servicio publicaciones UAB(España). <http://www.tesisenxarxa.net/TDX-0523108-151630>

Hugo, D., Sanmartí, N. y Aduriz, A.(2009) “Las emociones de quienes aprenden a enseñar ciencias: un desafío para la investigación en Didáctica de las Ciencias”. *VIII Congreso Enseñanza de las Ciencias. Barcelona*.(Aprobado para Simposio “Avances iberoamericanos del conocimiento didáctico del contenido. Parte I. Teoría y afectividad”).

Informe final (2007). Comisión Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Argentina.

Tedesco, J.C. (2006). *Priorizar la enseñanza de las ciencias*. OEI, Madrid.

Zabala, A. (1999). *Enfoque globalizador y pensamiento complejo*. Grao, Barcelona.

De interés

TRES INSTITUCIONES, UN MISMO OBJETIVO: FORMAR PROFESORES EN QUÍMICA PARA EL NI- VEL MEDIO Y SUPERIOR.

Edith Bamonte*, **Marta Bulwik****, **Amelia Comi***, **Lydia Galagovskyy*****, **Liliana Olazar****, **Leticia Zúccaro***

* Instituto Nacional Superior del Profesorado Técnico (UTN), Buenos Aires, Argentina

** Instituto Superior del Profesorado Joaquín V González, Buenos Aires, Argentina

*** Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA), Buenos Aires, Argentina

martabul@satlink.com; lyrgala@qo.fcen.uba.ar; titazuccaro@hotmail.com

Resumen.

En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires son tres las instituciones de gestión pública que ofrecen carreras de profesorado en Química, todas ellas otorgan preparación disciplinar y didáctica. En este trabajo se hace una descripción comparativa de sus diseños curriculares. Más allá de sus fortalezas, debilidades y de sus perfiles diferenciados, el punto crítico actual en el que hay coincidencia, es el escaso número de egresados.

Esta situación revela una preocupante brecha entre la oferta y la demanda de recursos humanos especializados.

Palabras clave: formación docente, profesorado, química

Three institutions, the same objective: training chemistry teachers for secondary and tertiary level.

Abstract. There exist three public institutions that offer teacher education in Chemical Education in the Buenos Aires city, Argentina. All of them train students in both Chemistry and teaching areas.

This paper presents a comparative description of their curricula designs.

The critical point today, -leaving aside their strong and weak points and different profiles- is the low number of students that graduate. This situation provokes a significant gap between offer and demand of specialized human resources.

Key words: Teacher education, chemistry teachers, chemistry

INTRODUCCIÓN

Sobre la base de un trabajo dado a conocer en el Primer Congreso Metropolitano de Formación Docente, realizado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) entre el 26 y el 28 de noviembre de 2008 (Bamonte et al., 2008), elaboramos el presente trabajo de comparación entre las carreras de Profesorado en Química ofrecidas por las tres únicas instituciones de gestión pública que lo ofrecen en la CABA. Estas instituciones son: el Instituto Superior del Profesorado Joaquín V. González (ISP-JVG), que depende del Ministerio de Educación de la CABA; el Profesorado de Enseñanza Media y Superior en Química (PEMSQ), que depende de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (FCEN-UBA), y el Instituto Nacional Superior del Profesorado Técnico, que depende de la Universidad Tecnológica Nacional (INSPT-UTN). Tanto sus historias de gestación como sus planes de estudio son diferentes. Todos estos Profesorados otorgan una sólida preparación disciplinar y didáctica.

Más allá de sus fortalezas, de sus debilidades y de sus perfiles diferenciados, el punto crítico actual es el escaso número de egresados, muy inferior a los requerimientos del área metropolitana. Esta situación que viene prolongándose desde hace más de 5 años conlleva a la incapacidad del sistema educativo para satisfacer la demanda de los 479 colegios de nivel medio que existen en esta jurisdicción educativa, de los cuales 141 son de gestión estatal. Cada vez son más numerosas las escuelas que no logran cubrir con profesores especializados las horas de Química que quedan vacantes. En algunos casos pasan meses hasta que se cubren dichas vacantes, como se verificó,

por ejemplo, durante 2007-2008 en escuelas del barrio de Caballito, de Flores y de Villa Devoto. Esto significa, lisa y llanamente, horas libres: los estudiantes no tienen la oportunidad de recibir enseñanza en temas de química. Esta situación es crítica en establecimientos donde se jubilan profesores con numerosas horas de clase.

La escasez de docentes especializados es un problema generalizado en Argentina, que ha tomado estado público, habiendo sido señalado por la directora del Instituto Nacional de Formación Docente (INFD), Graciela Lombardi: (...)”*En realidad, en todas las carreras de formación docente, para nivel inicial, primario, secundario, y tecnicaturas, tenemos en 2007 una matrícula de 271.039 alumnos. Si hay una leve baja, se debe a que entre 2001 y 2004 hubo un alza de aspirantes a docentes, porque en situaciones de crisis aumentan las carreras que garantizan empleo en el sector estatal. La falta de docentes se da en zonas muy localizadas, como el sur de la ciudad de Buenos Aires. (...) Hay dificultades en asignaturas como inglés (se van al sector privado), química y, en alguna regiones, biología. Por eso tenemos el programa de incentivo para profesorados de ciencias exactas y naturales*”(…). (Diario Clarín, 13 de abril 2009).

Para el caso específico de Química, desde hace unos años se presenta una situación paradójica: mientras la demanda de profesores de esta especialidad crece en las escuelas de la CABA y sus alrededores dado que se producen vacantes (cargos disponibles, que no se cubren), en las instituciones para la formación de docentes existe una capacidad ociosa, no aprovechada, debido a la escasa matrícula actual de ingresantes y egresados. Es decir, coexisten una oferta de formación y una demanda laboral importantes y, sin

embargo, el eslabón por donde se corta la cadena de trabajo es la baja motivación de los jóvenes por formarse como docentes especializados en ciencias naturales y, particularmente, en Química.

CARACTERÍSTICAS CURRICULARES DE CADA UNO DE LOS PROFESORADOS

Las Carreras de Profesorados ISP-JVG, PEMSQ-FCEN-UBA e INSPT-UTN presentan similitudes y diferencias en su diseño curricular. Para establecer

patrones de comparación, agruparemos las materias o espacios curriculares de cada carrera en los siguientes ejes:

- Ciencias básicas
- Disciplinarias (Químicas)
- Formación pedagógica
- Didácticas específicas/práctica docente.

A continuación se comparan, en la Figura 1, las cargas horarias de los mencionados ejes en cada profesorado.

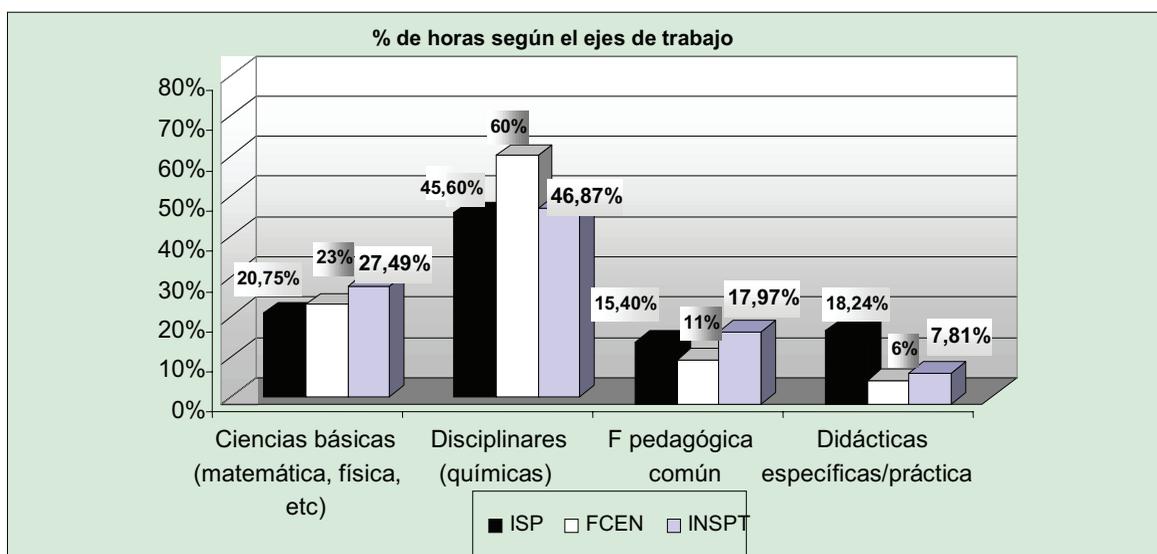


Figura 1: Cuadro comparativo de porcentaje de horas por eje (de ciencias básicas, de químicas, de formación pedagógica y de formación didáctica específica/prácticas) en cada uno de los tres Profesorados en Química de gestión pública de la CABA.

