

Educación en la Química

**Revista de la Asociación de Educadores en la Química de la República Argentina
Secretarías Capital Federal y Provincia de Buenos Aires**

Educación en la Química

(ISSN 0327-3504) es una publicación cuatrimestral de ADEQRA (secretarías Capital Federal y Pcia. de Buenos Aires) que se distribuye gratuitamente a los socios de estas secretarías. En ella se dan a conocer experiencias de aula, resultados de investigaciones, avances tecnológicos, noticias científicas, etc. Los editores agradecen cartas, ideas, sugerencias y artículos que puedan resultar de utilidad a otros colegas.

Editores

Luz Lastres Flores

Mónica Steinman

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.*)



ADEQRA, Asociación de Educadores en la Química de la República Argentina, 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.

SECRETARÍA CAPITAL FEDERAL

Delegada: Luz Lastres Flores
Secretario: Vicente Sgaramella
Tesorera: Liliana Olazar
Vocales: Marta Bulwik
Alejandro Bosack
Verónicas Catebiel
Luis Costa
Liliana Gravano
Andrea López

SECRETARÍA PCIA DE BUENOS AIRES

Presidente: M. Gabriela Muñoz
Vicepresidente: Jorge D. Rosende
Secretaria: Gabriela Mohina
Prosecretario: Héctor G. Cortez
Tesorera: Mónica Steinman
Protesorera: Rosa Haub
Vocales: Graciela Assenza Parisi
María Luz Diez
Raúl Fernández
Andrea Masone

ISP Joaquín V. González
Lab. De Química, 2º piso
Rivadavia 3577
1203. Buenos Aires

Para reflexionar

APRENDER Y ENSEÑAR QUIMICA EN SALTA: UNA UTOPIA

Ma. Alejandra Carrizo¹, Violeta A Torres², Ramón A. Farfán¹ y Ana E. Varillas¹

¹ Dpto. de Química. Facultad de Ciencias Exactas. C.I.U.N.Sa. Universidad Nacional de Salta. Argentina. ² Prof. EGB-3/EP.

RESUMEN

La implementación de los cambios educativos, los ya vigentes y los previsibles, determinan una honda preocupación por lo inherente a la labor cotidiana en las aulas. Las situaciones problemáticas analizadas se refieren básicamente a la drástica reducción y/o eliminación de la disciplina QUIMICA en el nuevo Sistema Educativo Argentino.

Se han identificado diversas dificultades en los procesos de enseñanza y aprendizaje de Ciencias, tales como la formación inicial del docente que se desempeña en Cs. Naturales y Tecnología, no acorde a lo requerido por la Reforma, la influencia de los conocimientos previos y preconcepciones de los alumnos, el deterioro progresivo en la calidad de los servicios educativos que aseguren la igualdad de oportunidades, entre otros.

INTRODUCCIÓN

En nuestro país, la República Argentina, se encuentra ya vigente la Ley Federal de Educación sancionada en Abril de 1993. En ella se plantean cambios sustanciales y profundos en el Sistema Educativo Nacional para elevar la calidad de la educación y para alcanzar mayores niveles de justicia social y de equidad en la distribución de saberes y conocimientos.

Permanecer en el siglo XXI sin demasiadas "asignaturas pendientes" en la formación de los ciudadanos, es un reto bastante fuerte para un país, en el que la sociedad, Instituciones y Gobierno, están comprometidos. Compromiso que, en el caso particular de los Profesores en Química, involucra desafíos importantes.

Los problemas a analizar son los siguientes:

- ♦ ¿Cuáles serán las consecuencias de la drástica reducción y/o eliminación de la disciplina QUIMICA en el nuevo Sistema Educativo Argentino?
- ♦ Si se proyecta una educación para el futuro reduciendo espacios propios de Química ¿cuáles serán las innovaciones científico-tecnológicas a las que podrán acceder los jóvenes de hoy?

♦ La formación inicial de los docentes que se desempeñan en el área Ciencias Naturales y en el espacio curricular Tecnología ¿es acorde a los requerimientos de la reforma, para su reinserción laboral?

El propósito de este trabajo consiste en:

- Compartir inquietudes y reflexiones sobre el estado actual de la Asignatura Química en la currícula escolar.
- Analizar la pertinencia de la formación inicial de grado de los educadores que ejercen en el área de Ciencias Naturales y Tecnología con su reinserción laboral.
- Profundizar la discusión y el análisis de la Reforma en conjunto a fin de fortalecer el compromiso con la profesión docente.

EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA -3 CICLO

El tercer ciclo de la Educación General Básica (EGB-3), ya implementado en la provincia, forma parte del período de educación obligatoria y tiene como fin lograr la retención en el Sistema Educativo de la mayor cantidad de jóvenes durante la mayor cantidad de años posibles; en lo cotidiano, este proyecto ha generado situaciones conflictivas.

En la EGB, el área de las Ciencias Naturales y Ciencias Sociales, tienen connotaciones diferentes al resto de los espacios curriculares, pues no están constituidas por una única disciplina sino por varias (Ciencias Naturales por Biología, Ciencias de la Tierra, Física y Química), por lo que es necesario definir el espacio de área como un lugar de integración, como un modo de ver el mundo desde el punto de vista de las disciplinas que la componen, pero aportando a una visión integradora. Por un lado, se debe respetar la especificidad de cada disciplina, pero al mismo tiempo relacionar los conceptos de cada una de ellas. En la organización del área, la Química debería colaborar con las otras disciplinas, con el fin de evitar la fragmentación del conocimiento y cubrir las expectativas del alumno logrando una alfabetización científica - tecnológica.