La diversidad en los diseños curriculares provee al joven que se interesa por formarse profesionalmente como profesor en Química, un panorama de amplia variedad de estilos y planes de estudio.

En la Tabla 1 se muestran comparativamente algunos otros aspectos principales de esta diversidad.

	Prof. Química ISP-JVG	Prof. Química FCEN-UBA	Prof. Química INSPT-UTN
Título de grado	Profesor en Química para nivel medio y superior	Profesor de Enseñanza Media y Superior en Química	Profesor en Disciplinas Industriales, Especialidad Química y Química Aplicada
Título intermedio	No	No	Técnico Superior en Química y Química Aplicada
Pos títulos específicos	Especialización en Investigación Educativa	No	Licenciatura en Tecnología Educativa
Sistema de ingreso	Directo. Hay curso de nivelación no obligatorio.	Directo, primeras 6 materias son del Ciclo Básico Común (CBC-UBA)	Curso de ingreso, incluye Matemática y Física y un Seminario de Nivelación de Química, obligatorio para los no técnicos
Duración de la carrera	5 años	6 años y medio, incluido el CBC	4 años
Nº de horas totales en la carrera	5088 horas cátedra	4176 horas reloj	4102 horas cátedra
Duración de las cursadas	Materias anuales (75%) y cuatrimestrales (25%)	Todas materias cuatrimestrales	Materias anuales (65 %) y cuatrimestrales (35 %)
Comienzo de materias de la formación común de docentes	Desde el inicio y su incidencia va disminuyendo con el desarrollo de la carrera	Tercer cuatrimestre, después de aprobado el CBC	Algunas materias pedagógicas a partir de primer año (a excepción de Observación y Práctica docente)
Comienzo de aproximación a la realidad institucional y la práctica docente	Desde el inicio de la carrera y su incidencia va aumentando con el desarrollo de la misma	En el último año de la carrera	Desde primer año
Franja horaria de cursada	Ciencias básicas, disciplinares y didácticas: tarde y vespertino. Pedagógicas y prácticas docentes: mañana, tarde y vespertino	Materias distribuidas en mañana, tarde y vespertino	Ciencias básicas y disciplinares: noche Pedagógicas y prácticas docentes: mañana, tarde y noche
Nº de horas de observación de clases y/o del sistema educativo	No menos de 24 en diferentes escuelas de nivel medio	No menos de 10 en escuelas de nivel medio	20 de teoría y 20 de laboratorio en escuelas técnicas
Número de horas frente a alumnos (Práctica y residencia docente)	No menos de 40 en nivel medio y 6 en nivel superior	No menos de 10 en nivel medio	20 de teoría y 20 de laboratorio en escuelas técnicas y 20 en nivel superior
Sede de cursado	Ayacucho 632	Ciudad Universitaria, Pabellón 2, CEFIEC-FCEN-UBA	Triunvirato 3174

Tabla 1: Comparación de las principales características de las tres carreras

ORIGEN, EVOLUCIÓN Y PLAN DE ESTUDIO ACTUAL DE CADA PROFESORADO. FORTALEZAS Y DEBILIDADES.

Instituto Superior del Profesorado Joaquín V González

Hacia fines del siglo XIX, con la creación de los colegios secundarios en nuestro país, se tornó necesario contar con “profesionales de la educación” para el nivel medio que tuvieran una sólida formación académica tanto en un campo especializado del conocimiento como en lo pedagógico y metodológico.

Así es que en 1904, desde el Ministerio de Justicia e Instrucción Pública, el Dr. Joaquín V. González crea lo que ha de ser el Instituto Nacional del Profesorado Secundario, actualmente Instituto Superior del Profesorado Joaquín V. González (ISP-JVG), al considerarse que “*para obtener un buen profesor de enseñanza secundaria no basta que éste sepa todo lo que debe enseñar ni más de lo que debe enseñar, sino que es necesario que sepa cómo ha de enseñar*” (Quintana y González, 1904).

Desde el inicio, sus carreras de profesorado se estructuraron por departamentos, entre ellos el de Química. El primer plan de estudios fue de tres años y contenía materias específicas de la especialidad, materias tales como Filosofía, Pedagogía, Ética, comunes a todos los departamentos y Prácticas docentes en colegios anexos. En 1909 el Instituto se reorganiza y la carrera pasa a ser de cuatro años, con materias disciplinares, materias generales y otras vinculadas directamente con la enseñanza de la Química, manteniéndose las prácticas docentes en establecimientos educativos de gestión estatal de nivel medio.

Con el correr de los años se produjeron cambios curriculares, algunos estuvieron ligados al contexto sociopolítico mientras que otros tuvieron más relación con las variaciones en los enfoques didáctico/pedagógicos. La competencia del título de profesor abarca el nivel medio y superior.

En todos los cambios, el número total de horas de la carrera siempre fue en aumento, mientras que el número de materias pedagógicas y sus cargas horarias fueron disminuyendo, hasta que en 1971, con un nuevo cambio, esta tendencia se invierte sin disminuir la calidad de la formación científica disciplinar, se jerarquiza la formación docente incrementando materias vinculadas con la enseñanza de la Química, incluyendo talleres y seminarios y aumentando la duración de la carrera a 5 años.

En los años '90 se sanciona la Ley Federal de Educación que establece pautas para el reconocimiento nacional de los títulos otorgados por los Institutos de Formación Docente, que deben actualizar sus planes de estudios. Durante el 2002-2003, se elabora, con la participación de docentes, alumnos y asesores externos, un nuevo currículo, que es aprobado a fines de 2004 y que comienza a aplicarse en 2005, por Resolución N°970/SED/2005 y cuyo *eje general* corresponde a *Las problemáticas disciplinares y didácticas de la formación docente en Química, en el contexto de las Ciencias Naturales, para el siglo XXI*.

Al considerar que en la formación de base del futuro docente están implicados, y deben interaccionar, un saber disciplinar, un saber pedagógico y un saber hacer docente, el plan de estudios se estructura sobre la base de tres ejes que entrelazan todas las instancias curriculares, articulan con el eje general y cubren un total de 5056 horas cátedra:

- *Eje disciplinar*, que privilegia una formación académicamente sólida en Química y en otros campos del conocimiento científico, que incluye el 65% de las horas totales de la carrera, con 17 materias anuales y 7 cuatrimestrales, de las cuales 13 corresponden a las Químicas y 11 a Ciencias Básicas;
- *Eje de formación común de docentes*, que direcciona la formación pedagógica y cultural común a todas las carreras, con el 17% de la carga horaria total, 8 espacios curriculares anuales y 3 cuatrimestrales;
- *Eje de aproximación a la realidad y de la práctica docente*, que incluye una aproximación temprana y gradual a la realidad donde deberá desempeñarse el futuro profesor y a las prácticas docentes, e involucra una articulación horizontal con los ejes anteriores, con el 18% de la carga horaria total, 5 espacios curriculares anuales y 1 cuatrimestral.