En nuestra provincia, en la implementación de EGB-3, los nuevos espacios curriculares fueron cubiertos por el personal docente ya existente en la Institución, observándose una serie de situaciones ambivalentes, pues si bien de esta manera, se evitaron los posibles conflictos sociales que hubiese provocado el desempleo, no pudieron evitarse otras situaciones inconvenientes, entre las que podríamos considerar:

❖ Pocos docentes con formación en disciplinas del área están a cargo de Ciencias Naturales y/o Tecnología

Nuestro estudio se aplicó en cuatro Centros Educativos, tres en el ámbito privado y uno estatal, con un total de 43 cursos en el caso del área de Ciencias Naturales y 38 para Tecnología.

La selección de estos Centros se realizó en función del carácter representativo de los mismos respecto al problema socialmente planteado, por su importante población estudiantil y docente, además de ser ellos precursores en la implementación de la Reforma Educativa. Es muy probable que en el resto de los

Centros Educativos de la ciudad la situación sea casi idéntica, afirmación sustentada en los resultados de las entrevistas realizadas a los docentes de estos centros, que también trabajan en otros.

- Ciencias Naturales está a cargo de docentes con distintos tipos de formación, tanto en aspectos muy relacionadas con el área, como en las que tienen muy poca relación con la misma. (Gráfico N° 1).

Cabe mencionar en este segundo grupo a docentes que declaran, entre otros, las siguientes titulaciones para ejercer en el Área de Ciencias Naturales, EGB-3: Profesor en Geografía, Analista Químico Biológico, Técnico en Laboratorio Clínico, Bachiller con Orientación Docente, Perito Mercantil. Así también, profesionales con cierta formación en el aspecto científico de esta área, pero sin formación pedagógico - didáctica, tales como Bachiller Superior en Química y Licenciado en Ciencias Biológicas.

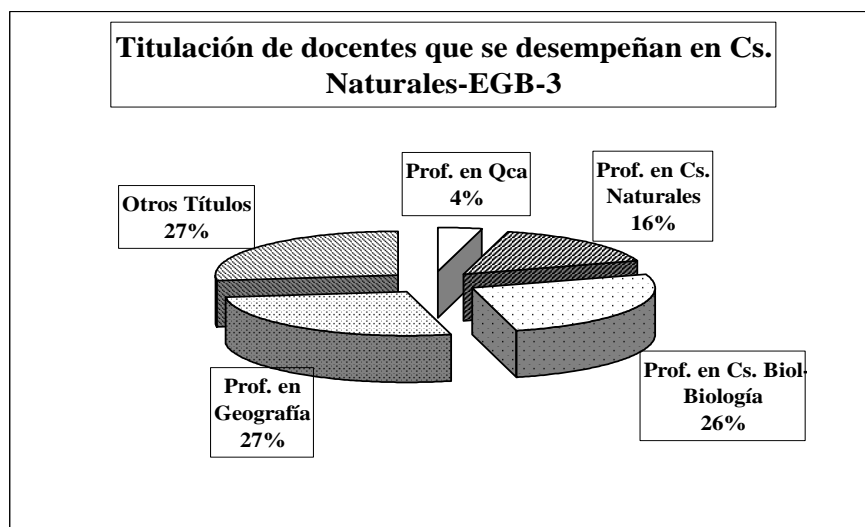


GRÁFICO N° 1

- Por otro lado hay docentes que acordaron su reinserción en un nuevo espacio curricular alternativo, Tecnología, aunque ello implique, en parte o en su totalidad, la renuncia a la formación propia. La heterogeneidad de la profesión a cargo del espacio curricular de Tecnología se muestra en el listado siguiente:

PROFESIONALES A CARGO DE TECNOLOGÍA EN EGB-3	
1.- Profesor en Artes Visuales	11.- Profesor en Matemática, Física y Cosmografía
2.- Profesor en Francés	12.- Veterinario
3.- Profesor en Dibujo	13.- Perito Bachiller
4.- Profesor en Matemática y Física	14.- Profesor en Matemática
5.- Perito Mercantil	15.- Ingeniero en Construcciones
6.- Profesor en Ciencias Económicas	16.- Profesor en Química
7.- Profesor en Informática	17.- Secretaria Ejecutiva
8.- Contador Público Nacional	18.- Analista de Sistemas
9.- Maestra en Manualidades	19.- Otros
10.- Bachiller	

La Tecnología como nuevo espacio curricular, se caracteriza por poseer, además de un método propio (Análisis de Productos y Proyectos Tecnológicos), determinados grados de dificultad para abordar los contenidos de la misma. La educación tecnológica tiene características especiales y no debe confundirse con otras actividades, es decir, cabe aclarar que no es Informática, Trabajo Manual, Expresión Plástica, Ciencia Experimental, ni Introducción a la Formación Profesional.

Sin embargo, en las Instituciones, sólo para reubicar a los que sufrieron la disminución de su carga horaria en ellas o peor aún, a los que el nuevo Sistema eliminó de la currícula, se los ha designado como docentes de Tecnología a los arriba mencionados.