Los tres ejes se inician desde el comienzo de la carrera, pero mientras que el peso relativo del eje de la formación común de docentes va disminuyendo, el de los otros dos ejes va aumentando a medida que se desarrolla la carrera.

Luego de cumplidas las observaciones y prácticas que se van desarrollando en establecimientos de nivel medio y superior a partir del tercer año de la carrera, los alumnos realizan la residencia docente durante el último año de la misma. Todos los estudiantes hacen residencia en un establecimiento de nivel medio (de gestión estatal) de la Ciudad de Buenos Aires durante unas 25 horas cátedra (las necesarias para completar correctamente una unidad didáctica, incluyendo todas las tareas pertinentes al profesor). Además, en colegios de nivel medio de adultos desarrollan una secuencia didáctica en unas 6 a 8 horas de cla-

se y en escuelas técnicas (clases de laboratorio/trabajos prácticos) o en el Colegio Nacional de Buenos Aires, dan unas 10 a 12 horas de clase.

El desarrollo de la carrera se realiza con diversas modalidades de espacios curriculares: cursos, trabajo de campo, talleres y seminarios, algunos de ellos a elección.

El ISP-JVG ofrece el pos-título de Especialista en Investigación Educativa.

Fortalezas

- Conocimiento *in situ* de varias modalidades de organización escolar.
- Extensa práctica profesional docente que favorece una mejor inserción en el ámbito laboral, dado que los futuros docentes egresan conociendo realidades, lógicas y particularidades de diferentes instituciones. Los alumnos al finalizar sus prácticas profesionales docentes tienen una experiencia que sustenta un futuro desempeño sin dificultades. Al respecto, la directora del INFD, Graciela Lombardi, destaca la necesidad manifestada por los docentes novatos de contar con herramientas para afrontar las tareas de planificación didáctica y las relaciones con los alumnos (Diario La Nación, 21 de marzo 2009).
- Temprano acercamiento a la realidad institucional y a la práctica docente, por un proceso de aproximación paulatina a la realidad escolar hasta llegar a la etapa de la residencia, en la que el futuro docente asume la responsabilidad de la tarea profesional docente en instituciones educativas (de gestión pública) de diferentes modalidades.
- Ingreso a la carrera, mayoritariamente, por vocación docente. Entran a la carrera con el propósito de llegar a ser profesores en Química.

Debilidades

- Escasa relación con los investigadores científicos y la industria química.
- Equipamiento limitado y falta de instrumental moderno de laboratorio.
- Desgranamiento y escaso número de alumnos que egresan por año.
- En la actualidad y desde hace algunos años, la mayoría de los alumnos proviene de la Provincia de Buenos Aires. Un elevado porcentaje de ellos comienza a trabajar antes de finalizar su carrera ya que con acreditar algunos estudios de profesorado, pueden comenzar a desempeñarse como profesores. Esto genera dificultades para los estudiantes ya que les resta tiempo y les quita incentivo para terminar la carrera, puesto que la carencia de título docente no les impide conseguir horas de cátedra.
- Al ser pocos los estudiantes que residen en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, se produce una emigración de los recursos formados hacia otras jurisdicciones y escasez de profesores en química para los establecimientos educativos de esta jurisdicción.
- Las clases se desarrollan en el turno tarde, con un horario muy extendido que en ocasiones abarca franjas de la mañana y del vespertino lo que dificulta que los alumnos puedan trabajar para cubrir sus gastos de estudio y otras necesidades.

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA)

El Profesorado de Enseñanza Media y Superior en Química dictado en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (PEMSQ-FCEN-UBA) fue creado

por Resolución CD N° 1335/92 del 30 de noviembre de 1992, aprobada por Consejo Superior en 1993 (Res. 4932). Previo a esta resolución (desde 1960) se dictaba un Profesorado de Nivel Medio, Normal y Especial en Química por convenio entre la Facultad de Filosofía y Letras de la UBA y la FCEN (Consejo Superior Res. CS N° 1075/60). Para ambas alternativas, también entró en los respectivos convenios la Facultad de Farmacia y Bioquímica (UBA), beneficiando a sus egresados con la posibilidad de tener un título docente para niveles no-universitarios.

La creación de las carreras de profesorado como parte de la oferta académica de la FCEN respondió a “*brindar una formación humanística y pedagógica a los egresados y/o estudiantes avanzados de la Licenciatura en Química que quisieran dedicarse a la enseñanza de esa disciplina científica*”. De hecho, durante los primeros 5-6 años de existencia del Profesorado, los estudiantes eran, principalmente, egresados de la Licenciatura en Química que se dedicaban profesionalmente a la enseñanza en el nivel medio.

Una discusión que se planteó cuando se elaboró el plan de estudios vigente fue la de considerar un bloque de materias comunes con la Licenciatura en Ciencias Químicas, o bien, toda una estructura curricular separada y especializada para el Profesorado. Finalmente, se decidió el primer tipo de diseño, para optimizar recursos de espacio y docentes ya existentes.

La distribución temática consta de 3 ejes (o bloques). El eje disciplinar, con el CBC y 11 materias comunes a la Licenciatura en Ciencias Químicas (FCEN-UBA), un eje de asignaturas disciplinares que deberían dictarse específicamente para el profesorado, y el denominado eje *pedagógico* que consta de 7 materias (5 son comunes con otros

profesorados de la FCEN) de las cuales 2 son didácticas específicas.

La carrera del PEMSQ-FCEN-UBA demanda unas 4180 horas reloj de cursada, incluido el Ciclo Básico Común. El énfasis de la carrera está puesto en la formación en contenidos disciplinares, con un 60% de las asignaturas en químicas o de base química.

El contacto con los niveles educativos no universitarios, tanto para las observaciones (de clases reales y de instituciones escolares), así como para la residencia docente (prácticas en escuelas) se realiza fundamentalmente en el ámbito de las asignaturas Didáctica Especial y Práctica de la Enseñanza de la Química I y II, que se cursan durante el último año del profesorado.

Fortalezas

- Los estudiantes del profesorado son generalmente estudiantes avanzados o egresados de la Licenciatura en Química, cuyas vocaciones docentes se despiertan tardíamente; o bien, que ya se encuentran ejerciendo profesionalmente la docencia y buscan en las materias del eje pedagógico una formación complementaria a la disciplinar en química. Esta circunstancia asegura, en estos estudiantes, una alta motivación hacia la docencia.
- En la Didáctica Especial y Práctica de la Enseñanza de la Química II (último cuatrimestre del eje pedagógico) los alumnos hacen un trabajo de análisis de observación de clases en diversas escuelas secundarias y una planificación original para la enseñanza de un tema de química que se pone a prueba en el aula durante la residencia docente (ésta requiere entre 8 y 10 clases). Este diseño curricular asegura, por un lado, que los estudiantes del profesora-

do dominen una amplia gama de marcos teóricos (en pedagogía, en didáctica específica y en contenidos disciplinares) antes de las observaciones de clases reales, de tal forma de poder realizar fundamentados análisis críticos de esa realidad que observan en las aulas. Por otro lado, la residencia docente constituye una etapa de puesta a prueba de una experiencia de enseñanza meticulosamente elaborada desde marcos didácticos; es decir, la planificación que se elabora es una hipótesis que describe y precisa detalles desde una perspectiva de control de variables. Considerar a la planificación como una hipótesis de actividades y consignas a desarrollar con los alumnos, permite a los estudiantes, luego de la residencia, un nuevo análisis crítico de aspectos tales como la claridad de las consignas dadas, el tratamiento de emergentes en clase, la optimización de la comunicación por uso de diversos leguajes, o indicadores de dificultades para la comprensión de los contenidos, etc., puntos de partida interesantes para realizar investigaciones en la didáctica de la Química.

- Los egresados del profesorado suelen tener marcado interés en realizar investigación educativa, dado que sus expectativas iniciales al entrar en la carrera de Licenciatura en Química estuvieron generalmente orientadas a una salida laboral con énfasis en la investigación científica.

Debilidades

- El número de estudiantes que cursan el profesorado ha sido siempre muy bajo. Son prácticamente inexistentes los ingresantes que inicien su cursada con la firme intención de seguir la carrera del Profesorado en Quí-

mica; en general, los estudiantes ingresan interesados primeramente en la Licenciatura en Química.

- El contacto con la realidad educativa de la escuela secundaria es potente, pero breve. No se profundiza en conocimientos acerca del funcionamiento del sistema educativo nacional o jurisdiccional, con sus normativas y reglamentaciones vigentes.
- No hay postgrados claramente establecidos y los estudiantes que quieren realizar investigaciones educativas, luego de obtener el título de grado, no encuentran alternativas sencillas ni canales facilitadores de tales acciones.

Instituto Nacional Superior del Profesorado Técnico (UTN)

Hacia fines de la década de los '50, con el desarrollo de condiciones académicas favorables para el sistema educativo argentino, las escuelas industriales necesitaban profesores especializados para cubrir la demanda. Se requerían docentes que contaran con una sólida formación técnico-académica, asociada a los recursos pedagógicos necesarios para tratar con adolescentes.

En este marco histórico se crea el Instituto Nacional Superior del Profesorado Técnico (I.N.S.P.T.), el 26 de noviembre de 1959 por Decreto N° 15.958 del Poder Ejecutivo Nacional, en base a un expediente iniciado por la Dirección General de Enseñanza Técnica que propiciaba la creación de un Instituto, para la formación de profesores “*con una adecuada preparación pedagógica y humanística (...)*”. En 1965 el INSPT pasa a depender del Consejo Nacional de Educación Técnica (C.O.N.E.T.) y dos años más tarde se inicia el profesorado en Química con un

plan de estudios que tiene una duración de cuatro años, al cabo de los cuales se egresa con el título de Profesor en Disciplinas Industriales especialidad Química y Química Aplicada.

El currículo de la carrera fue modificándose con los años para dar respuesta a los nuevos requerimientos pedagógicos de los diferentes niveles educativos y en el año 1995, al desaparecer el CONET, se firma el Convenio de Transferencia del INSPT a la Universidad Tecnológica Nacional (UTN).

En el año 1994 se produce un cambio importante en las características de las carreras tecnológicas, entre ellas Química. El INSPT amplía su oferta educativa, con la creación de Tecnicaturas Superiores en cada Especialidad, de tres años de duración, en los cuales se aborda la enseñanza de las materias disciplinares de formación básica y de la especialidad y un año y un cuatrimestre, en el cual se cursan las materias de formación pedagógica general y específica para la obtención del título de Profesor en Disciplinas Industriales de la Especialidad.

El plan actual cuenta con un total de 4096 horas cátedra, de las cuales 3040 corresponden a la Tecnicatura que sólo contiene las materias disciplinares. El 46,9 % de las horas totales corresponde a las asignaturas de química, el 27,3 %, a ciencias básicas, el 18,0 % corresponde a la formación pedagógica general y el 7,8 % a la específica, que incluye las prácticas docentes.

Observación y Práctica de la Enseñanza es una asignatura anual, que se desarrolla en tres instancias: primero se orienta a los alumnos en la planificación y utilización de instrumentos metodológicos; luego los alumnos realizan observaciones (20 horas en materias teóricas y 20 horas en laboratorio) y finalmente se desarrollan las

prácticas docentes en escuelas técnicas de nivel medio (20 horas en materias teóricas y 20 horas en laboratorio) y también 20 horas en establecimientos de nivel superior, dependiendo del desempeño del alumno.

A partir del ciclo lectivo 2009 se ha incorporado un curso de carácter obligatorio, "Autoridad Docente en los Nuevos Escenarios Educativos". Este curso refleja la preocupación del Instituto por los aspectos vinculantes a las relaciones humanas y los conflictos psicosociales del alumnado y su repercusión en el ámbito escolar. Por lo que se considera fundamental incorporar al diseño curricular herramientas que permitan a los futuros docentes resolver conflictos en el marco de la escuela de hoy.

En el INSPT además del PDI (que es el Profesorado en Disciplinas Industriales), se dicta el PDS (Profesorado en Docencia Superior) que permite a los profesionales que se desempeñan en docencia acceder al título de profesor, en concurrencia con el título de base, cursando las materias pedagógicas y didácticas. Esto incrementa el número total de profesores egresados.

Luego de obtenido el título docente, el instituto ofrece dos post-títulos: la Licenciatura en Tecnología Educativa y la Maestría en Gestión Tecnológica.

Fortalezas

- El título es terciario no universitario, y cuenta con el respaldo de una universidad nacional por depender de la UTN.
- La carrera de Técnico Superior se cursa en el turno noche y las materias pedagógicas, observaciones y prácticas en los tres turnos
- Existe la opción de cursar simultáneamente materias de la Tecnicatura con las de

Formación Docente.

- El Instituto cuenta con laboratorios adecuadamente equipados y recursos tecnológicos a disposición del alumnado.
- El diseño curricular permite que los alumnos de la carrera obtengan en forma temprana un título habilitante para trabajar en la industria, mientras continúan su formación docente.

Debilidades

- Desgranamiento temprano y posterior a la obtención del título intermedio.
- La obtención del título intermedio se convierte en una debilidad porque muchas instituciones educativas toman como docentes a personas con títulos técnicos (legalmente habilitados) aunque no tengan el título docente.
- Los alumnos que trabajan, (un porcentaje importante del total de la matrícula) no pueden cursar simultáneamente las materias de la Tecnicatura y del Profesorado y por esta razón la duración de la carrera se extiende.

TENDENCIA DE LA MATRÍCULA: SITUACIÓN DE ALERTA

El número de egresados promedio total de profesores en Química para el Nivel Medio y Superior es muy pequeño respecto de la demanda laboral, situación a la que se hizo referencia al comienzo de este artículo.

En el ISP-JVG, considerando los últimos 10 años, de un promedio anual de unos 30 ingresantes, prácticamente la mitad abandona antes de comenzar el segundo cuatrimestre de primer año, al conocer el grado de exigencia de la carrera.

Cierta deserción es debida, también, a que algunos alumnos comienzan dos carreras simultáneamente y al cabo de pocos meses optan por una de ellas. Producida esta importante baja de matrícula durante el primer año, es habitual que sean unos 12 a 15 alumnos los que cursan segundo y tercer año, época en la que ya se van intensificando las materias específicas disciplinares y la inmersión en la problemática y realidad de la enseñanza de la Química, fundamentalmente en el nivel medio. Es también cuando los estudiantes ya comienzan a trabajar en la profesión. La Provincia de Buenos Aires habilita a los alumnos de profesorado que tengan 50% (y a veces menos) de la carrera realizada para desempeñarse legalmente como profesores en las escuelas de su jurisdicción; este hecho provoca un nuevo desgranamiento, ya que al trabajar, muchos alumnos abandonan por falta de tiempo y de incentivos para completar la carrera. También suele ocurrir que tardan en recibirse mucho más que lo previsto. Resulta, entonces, que el número de alumnos que egresan por año es entre 5 y 8. En el ámbito educativo los egresados del ISP-JVG son muy bien valorados y todos ellos son captados inmediatamente por el mercado laboral. Esta situación que debería ser muy positiva no lo es, porque estos profesores noveles, para redondear un ingreso apropiado, se “llenen” de horas (en la CABA pueden tener hasta 60 horas semanales, siempre que no se le superpongan los horarios).

El PEMSQ-FCEN-UBA tiene una excelente relación entre el número de los estudiantes que ingresan a las materias del eje pedagógico y los que se reciben de Profesores (número de egresados); pero, lamentablemente, ese número es muy bajo: el promedio anual de ingresantes y egresados a este profesorado es aproxima-

damente de 5 (cinco) estudiantes desde finales de la década de los ‘90. En años previos, este número fue significativamente mayor (aproximadamente 10) debido a que a partir de la implementación de la Ley Federal de Educación (1995) se requirió a los docentes de escuela secundaria en ejercicio, un título docente habilitante; este condicionamiento conllevó a gran cantidad de Licenciados en Química, dedicados a la docencia secundaria, a realizar o completar sus estudios de Profesorado.