Se evidencia claramente la distinción entre la profesionalidad extendida y la profesionalidad restringida que difieren en el nivel de responsabilidad asumida en el ejercicio de su docencia (Broadfoot y Osborn, 1988).

❖ **Resultados no satisfactorios en evaluaciones diagnósticas en las que se abordan contenidos disciplinares en los alumnos que culminaron EGB-3.**

Al iniciar una nueva etapa del sistema educativo, luego de haber superado el 3° ciclo de EGB, surge la necesidad de indagar las ideas previas de los alumnos. Nuestra atención en la evaluación diagnóstica se centra en los contenidos de Química, estudiados en el Area de Ciencias Naturales coordinada ésta por un único docente.

Se muestra los resultados obtenidos en dos cursos, grupo mixto constituido por un total de 90 alumnos pertenecientes a diferentes turnos, de un Centro Educativo público de referencia de la Ciudad Capital, por cuanto el Proyecto Curricular del mismo se enmarca en esta nueva etapa de innovación.

GRUPO N° 1 (1° Año EP, Turno Mañana)	BUENO	REGULAR	MALO
Comprensión de consignas:	60 %	25 %	15 %
Observación e Información:	50 %	30 %	20 %

Se observa que los alumnos presentan pocas dificultades en la comprensión de consignas; el nivel de observación e información es bueno.

En cuanto a los contenidos específicos del espacio curricular, un gran número de alumnos (78 %), confunde los conceptos cuerpo y materia, calor y temperatura. Un número importante (52 %) desconoce el concepto de volumen.

Asocian sólo a conceptos biológicos todos los relacionados a estructura de materia.

Al solicitar una idea gráfica de modelo atómico, la totalidad de los alumnos indica el modelo planetario. Se confunden los conceptos de órbita y orbital.

Cuando se plantean situaciones utilizando términos científicos no pueden resolverla, si se presenta igual situación, pero en lenguaje común no tienen dificultad alguna en su resolución.

Muchos se niegan al trabajo en grupo integrado por alumnos de diferente sexo.

La importancia del lenguaje verbal y visual en las clases de ciencias ha sido resaltada en una gran cantidad de trabajos. Estos muestran las dificultades de los

estudiantes en la comprensión de los mensajes orales y escritos y señalan la necesidad de plantearse explícitamente la enseñanza de la lectura, la escritura y la comunicación oral en el ámbito de las ciencias.

GRUPO N° 2 (1° Año EP, turno Vespertino)	BUENO	REGULAR	MALO
Comprensión de consignas:	30 %	40 %	30 %
Observación e Información:	35 %	40 %	25 %

Los alumnos presentan dificultades importantes en la comprensión de consignas, más aún si se utilizan términos científicos, el nivel de observación e información es Regular.

En cuanto a los contenidos conceptuales: un gran número de alumnos confunde los conceptos cuerpo y materia, calor y temperatura; desconocen los conceptos de volumen y masa.

Pocos alumnos tienen ideas acerca de la estructura de la materia. El resto admite su desconocimiento o los asocia sólo a contenidos de Biología.

El nivel de atención es bajo.

Los informes escritos en algunos casos son confusos, con errores ortográficos y una presentación inadecuada.

Existe una separación notoria de sexos en el trabajo en equipo.

EDUCACIÓN POLIMODAL

En el anterior Sistema Educativo, "para cumplir sus funciones la escuela secundaria argentina se fue organizando históricamente en alternativas que privilegiaron algunas de ellas por sobre las demás, exigiendo a los/as estudiantes elecciones tempranas de itinerarios educativos mutuamente excluyentes: estudios técnicos, comerciales, agropecuarios, artísticos, normales, bachilleratos generales y modalizados" (A-9, CFCyE).

En el nuevo Sistema Educativo, desde sus orígenes, se consideró como fundamental la profundización de la formación científica en los alumnos de Educación Polimodal, "profundizar el conocimiento teórico en un conjunto de saberes agrupados según las orientaciones siguientes: humanística, social, científica y técnica" (Artículo 16, Ley N° 24195).

Desde el Consejo Federal de Cultura y Educación, se ha presentado para la EP la propuesta para todo el país de una Estructura Curricular Básica, es decir, una matriz abierta que permite organizar y distribuir en el tiempo los contenidos a enseñar, agrupados en espacios curriculares.

Un espacio curricular organiza y articula, en función de criterios pedagógicos, epistemológicos y psicológicos, un conjunto de contenidos seleccionados para ser enseñados y aprendidos en un tiempo institucional determinado.

La Estructura Curricular Básica de la Educación Polimodal establece reglas de composición entre los distintos espacios curriculares que se han definido para cada campo, permitiendo que los contenidos de Química no fueran considerados en la totalidad de las modalidades para su implementación en nuestra Provincia.

La organización de la Educación Polimodal en la provincia de Salta se inicia con la Resolución N° 460/2000, en la cual se evidencia un cercenamiento casi total de la disciplina Química, dado que sólo en dos modalidades (de las cinco posibles) se encuentra incorporada explícitamente. Esta entra en vigencia a partir del ciclo lectivo 2000 y sobre la base de ella, varias Instituciones educativas organizan su Proyecto Curricular Institucional (PCI).

El PCI es definido como el conjunto de decisiones articuladas, compartidas por el equipo docente de un Centro Educativo, tendiente a dotar de mayor coherencia su actuación, concretando el Diseño Curricular Base, en propuestas globales de intervención didáctica adecuadas a un contexto específico. A pesar de ello, al implementar ambos niveles, en las instituciones educativas provinciales explícita o implícitamente se tomaron algunas decisiones, con referencia por ejemplo, a la organización del espacio y del tiempo, a los criterios de evaluación, a la secuenciación y organización de los contenidos, etc., sin haberlas trabajado en forma conjunta entre todos los miembros de la comunidad educativa.

Es de hacer notar que las decisiones fueron tomadas teniendo como premisa fundamental el mantenimiento de la fuente laboral, es decir, minimizar la pérdida de horas cátedras.

Como en toda transformación, un cambio en el marco de referencia trae como consecuencia un alto grado de incertidumbre, conflicto que en el docente provoca un enorme desconcierto que en principio resulta paralizante, pero más tarde genera algunos movimientos. Cabe destacar por ejemplo el de los profesores nucleados en ADEQRA-Salta (Asociación de Educadores en Química de la República Argentina, Secretaría Salta) que en búsqueda de soluciones, gestionan diversas alternativas. De igual forma, los docentes de Historia y Geografía, con similar problemática, buscan soluciones por otros caminos.

A posteriori y como consecuencia en parte de estas acciones, el Ministerio de Educación emite una resolución modificadora de la anterior, de carácter indicativo, mediante la cual se continúa con la implementación del nivel Polimodal, pero “introduciendo nuevos parámetros que promueven mayores márgenes de autonomía institucional en la toma de decisiones y evaluación de resultados” (Res. N° 4118/00).

El objetivo de ésta es ofrecer un marco general y organizador que profundice los Proyectos curriculares Institucionales, adaptándolos a la realidad de cada localidad y municipio de la provincia de Salta. En el Cuadro N° 1 se presentan esquemáticamente ambas resoluciones (460/00 y 4118/00)

MODALIDADES	RESOLUCIÓN N° 460/2000			RESOLUCIÓN N° 4118/2000		
	1° AÑO	2° AÑO	3° AÑO	1° AÑO	2° AÑO	3° AÑO
Ciencias Naturales	Química 96 Hs. Reloj	Química 96 Hs. Reloj	—	Química 96 Hs. Reloj	Química 96 Hs. Reloj	—
Humanidades y Ciencias Sociales	—	—	—	Física / Química 96 Hs. Reloj	—	—
Producción de Bienes y Servicios	Química 96 Hs. Reloj	—	—	Biología / Química 96 Hs. Reloj	—	—
Comunicación, Arte y Diseño	—	—	—	Física / Química 72 Hs. Reloj	—	—
Economía y Gestión de las Organizaciones	—	—	—	—	—	—

CUADRO N° 1

En función de lo analizado por los Educadores en Química, respecto a las posibles consecuencias en su cumplimiento, se sabe que por ahora continuamos nuestro desarrollo profesional relacionando los contenidos conceptuales de la Química con las demás ciencias y conocimientos que circulan en la escuela, pero: ¿Se enseña Química? ¿Se aprende Química? ¿Se atiende las problemáticas y/o necesidades de la totalidad de la comunidad escolar?

Los conflictos institucionales provocados por la implementación de la reforma, generaron situaciones de crisis no sólo en los ámbitos social, institucional y laboral, sino también en el personal, en aspectos afectivos, familiares, emocionales, etc. Una crisis implica cambios y como consecuencia de ello, se produce un crecimiento. Los cambios pueden ser positivos o negativos. Entre estos últimos se distinguen actitudes tales como:

- **Individualismo:** Algunos docentes negocian su inserción en un nuevo espacio curricular como por ejemplo Tecnología; una vez logrado, olvidan el problema, aunque esto implique en parte renunciar a la formación propia.
- **Indiferencia:** Otros grupos niegan la existencia del conflicto o esperan que la responsabilidad de solución recaiga en los demás. Desde una postura autocrítica, se observa en los propios docentes de Química, escasa participación y movilización para involucrarse en la defensa de la disciplina como ciencia fundamental, frente a la comunidad que desconoce esta problemática y, por otro lado, a través de la política educativa provincial de transformación.

- Miedo: El miedo produce alejamiento, se deja de acompañar a pedidos colectivos, se evita las exposiciones por temor a la pérdida de la fuente laboral o a mostrar lo que desconoce, fabrica una imagen de especialista que todo lo sabe, sin carencias, sin debilidades, viendo en el prójimo alguien sospechoso que en un futuro puede desplazarlo del lugar que hoy ocupa.

Como consecuencia, la comunidad educativa se fragmenta, la calidad educativa disminuye, no se brinda a los alumnos la oportunidad de adquirir experiencias formativas y significativas en cada campo del conocimiento.

Las razones que justifican la inclusión de la Química en la currícula, independientemente de la modalidad u Orientación elegida son varias, entre ellas:

- La Química es la ciencia que permite explicar y entender una enorme variedad de procesos naturales e industriales; su creciente dominio ha permitido el desarrollo de una multitud de productos y procesos.
- Los futuros ciudadanos deben tener una preparación que les permita tomar las mejores decisiones en un mundo donde la Ciencia y la Tecnología tienen cada vez mayor relevancia.
- Una de las funciones de la EP, la propedéutica, permite el acceso de los alumnos a cualquier carrera del nivel Superior. Esto no será posible para muchos egresados de este nivel ya que sin los conocimientos mínimos o suficientes de Química se encaminan al fracaso al iniciarlas, y no sólo los que elijan carreras que consideran en sus planes de estudios asignaturas relacionadas con la Química (Gráfico N° 2).