Los estudiantes del PEMSQ-FCEN-UBA suelen demorar en completar el eje pedagógico debido a que la mayoría de ellos ya tiene trabajo estable en docencia, ya sea a nivel universitario como secundario.

En el caso del INSPT-UTN, el número de alumnos que egresa anualmente (4) es un 15 % de los ingresantes (30), este desgranamiento se debe a diversas causas:

- Algunos abandonan antes de rendir los primeros exámenes, quizás porque no era lo que esperaban o la exigencia es mayor de lo que habían imaginado.
- En otros casos la causa de abandono es que comienzan a trabajar, la carrera se alarga y finalmente terminan abandonando. En muchas ocasiones comienzan a trabajar como docentes, porque es común que ante la falta de profesores se asignen horas a personas con algunas materias aprobadas, por lo que el título docente no agrega más posibilidades de trabajo, o empiezan a desempeñarse como Técnicos Superiores, ampliando el horario laboral, por lo que es improbable que retomen sus estudios para finalizarlos.

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN Y CONCLUSIONES: CRISIS EN LA FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

De las consideraciones presentadas en el trabajo se desprende que el bajo número de estudiantes que terminan la carrera de Profesorado en Química no se debe a una escasa variedad o baja calidad de la oferta educativa, sino a complejos factores externos que se manifiestan, también, en otras jurisdicciones. En ocasiones anteriores se han realizado estudios de relevamiento y análisis de problemáticas (Galagovsky, 2004) pero aún no se observan suficientes medidas tendientes a revertir la crítica situación que se plantea.

La Química como disciplina, y la actividad profesional de su enseñanza no están valorizadas socialmente a nivel mundial (Stocklmayer y Gilbert, 2002). Una complejidad de factores sustentan esta situación (Wobbe De Vos y Pilot, 2002; Galagovsky, 2007); entre ellos, como puntos cruciales, estarían la cantidad excesiva y tipo de contenidos seleccionados, también la forma de abordarlos, que atenta contra la motivación de los alumnos para estudiarlos. A esto se le suman la idea de química asociada a contaminación y la imagen estereotipada que existe acerca del trabajo de los investigadores científicos y de sus personalidades. Estas afirmaciones son sostenidas como ideas centrales también en el Informe Europeo 2008 sobre la situación de la enseñanza de las ciencias (Osborne y Dillon, 2008; Galagovsky, 2008).

Revertir la idea generalizada de que *la química es difícil y que es una disciplina para unos pocos*, requiere intensificar una imagen más *amigable* de la ciencia, en general, y de la Química en particular, con propuestas didácticas adecuadas.

En Argentina, al aplicarse la Ley Federal de Educación a mediados de los '90, muchas jurisdicciones eliminaron drásticamente horas de Química en el currículo del actual nivel medio (ex EGB3 y Polimodal). Tal es el caso de las Provincias de Buenos Aires, Salta y Tucumán (Danna, 2004) por mencionar sólo algunos casos. Los docentes en química, y en especial los miembros de ADEQRA (Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química de la República Argentina) deberíamos estar muy alertas, pues aquellas eliminaciones parecieron provenir de quienes sostenían que esa era una forma de solucionar las dificultades que genera este espacio curricular. Es decir, si los datos de investigación publicados mostraron durante años que los estudiantes aprendían muy poca Química, que les resulta difícil y que no están motivados, si su importancia como disciplina escolar no es reconocida socialmente, si conlleva gastos específicos para su desarrollo por el mantenimiento de los laboratorios y la necesidad de contar con personal docente auxiliar, esta solución de eliminación de horas de Química podría repetirse.

Los docentes de Química, y particularmente los miembros de ADEQRA, deberíamos tener en cuenta cómo nos “miran” los hacedores de currículos, porque la sociedad y los funcionarios toman decisiones acerca de la enseñanza de la Química en función de sus informaciones y percepciones; y, por lo tanto, más alejadas de nuestra posición estarán cuanto más críptico, elitista e incomprensible sea nuestro mensaje.

Sabemos que la inclusión de Química en el currículo del Nivel Medio no garantiza que muchos estudiantes quieran luego continuar carreras de base química, pero parece evidente que menor número aún tendrán esta vocación, si desaparecen o se minimizan las horas de Química de

la escuela secundaria.

La escasez de estudiantes con vocación de enseñar Química sería, por lo tanto, una posible consecuencia de las políticas curriculares mencionadas, pero, a su vez, una nueva y alarmante causa de futuras peligrosas consecuencias que podríamos resumir en, por un lado, horas de clases de Química no cubiertas, y, por otro, horas de clase de Química a cargo de no expertos.

Nuestro país necesita ciudadanos científicamente alfabetizados (Guber y otros, 2007) y un mayor número de jóvenes interesados en seguir carreras relacionadas con las ciencias naturales, en particular la Química. La escuela primaria debería ser un ámbito propicio para despertar percepciones positivas hacia las ciencias naturales, y la escuela secundaria debería promover y ayudar a consolidar vocaciones en adolescentes motivados. Sin duda, estos objetivos escolares se cumplen en la medida en que los docentes especializados estén bien formados y puedan comunicar a sus estudiantes el placer en desarrollarse en esta área de conocimientos. Los egresados de los tres profesorados en Química ofrecidos en la CABA son profesionales idóneos para llevar adelante esta desafiante tarea, tal como ha sido demostrado por la calidad y la cantidad de profesionales que se formaron y que cubrieron las demandas de horas escolares hasta el último decenio.

La sociedad cambió, las instituciones de Profesorados mantienen su capacidad de formar recursos humanos, pero se requieren acciones concretas desde la política educativa para alentar a buenos alumnos a la elección de estas carreras. Consideramos que uno de los pasos iniciales para el mejoramiento del número de egresados con el título de Profesor en Química, sin disminución de la calidad en la formación de los mismos, es rea-

lizar un apoyo concreto, incluido el económico, para que más jóvenes con vocación y buena preparación proveniente del nivel medio, accedan y culminen estudios de profesorados.

El riesgo de no contar con profesionales adecuadamente formados en la enseñanza de la Química nos ubica en este momento en la situación de hace 104 años, tal como hemos señalado en párrafos previos.

Las autoras de este trabajo consideramos importante abrir un espacio de diálogo entre los sectores involucrados en la actualización de los Planes de Estudios de los Profesorados y de generar propuestas concretas para revertir la grave situación planteada. Consideramos necesario:

- a) Optimizar los diseños curriculares de las carreras de los Profesorados, teniendo en cuenta los requerimientos de una sociedad que demanda recursos humanos calificados para la enseñanza de la Química en los niveles medio y superior.
- b) Aprovechar capacidades existentes en los diferentes Profesorados, articulando los diseños curriculares y optimizando recursos humanos y de infraestructura.
- c) Propiciar y apoyar acciones de política educativa que estimulen, en los estudiantes, vocaciones para los Profesorados en Química y que valoricen y profesionalicen a los egresados.
- d) Propiciar y apoyar el desarrollo de opciones educativas en el nivel de pos-títulos y postgrados en el área de enseñanza de la Química.
- e) Consolidar el diálogo entre los Profesorados y otras instituciones del ámbito jurisdiccional y nacional para la propuesta de soluciones a la grave situación actual, y articular acciones concretas.