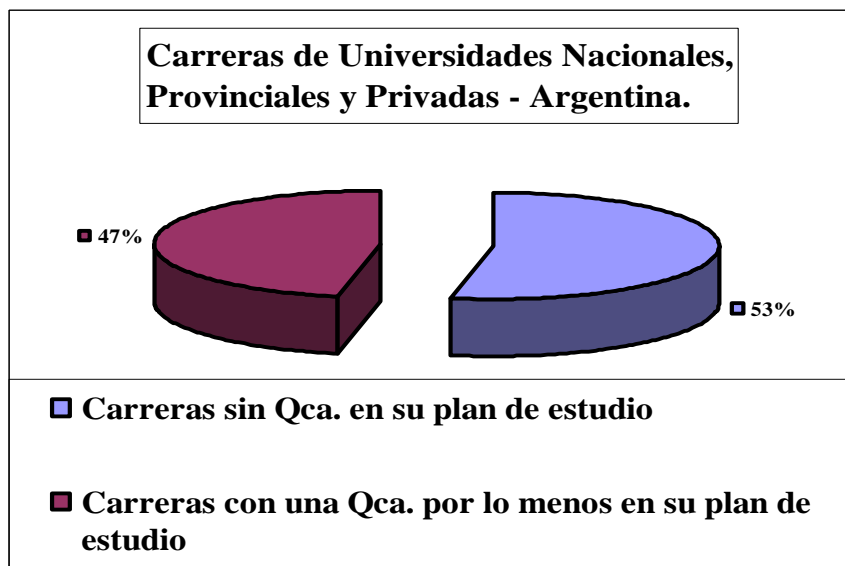


GRAFICO N° 2

En Chile, en el inicio de la década de los ochenta, mediante Decreto Supremo Exento N° 300, del 12/1981, se elimina la enseñanza obligatoria de la asignatura de

química en la Enseñanza Media, con lo cual los aportes esperados al desarrollo de la educación química que podría hacer ese sector, pasan a ser inexistentes. A su vez, la carrera del Profesor de Química, pasó a ser considerada carrera no universitaria, con lo cual algunas universidades cerraron el ingreso a ella, hecho que perjudicó a los profesores pertenecientes a dichas facultades y a la investigación en educación al no tener tesis.

Esto tuvo un gran impacto en la comunidad científica nacional, y no fue posible revertir la situación hasta diciembre de 1989, donde mediante Decreto Supremo Exento N° 129, se establece la asignatura química, como obligatoria. (Martínez M. M. et al, 2000).

CONCLUSIONES

Las experiencias de Reformas Educativas en otros países nos deberían servir como antecedentes para nuestra práctica. Sería lamentable que cometiéramos el mismo error.

Se han identificado diversas dificultades en los procesos de aprendizaje de Ciencias, entre ellas la estructura lógica de los contenidos conceptuales, el nivel de exigencias formal de los mismos y la influencia de los conocimientos previos y preconcepciones de los alumnos. Dificultades que se acentuarán con la reducción horaria que se le asigna a una disciplina básica y fundamental como lo es la Química. El conocimiento científico no debe ser solamente memorizado, sino que debe ser comprendido, abordando su estudio como lo que es realmente, una Ciencia experimental.

Sin el tiempo necesario, por más estrategias metodológicas que se apliquen en el aula, será un obstáculo imposible de superar. El trabajo en el laboratorio permite al profesor llegar al campo afectivo, psicomotor y cognitivo del alumno, fortaleciendo sus actitudes hacia el aprendizaje de las Ciencias (Insausti, 1997). Los alumnos tienen una actitud positiva respecto al laboratorio, en cuanto al aspecto lúdico y necesario de las prácticas. Estas actitudes en educación suelen ser una garantía de motivación, interés y esfuerzo.

Existe un consenso acerca de que estas ideas requieren más tiempo para desarrollar los contenidos que el que se dispone en el actual sistema educativo; con las propuestas actuales del Polimodal, no parece que existan muchas posibilidades para superarlas.

Nuestros adolescentes, futuros gobernantes ¿cómo podrán desenvolverse, si cuando fue su tiempo, no fueron ni siquiera alfabetizados en estos temas?, menos aún, despertar vocación para luego investigar algo que no conocen.

Toda innovación tiene su costo, y hasta que el Estado no asuma esta realidad, habrá una tendencia cada vez mayor, a aumentar la desigualdad y la polarización social.

El marco legal no se cumple, en el aspecto de la puesta en funcionamiento de un sistema de acreditación y evaluación, para garantizar no sólo el acceso y permanencia, sino la calidad progresiva de los servicios educativos que asegure la igualdad de oportunidades.

Es deseable revertir, en tiempo y forma, la presente situación de los Educadores de Química e iniciar un debate sobre determinados temas generando acciones de reflexión.

Es necesario repensar la educación en este contexto, reduciendo la frustración de los que aprenden y de los que enseñan Química. Si se proyecta con los contenidos y situación de hoy, no puede vislumbrarse un resultado agradable para el futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Broadfoot, P. y Osborn, M. (1998). What professional responsibility means to teachers: national contexts and classrooms constants. *British Journal of Sociology of Education*, 9 (3) 265.

Diseño Curricular Jurisdiccional de Salta. Tercer Ciclo de EGB (1998). Ministerio de Educación de la Provincia de Salta. P.R.I.S.E.

Documentos del Ministerio de Cultura y Educación / Consejo Federal de Educación. (A-1 hasta el A-17).

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

Ley Federal de Educación N° 24195. (1995). Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Argentina.

Martínez M.M.; Balocchi E.; Cerón, R.F.(2000).El desarrollo de la educación química en Chile: un análisis retrospectivo y prospectivo. *Educ. Quím.* 11(1)150. México.

Ideas para el aula

QUÍMICA Y MEDIO AMBIENTE: PROPUESTA DE UNA HERRAMIENTA MOTIVADORA PARA LA ENSEÑANZA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

M.I. Aguado, M.B. Nuñez, N.B. Okulik, E.A. Castro*

Departamento de Química. Fac. de Agroindustrias, UNNE. Sáenz Peña, Chaco.

* CEQUINOR, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP. La Plata.

e-mail: castro@dalton.quimica.unlp.edu.ar

INTRODUCCIÓN

Un grupo de docentes de las Cátedras de Química General y de Química Inorgánica están dedicados hace algunos años al diseño y desarrollo de estrategias conducentes al mejoramiento de la enseñanza de la Química en cursos básicos universitarios.

Entre otras tantas tareas, y en relación con la temática de la enseñanza de resolución de problemas, se ha efectuado un relevamiento y análisis de las dificultades más importantes mencionadas por los alumnos en el proceso de la enseñanza y aprendizaje de los mismos en Química. (Aguado y col., 2000). Además, tanto en el ciclo lectivo 1999 como en el 2000, se ha desarrollado un curso sobre resolución de problemas, integrando Matemáticas y Química básica, destinado a los alumnos. (Aguado, Camprubí, 2002).

En esta oportunidad se presenta una propuesta didáctica para promover la aplicación de contenidos de Química desarrollados en cursos básicos universitarios, estableciendo una vinculación con la problemática ambiental. La propuesta contempla la presentación de los contenidos curriculares a los alumnos en un formato que puede resultarles más interesante, al relacionar teoría y práctica de Química con la problemática ambiental derivada de la actividad de los seres humanos.

Los objetivos perseguidos son contribuir a la enseñanza de la Química integrada con otras áreas, motivar el aprendizaje y reforzar la formación reflexiva y crítica de nuestros estudiantes. Se recurre al planteo de problemas para establecer un puente entre los problemas cotidianos y los problemas científicos, que permita el aprendizaje significativo de conceptos, procedimientos y actitudes vinculados con la ciencia.

El significado del término *problema* posee distintas connotaciones según los modelos de aprendizaje implicados. En nuestro caso, considerando un enfoque constructivista y pretendiendo la relación entre el saber, el hacer y el sentir, se recurre a un modelo integrador y reticular (Cudmani, 1998).

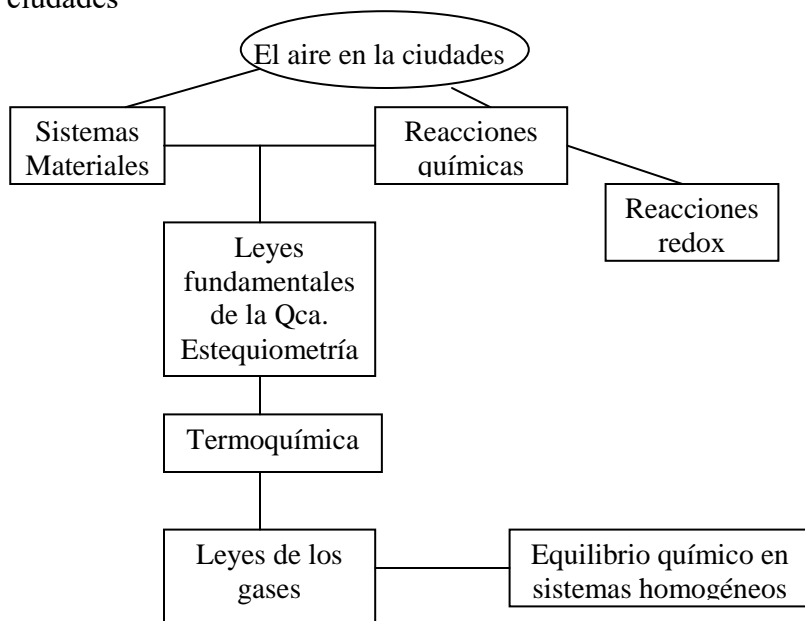
Un problema plantea una cuestión que requiere de un proceso de reflexión o toma de decisiones sobre la secuencia de pasos a seguir. Implica, además, un proceso que busca clasificar, reformular y concretar la situación inicial, a veces confusa, para abordarla aplicando conocimientos y procedimientos científicos. La eficiencia en la solución de problemas depende en gran medida de la disponibilidad y la activación de conocimientos conceptuales adecuados. Además, se asume que las habilidades de resolución de problemas, y en general, la pericia, son un efecto de la práctica. Por consiguiente, la solución de problemas no sólo puede ser entrenada, sino que debe serlo mediante cantidades ingentes de práctica (Pozo Muncio y col., 1997).