La situación amerita un esfuerzo conjunto de las instituciones al interior de cada una de ellas, en articulación entre ellas y en interacción con los Ministerios de Educación, Nacional y Jurisdiccional. La Asociación de Educadores en Química de la República Argentina tiene también un rol a cumplir, al ser una organización que trasciende a cada una de las instituciones mencionadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bamonte, E., Bulwik, M., Comi, A., Galagovsky, L., Olazar, L. y Zuccaro, L.** (2008). Tres instituciones, un mismo objetivo: formar profesores en Química para el nivel medio y superior. Debilidades y fortalezas en la formación de base de los futuros profesores en Química. *I Congreso Metropolitano de Formación Docente*. Departamento de Ciencias de la Educación de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires.
- Bulwik, M y Mellado, L.** (2006). El “Joaquín”, primer profesorado en química de la Argentina, cumplió 100 años, *Revista Chilena de Educación Científica*, 6 [1], 57–62.
- Cáceres Mesa, M. y col.** (2002). La formación pedagógica de los profesores universitarios. Una propuesta en el proceso de profesionalización del docente. OEI- *Revista Iberoamericana de Educación*, www.rieoei.org/deloslectores/475Caceres.pdf.
- Drewes, A.** (2001). La formación pedagógica de los profesores de ciencias en la universidad: cuestiones pendiente de agenda. *Química Viva* (6), número especial: Suplemento educativo.
- Echeverría, J.** (2002). *Ciencia y Valores*. Destino, Barcelona.
- Hugo, D.** (2008b). “Prácticas Docentes: un espacio para consensos cuando se aprende a enseñar ciencias por autorregulación”. *I Jornadas del Comahue de Prácticas y Residencias en la Formación Docente*. Facultad de Ciencias de la Educación. UNCo. Rio Negro.
- Hugo, D.** (2008a). Tesis doctoral “Análisis del proceso de autorregulación de las Prácticas Docentes de futuras profesoras de ciencias focalizado en sus emociones”. Servicio publicaciones UAB(España). <http://www.tesisenxarxa.net/TDX-0523108-151630>
- Hugo, D., Sanmartí, N. y Aduriz, A.**(2009) “Las emociones de quienes aprenden a enseñar ciencias: un desafío para la investigación en Didáctica de las Ciencias”. *VIII Congreso Enseñanza de las Ciencias*. Barcelona. (Aprobado para Simposio “Avances iberoamericanos del conocimiento didáctico del contenido. Parte I. Teoría y afectividad”).
- Informe final** (2007). Comisión Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Argentina.
- Tedesco, J.C.** (2006). *Priorizar la enseñanza de las ciencias*. OEI, Madrid.
- Zabala, A.** (1999). *Enfoque globalizador y pensamiento complejo*. Grao, Barcelona.

De interés

EL PREMIO NOBEL DE QUÍMICA 2009

El galardón de este año fue otorgado en forma conjunta a tres científicos “por estudios de la estructura y función del ribosoma”, tal como anunció la Real Academia Sueca de Ciencias.



Photo: MRC Laboratory of Molecular Biology
Venkatraman Ramakrishnan

United Kingdom
MRC Laboratory of Molecular
Biology
Cambridge, United Kingdom



Credits: Michael Marsland/Yale University
Thomas A. Steitz

USA
Yale University
New Haven, CT, USA; Howard
Hughes Medical Institute



Credits: Micheline Pelletier/Corbis
Ada E. Yonath

Israel
Weizmann Institute of
Science
Rehovot, Israel

Venkatraman Ramakrishnan, ciudadano USA, nacido en 1952 en Chidambaram, Tamil Nadu, India. Ph.D. in Physics en 1976 por Ohio University, USA.

Thomas A. Steitz, estadounidense, nacido en 1940 in Milwaukee, WI, USA. Ph.D. in Molecular Biology and Biochemistry en 1966 por Harvard University, Massachusetts, EE.UU

Ada E. Yonath, Israeli, nacida en 1939 en Jerusalem, Israel. Ph.D. in X-ray Crystallography en 1968 por Weizmann Institute of Science, Israel.

El Premio Nobel de Química en 2009 premia los estudios de uno de los procesos básicos de la vida: la traducción que hace el ribosoma de la información del ADN en la vida. Venkatraman Ramakrishnan, Thomas A. Steitz y Ada E. Yonath demostraron como se ve y cómo funciona el ribosoma a nivel atómico. Los tres usaron en sus estudios la cristalografía de rayos X, para trazar la posición de todos y cada uno de los cientos de miles de átomos que componen el ribosoma

Dentro de cada célula en todos los organismos, hay moléculas de ADN. Contienen los “planos”, las indicaciones de cómo se ve y funciona un ser humano, una planta o una bacteria. Sin embargo, la molécula de ADN es pasiva. Si no hubiera nada más, no habría vida. Para que su información pueda

ser utilizada en la maquinaria celular debe copiarse en otro ácido nucleico capaz de salir del núcleo e ingresar en el citoplasma: el ARN mensajero o ARNm. Es entonces cuando el ribosoma descrito por los premiados de este año cumple su papel protagónico: los “planos” se transforman en la materia viva a través de la labor de los ribosomas. Basado en la información presente en el ARNm que es traducida por el ARN de transferencia (ARNt), los ribosomas dirigen la síntesis de las proteínas: la hemoglobina que transporta el oxígeno, los anticuerpos del sistema inmunológico, las hormonas como la insulina, el colágeno de la piel, o las enzimas que descomponen el azúcar, a partir de tan sólo 20 aminoácidos. Hay decenas de miles de proteínas en el cuerpo y todas ellos tienen diferentes formas y funciones. Constru-

yen y controlan la vida a nivel químico.

A primera vista el proceso parece sencillo: a partir del ADN se obtiene el ARN y se sintetizan las proteínas y, por extensión, todos los seres vivos. Pero este “dogma central de la Biología”, como lo llamara Francis Crick, requiere una maquinaria exquisitamente complicada para llevarlo a cabo y una gran parte del último medio siglo de investigación se ha dedicado a desentrañar el aparato que construye la vida. Varios Premios Nobel han reconocido triunfos a lo largo del camino, entre ellos el que recibieron Watson, Crick y Wilkins por descifrar la estructura helicoidal del ADN, y el de Roger Kornberg por descubrir las tareas de la enzima ARN polimerasa que transforma ADN en ARN. Ahora, el premio de 2009 reconoce a tres personas que hicieron importantes contribuciones para comprender la naturaleza de la maquinaria que traduce el código del ARN a proteínas: el ribosoma.

Venki Ramakrishnan, Thomas Steitz y Ada Yonath consideraron que, a fin de ser capaces de entender el ribosoma, tenemos que ser capaces primero de visualizarlo. Usando cristalografía de rayos X, una técnica de imagen en la que los patrones de difracción formados por rayos X que pasan a través de un cristal de una sustancia se utilizan para reconstruir la estructura atómica del cristal, se dedicaron, en forma independiente, a “resolver” la estructura del ribosoma. Las tareas de preparación de cristales ribosomales adecuados para la difracción, y de interpretación de los patrones de difracción de rayos X resultantes de entidades tan grandes y asimétricas, en un primer momento fueron ampliamente consideradas como imposibles. Pero en 1980, Ada Yonath, trabajando con los ribosomas de bacterias amantes del calor, que pensaba que podrían ser especialmente robustos, logró la preparación de los primeros cristales útiles de la mayor de

las dos subunidades del ribosoma. Esto marcó el inicio de dos décadas de intensa actividad durante las cuales se obtuvieron mejores cristales e imágenes, y las numerosas dificultades técnicas fueron superadas, lo que culminó con la publicación de las estructuras de alta resolución para las dos subunidades en 2000. La elaboración ulterior de la estructura del ribosoma ha continuado, con estos y otros grupos contribuyendo a nuestro panorama general de cómo funciona esta fábrica molecular para montar las cadenas de proteínas.