Existen varias clasificaciones para los problemas que pueden presentarse en el aula de ciencias naturales. La clasificación que hemos adoptado, los diferencia en problemas cualitativos, problemas cuantitativos y pequeñas investigaciones (Pozo Muncio y col., 1997).

METODOLOGÍA

Esta propuesta involucra la tarea de enseñanza y aprendizaje que comprende tanto a la asignatura Química General como a Química Inorgánica.

Los contenidos de determinadas unidades temáticas, consideradas fundamentales, se organizan y/o relacionan mediante redes conceptuales alrededor de un eje conductor. En este caso, presentamos a modo de ejemplo, "El aire en las ciudades"



En una primera etapa, cuando se concreta la introducción y el desarrollo teórico de un nuevo tema, el docente selecciona *problemas de tipo cualitativo* para promover la reflexión y discusión.

En el desarrollo teórico se emplean *problemas de tipo cuantitativo*, pero es en la parte práctica, en la ejercitación propiamente dicha, donde se plantea y resuelve la mayor parte de ellos, permitiendo el entrenamiento en las estrategias de resolución de los mismos.

Finalmente, se propone a los alumnos *pequeñas investigaciones*. Las mismas involucran la propuesta de una hipótesis de trabajo, para lo cual puede ser necesario la búsqueda de información bibliográfica, la propuesta de una experiencia sencilla para comprobarla y la elaboración de conclusiones. A continuación se ejemplifican problemas cualitativos, problemas cuantitativos y pequeñas investigaciones, a emplear en el tema Relaciones Estequiométricas .

◆ Problema de tipo cualitativo

Conociendo la composición química del aire y teniendo en cuenta la clasificación de sistemas materiales, selecciona la opción correcta y presenta los fundamentos de tu elección.

Puede decirse que el aire es :

- una sustancia gaseosa
- un sistema polifásico
- una solución gaseosa

◆ Problemas de tipo cuantitativo

1- El oxígeno (O_2) es el gas componente del aire que reviste mayor importancia para los seres vivos. El ozono (O_3) es una variedad alotrópica del oxígeno, que se encuentra en la estratosfera y nos protege de las radiaciones UV. Para comparar algunos aspectos de estas dos moléculas, si es necesario, realiza los cálculos correspondientes para corroborar la veracidad o la falsedad de cada uno de los siguientes enunciados :

- el mol de oxígeno pesa menos que el mol de ozono
- el mol de ozono ocupa el mismo volumen que el mol de oxígeno (ambos en CNPT)
- en 16 gramos de oxígeno hay más moles que en 16 gramos de ozono
- en 16 litros de oxígeno hay menos moles que en 16 litros de ozono (medidos en iguales condiciones de P y T)
- en 16 gramos de oxígeno hay igual número de moles que en 16 litros de ozono (en CNPT)

2- Los vehículos a gasolina emiten principalmente tres gases contaminantes: hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno.

El gas tóxico monóxido de carbono se produce cuando se queman sin suficiente oxígeno combustibles fósiles como el petróleo. El monóxido de carbono se convierte

finalmente en dióxido de carbono en la atmósfera, según la siguiente reacción química :



Los convertidores catalíticos de los automóviles están diseñados para acelerar dicha conversión.

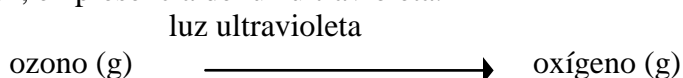
- Escribe la correspondiente ecuación química balanceada.
- Calcula el número de moles de oxígeno necesarios para convertir 500 mg de monóxido de carbono en dióxido de carbono
- ¿Cuántos litros de oxígeno se necesitan para que se produzca 0,5 litros de dióxido de carbono? (se supone que ambos gases se encuentran en CNPT)

3- La lluvia ácida (que contiene ácido sulfúrico) ataca a los carbonatos presentes en los mármoles y piedras calizas (ambos contienen CaCO_3) utilizados en la construcción de edificios, según esta reacción :



Si se sabe que luego de 10 años se formaron 2 moles de sulfato de calcio a partir de una estatua de piedra expuesta al aire libre, halla : a) ¿cuál ha sido la masa de carbonato de calcio atacada? b) ¿qué masa de ácido sulfúrico actuó? c) ¿qué volumen de anhídrido carbónico se incorporó a la atmósfera?

4- La concentración de ozono presente en el aire después de la hora de mayor tránsito en una gran ciudad, desciende más tarde, conforme el ozono se convierte en oxígeno común, en presencia de luz ultravioleta.



- Escribe la ecuación química balanceada.
- Si se supone que los gases se hallan a la misma presión (1010 hPa) y temperatura (25°C), ¿qué volumen de oxígeno producirá la descomposición de 1000 litros de ozono?

5- La capa de ozono (ozono estratosférico) actúa como pantalla que protege la vida en la Tierra, impidiendo que la radiación ultravioleta de alta energía llegue a la troposfera. Sin embargo, el ozono producido en la troposfera es una sustancia muy nociva para la vida, por su alto poder oxidante. El O_3 (g) puede reaccionar con NO (óxido nítrico), proveniente de las emisiones de los motores de combustión interna, produciendo O_2 (g) y NO_2 (g).