Un entendimiento más profundo del funcionamiento del ribosoma es importante para una comprensión científica de la vida. Pero también este conocimiento puede ser destinado a un uso práctico e inmediato. Los estudios realizados en los laboratorios de los tres investigadores permitieron descifrar mecanismos químicos del funcionamiento del ribosoma, desconocidos hasta ese momento. Así, se determinó que un importante número de antibióticos actuaba bloqueando los ribosomas de las bacterias sensibles a ellos. Sin ribosomas funcionales, las bacterias no pueden sobrevivir. Esta es la razón por la que los ribosomas son un objetivo tan importante para los nuevos antibióticos. Con la resistencia a los antibióticos en aumento, se espera que la comprensión precisa de cómo interactúan con el ribosoma permitirá el diseño de nuevos antibióticos para combatir las bacterias resistentes a medicamentos. Los tres galardonados de este año han generado modelos 3D que muestran las interacciones moleculares entre los ribosomas y los antibióticos. Estos modelos suministran datos clave que son ahora utilizados por los científicos para desarrollar nuevos antibióticos, ayudando directamente a la salvación de vidas y a disminuir el sufrimiento de la humanidad.

Luz Lastres
*Basado en informaciones publicadas
por la Nobel Prize Org*

Informaciones y novedades

Congresos, Jornadas y Seminarios de Aquí y Allá... 2009-2011

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.

RESEÑA DE ALGUNOS DE LOS EVENTOS PASADOS¹

EUROPEAN SCIENCE EDUCATION RESEARCH ASSOCIATION (ESERA) 2009 CONFERENCE,
Harbiye Askeri Müze, İstanbul, Turkey, 31 de agosto al 4 de setiembre de 2009.

Durante los cuatro días que duró la ESERA CONFERENCE se desarrollaron un total de 131 sesiones, las que incluyeron: 5 conferencias plenarias, 457 presentaciones orales, 163 presentaciones interactivas de poster, 58 mesas redondas, 18 sesiones multi-paper, 28 simposios, 3 talleres y 1 panel de discusión.

En este evento participaron 3 investigadores argentinos, 2 de los cuales presentaron trabajos de investigación en educación en Química. Los trabajos presentados fueron:

- Poster: Odetti, H (UNL), Falicoff, C. (UNL), Ortolani, A. (UNL) y Dominguez-Castiñeiras, J. (USC) Educational research and teaching practices in the teaching of chemistry at secondary schools in Argentina: Dissolutions.
- Presentación Oral: Lorenzo, M. G. (UBA), Farré, A. S. (UBA), Rossi, A. M. (UBA) Teachers' discursive practices in a first organic chemistry course
- Presentación Oral: Salinas, J. (UNT) The application of scientific models in very simple situations: Physics teachers' difficulties.

Los temas definidos como prioritarios por la ESERA 2009 Conference fueron

- Aprendizaje de la enseñanza, volverse docente y continuar en el juego (Learning to teach, becoming a teacher, and staying in the game)
- Desafíos mundiales para la formación, aprendizaje y curriculum de docentes de ciencias (Global challenges for science teacher education, learning, and curricula)
- Transformación de la educación en ciencia a través de la investigación (Transforming science education through research)

Para conocer más sobre estos trabajos y otros presentados en la conferencia, se puede bajar el libro de resúmenes y algunos de los trabajos completos, de la página: <http://www.esera2009.org/>

VIII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS,
Enseñanza de las ciencias en un mundo en transformación. Barcelona, 7 al 10 de setiembre de 2009.

Con 736 inscriptos y 630 asistentes se desarrolló durante la segunda semana de setiembre el congreso organizado por la Revista Enseñanza de las Ciencias. Este congreso contó con 1014 propuestas de trabajos, de los cuales el 93%

¹Agradecemos a la Dra. M. G. Lorenzo por los aportes brindados para estas reseñas.

fueron aceptados y 670 presentados. Las sesiones desarrolladas incluyeron principalmente comunicaciones orales (413), presentaciones de poster (175), y simposios (23), también hubo conferencias plenarias, mesas redondas, y paneles de discusión con autores (cara a cara).

En este congreso la presencia argentina fue más notable y con 75 trabajos presentados, la Argentina se convirtió así en el tercer país en cuanto a la participación en el congreso, siguiendo a Brasil y a España que ocuparon la primera y segunda posiciones respectivamente.

Los temas sobre los cuales versaban las aportaciones fueron principalmente la formación del profesorado, propuestas didácticas, y la investigación e innovación. Con respecto al nivel al que estaban dirigidos, la mayor cantidad de presentaciones se centró en el nivel secundario. Principalmente trataban de temas transversales, pero cuando se focalizaban en un área, la que más aportes implicó fue la química.

Para conocer los trabajos completos presentados se puede acceder a la página: http://ice.uab.cat/congresos2009/eprints/cd_congres/propostes_htm/htm/inici.htm

PRIMER CONGRESO INTERNACIONAL DE PEDAGOGÍA UNIVERSITARIA, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 7 al 9 de setiembre del 2009.

El Congreso, desarrollado en la Facultad de Derecho de la UBA, contó con la asistencia de 2100 personas, de las cuales, 900 presentaron informes de investigación o relatos de experiencias. Estas personas pudieron participar de cuatro tipos de actividades: Conferencias o paneles con invitados especiales (8), Simposios (15 institucionales y 8 organizados por especialistas), Talleres interdisciplinarios de intercambio sobre experiencias pedagógicas alrededor de una problemática (41, con 23 temas diferentes) y Mesas de comunicación (21). Los talleres consistían en reuniones en donde se presentaban 8 a 14 aportes al intercambiar sobre un tema eje. Para las mesas de comunicación, se seleccionaron el 30% de los trabajos de los talleres debido a su calidad y representatividad, luego, en las reuniones se expusieron y analizaron 3 o 4 experiencias pedagógicas o avances de investigación con el aporte de comentaristas.

El Congreso puso en debate la problemática de la vida de las mega-universidades, la complejidad de la formación del alumnado, del diseño, puesta en acto y evaluación del currículo, la innovación pedagógica. También investigó la vida de nuestros maestros, recogió sus enseñanzas y pudo teorizar en torno a ellas, brindándonos un espacio para reconstruir la enseñanza en la universidad y reescribir sus mejores páginas para colaborar en la formación de nuestros discípulos. Se hicieron presentes desde la conferencia inaugural y durante todo el congreso, de aspectos que implican una nueva agenda para la pedagogía universitaria:

- La pertinencia ruidosa, creativa y perturbadora: En donde la Universidad se transforme en un espejo crítico de la sociedad a través de un diálogo ruidoso y vocinglero.
- La didáctica de autor: En donde cada profesor crea a partir de su área de enseñanza y de su experticia, una didáctica original que le permita la construcción del conocimiento en la clase.
- De grandes cuestiones y de pequeñas acciones, o la función de educar: En donde la universidad como institución actúe sabiamente. Una sabiduría que implique a los miembros de la institución en un espíritu de colaboración mutua y autocrítica constructiva.

Los trabajos presentados pueden leerse en el libro de resúmenes editado por EUDEBA, pero para acceder a la conferencia inaugural y al programa, puede hacerlo mediante la página: <http://www.uba.ar/academicos/cipu/>

PRÓXIMAS REUNIONES

XX JORNADAS DE EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA.

Área Lógico-Epistemológica de la Escuela de Filosofía y Centro de Investigaciones de la Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad Nacional de Córdoba. La Falda, Córdoba, Argentina, 25 al 28 noviembre 2009.
<http://blogs.ffyh.unc.edu.ar/ciffyhfilo/2009/04/25/xx-jornadas-de-epistemologia-e-historia-de-la-ciencia/>

V CONGRESO INTERNACIONAL DE EDUCARED: “INNOVAR EN LA ESCUELA”

Fundación Telefónica y Sindicatos y Asociaciones de Profesores, Titulares de Centros y Asociaciones de Padres. Centro de Convenciones Norte, Madrid, España, 26 al 28 de noviembre de 2009.
<http://www.educared.net/congreso/>

SIG CONFERENCES 2010

European Association for Research on Learning and Instruction (EARLI) organiza en el 2010 Conferencias con diferentes temáticas. http://www.earli.org/conferences/Sig_Conferences_in_2010

7^{MO} CONGRESO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR. *La Universidad por un Mundo Mejor:*

Ministerio de Educación Superior de Cuba. Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba, 8 al 12 de febrero de 2010.
Presentación de resúmenes: hasta el 15 de noviembre de 2009.
Presentación de trabajos: hasta el 30 de noviembre de 2009.
<http://www.universidad2010.com/>, <http://www.universidad2010.cu/>

II CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE PROFESORADO PRINCIPIANTE E INSERCIÓN PROFESIONAL A LA DOCENCIA. *El acompañamiento a los docentes noveles: prácticas y concepciones.*

Instituto Nacional de Formación Docente, Organización de Estados Iberoamericanos, Facultad de Derecho, Universidad de General Sarmiento, Universidad de Sevilla. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Facultad de Derecho, 24 al 26 de febrero de 2010.
Fecha límite para la presentación de trabajos: 16 de noviembre de 2009.
<http://www.congreso.infed.edu.ar/index.html>

VI CONGRESO INTERNACIONAL DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS y XI TALLER DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Ministerio de Educación de la República de Cuba. La Habana, Cuba, 15 al 19 de marzo de 2010.
Fecha límite para el envío de resúmenes: 15 de diciembre de 2009
Fecha límite para el envío de trabajos: 10 de enero de 2010
<http://www.didacien.rimed.cu/>

239TH ACS NATIONAL MEETING & EXPOSITION.

American Chemical Society. San Francisco, California, 21 al 25 de marzo de 2010.

Envío de resúmenes: desde el 12 de Octubre al 5 de Noviembre de 2009.

http://portal.acs.org/portal/acs/corg/content?_nfpb=true&_pageLabel=PP_TRANSITIONMAIN&node_id=2060&use_sec=false&sec_url_var=region1&__uuid=3c2af54a-07e5-4ed4-b43d-a9cce8657b23

SEGUNDAS JORNADAS DE INGRESO Y PERMANENCIA EN CARRERAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS

Universidad Nacional de Salta. Salta, 19 al 21 de mayo de 2010

Envío de resúmenes: desde el 2 al 19 de noviembre de 2009.

Notificación de aceptación de resúmenes: 17 de diciembre de 09

Envío de trabajos completos: desde el 8 de febrero de 2010 al 5 de marzo 2010.

<http://www.ipecyt.unsa.edu.ar/>

VI JORNADAS INTERNACIONALES Y IX NACIONALES DE ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DE LA QUÍMICA, HOMENAJE A LA DRA. LYDIA CASCARINI, *La*

enseñanza de la Química en el bicentenario argentino: evolución y aportes a la construcción de ciudadanía para un mundo globalizado.

Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral, Paraje “El Pozo” – Ciudad Universitaria, Santa Fe, 9 al 11 de Junio de 2010.

Cierre del plazo para presentación de resúmenes: 1 de marzo de 2010

Ultimo día de notificación de resúmenes: 05 de abril de 2010

Ultimo día de inscripción con descuento: 15 de abril de 2010

<http://www.fcb.unl.edu.ar/eventos/jornadasquimica/>

XIV INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION (IOSTE) SYMPOSIUM, *Socio-cultural and Human Values in Science and Technology Education*

IOTSE, University of Ljubljana, Bled, Eslovenia, 13 al 18 de junio de 2010.

Fecha límite para el envío de propuestas: 1 de diciembre de 2009.

Envío de trabajos completos: 1 de marzo de 2010.

Inscripción temprana: 30 de abril de 2010.

<http://www.ioste14.org/about-symposium/>

10TH EUROPEAN CONFERENCE ON RESEARCH IN CHEMISTRY EDUCATION (ECRICE) AND 4TH INTERNATIONAL CONFERENCE RESEARCH IN DIDACTICS OF THE SCIENCES (DIDSCI), EuCheMS, Division of Chemical Education, Cracovia, Polonia, 4 al 9

julio de 2010.

Fecha límite para la presentación de resúmenes: 15 de diciembre de 2009.

Ultimo día de notificación de resúmenes: 1 de marzo de 2010

Inscripción temprana: 15 de marzo de 2010

Inscripción normal: 1 de mayo de 2010

Inscripción tardía: 4 de julio de 2010

<http://ecrice2010.ap.krakow.pl/>

JUNIOR RESEARCHERS OF EARLI (JURE) 2010 CONFERENCE, Connecting Diverse

Perspectives on Learning and Instruction: A Conference of Synergy

Frankfurt am Main, Alemania, 19 al 22 de Julio de 2010.

Fecha límite de envío de propuestas: 27 de noviembre 2009.

Notificación de decisiones: 25 de enero de 2010.

<http://www.earli-jure2010.org/index.shtml>

21ST BIENNIAL CONFERENCE ON CHEMICAL EDUCATION, University of North

Texas in Denton, 1 al 5 de agosto de 2010.

Fecha límite para la presentación de propuestas de simposios para ser incluidos en el call for papers: 1 julio 2009

Fecha límite para la presentación de propuestas de simposio: 6 noviembre 2009

Comienzo para el envío de resúmenes: 23 noviembre 2009

Fecha límite para la propuesta de workshop: 11 de diciembre 2009

<http://www.bcce2010.org/>

21ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON CHEMICAL EDUCATION (ICCE 2010),

Chemical Education & Sustainability in the Global Age

IUPAC, Taipei, Taiwan, 8 al 13 de agosto de 2010.

Fecha límite para el envío de trabajos: 31 de marzo de 2010.

Notificación de aceptación: 15 de mayo de 2010.

Inscripción temprana: antes del 15 de abril de 2010.

Inscripción: antes del 31 de julio de 2010.

Se darán becas que incluirán fondos para el viaje de científicos jóvenes de países en desarrollo, dos para mujeres y dos para varones.

<http://icce2010.gise.ntnu.edu.tw/>

XXVIII CONGRESO ARGENTINO DE QUÍMICA y 4to. Workshop y 2da. Reunión Latinoamericana de Química Medicinal

Organizado por la Asociación Química Argentina, del 13 al 16 de septiembre de 2010 en la Universidad de Lanús, Provincia de Buenos Aires, bajo el lema "BICENTENARIO DE MAYO".

Cualquier consulta o gestión podrá realizarse escribiendo a los mail aqa2010@aqa.org.ar y aqa@aqa.org.ar. En

los próximos días se pondrá a disposición del público, un sitio Internet exclusivamente del congreso; en tanto, en el sitio de la AQA: www.aqa.org.ar se puede encontrar información del mismo.

CONGRESO IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN: METAS 2021

Organizado por: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), el Ministerio de Educación de la Nación Argentina y la Secretaría General Iberoamericana (SEGIB) con el apoyo de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), Buenos Aires 13 al 15 de septiembre de 2010.

La participación por razones de espacio estará limitada a 2.000 congresistas.

Inscripción tarifa reducida: Hasta el 1 de mayo de 2010

Fecha límite para recepción de resúmenes: 15 de junio de 2010.

<http://www.metas2021.org/congreso/presentacion.htm>

14TH BIENNIAL EARLI CONFERENCE FOR RESEARCH ON LEARNING AND INSTRUCTION 2011, Education for a Global Networked Society

Exeter, United Kingdom, 30 de agosto a 3 de setiembre de 2011.

Fecha límite para envío de propuestas: 29 de octubre de 2010.

www.earli2011.org

ESERA CONFERENCE 2011

Universidad de Lyon, Francia, 5 al 9 de setiembre de 2011.

<http://www.naturfagsenteret.no/esera/>

Otros congresos previstos para 2010 y 2011:

IX Jornadas Nacionales y el IV Congreso Internacional de Enseñanza de la Ciencias Biológicas, San Miguel de Tucumán, octubre de 2010. www.adbia.com.ar

Décimo Simposio de Investigación en Educación en Física, Misiones, 2010. www.apfa.org.ar

REQ XV, Reunión de Educadores en Química, Mar del Plata, 2011. www.adeqra.com.ar
--

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