- Escribe la ecuación química balanceada
- Si 0,185 g de ozono reaccionan con 0,168 g de NO ... b) ¿cuál es el reactivo limitante? c) ¿cuántos moles del reactivo excedente no reaccionan? d) ¿cuántos gramos de NO_2 se producen? e) si teóricamente se producen 0,15 g de NO_2 , ¿cuál es el rendimiento de la reacción?

◆ Pequeñas investigaciones

A la luz de los conocimientos adquiridos y de la correspondiente búsqueda bibliográfica, evalúa el siguiente enunciado:

“Hace tiempo, se usó ozono en latas de aerosol como desodorante de habitaciones. Un inventor propone reintroducir tales productos porque cualquier ozono que inyectemos en el entorno ayudará a restaurar la capa protectora de la estratosfera”

Durante el trabajo con los alumnos, el docente explica la metodología de trabajo en clase, explicita las etapas fundamentales de la resolución de problemas, sugiere la bibliografía de consulta y orienta y revisa el trabajo grupal de los alumnos.

Las actividades a realizar, involucran los aspectos fundamentales en la resolución de un problema científico que, llevados a la práctica, pueden distinguirse como:

- actividades iniciales: promueven la motivación, proporcionan un hilo conductor a la tarea y se explicitan las ideas previas y modelos alternativos
- actividades de desarrollo: se aborda el problema recurriendo a los conceptos desarrollados, formulando preguntas e hipótesis de trabajo, se reúne información bibliográfica, se analizan e interpretan los resultados
- actividades de síntesis y de validación: se exponen los resultados logrados a los demás grupos de alumnos, entablándose la discusión necesaria en caso de resultados disímiles y elaborando las conclusiones pertinentes

CONCLUSIONES

Consideramos que si los estudiantes tienen un acercamiento a las ciencias a través de problemas que perciben como reales y cercanos a sus intereses se motivan favorablemente. Sólo entonces se involucran en una investigación personal, conducida en gran parte por su propia iniciativa y con responsabilidad en las actividades de su aprendizaje. Esto es compatible con el necesario compromiso activo del que aprende construyendo y generando explicaciones sobre el mundo.

Creemos que la propuesta planteada permitirá que los alumnos logren un mejor aprendizaje de la ciencia, al darle mayor significación a los contenidos y al aproximarse al razonamiento científico mediante la internalización de las etapas de resolución de problemas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguado, M.I.; Okulik, N.B.; Núñez, M.B.; Castro, E.A. (2000). Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de la resolución de problemas en Química. *Anuario Latinoamericano de enseñanza en la Química 2000-2001*, pág 38-41. Argentina.

Aguado, M.I. ; Camprubí, G. (2002). La integración de Matemática y Química en la resolución de problemas. *Libro de Resúmenes X EMCI Nacional, II Internacional*, pág 62.

Aguado, M.I. ; Camprubí, G. (1999). Una experiencia innovadora en la enseñanza de resolución de problemas. *Publicación de la 1ª Jornada de Comunicación Científica, Tecnológica y de Extensión, Fac. de Agroindustrias – UNNE*.

Cudmani L. C.de (1998) . La resolución de Problemas en el Aula . *Revista Brasileira de Ensino de Física, vol.20, nº1*

Pozo Municio J.I., y col. (1997). *La Solución de Problemas*. Aula XXI . Santillana. Argentina.

Bibliografía consultada para la elaboración de los problemas

Escalona, H. American Chemical Society.(1998). *QuimCom. Química en la Comunidad*. 2a. Edición en Español. Editorial Addison-Wesley-Longman. México.

Chang, R. (1994) . *Química*. 4a. Edición. Editorial Mc Graw Hill. México.

Atkins, P.W. (1992) . *Química General*. Ediciones Omega. Barcelona.

Burns , R.A.. (1996) . *Fundamentos de Química* . 2a. Edición. Editorial Prentice Hall.

Ideas para el aula

EXPERIMENTOS SIMPLES DE ELECTROQUÍMICA

C. M. Pogliani, R. Piovoso, D. Martire, A. Jubert

Cátedra de Química para Ingeniería, Facultad de Ingeniería, UNLP. C. C. 962, 1900
La Plata, Argentina

Resumen

En este trabajo se presentan experiencias sencillas de electroquímica, de bajo costo, diseñadas para poder ser realizadas por profesores y alumnos de enseñanza media. Una de las experiencias consiste en la construcción de una celda electrolítica utilizando materiales corrientes. En ella se estudian reacciones de electrólisis de una solución de KOH 1 M; solución de NaCl al 5% p/v y solución al 5% de KI. La segunda experiencia consiste en el uso del análisis electrográfico para la identificación de Ni contenido en una aleación. Se utiliza a los efectos de este análisis una moneda apropiada.

Las experiencias descriptas pueden servir para discutir temas de electrólisis y electroquímica a distinto nivel y profundidad, temas de termodinámica, materiales y sus propiedades, soluciones sólidas, etc.

INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos fundamentales en la enseñanza de la química consiste en el desarrollo y puesta a punto de experiencias motivadoras, desarrolladas con materiales que se puedan conseguir fácilmente y cuyo costo sea lo más bajo posible. Los experimentos deben dar la base para la comprensión de conceptos básicos de la química.

El objetivo de este trabajo consiste por un lado, en la construcción de una celda electrolítica con materiales corrientes y el desarrollo de algunas reacciones de electrólisis en la misma y en segunda instancia la realización de un análisis electrográfico sencillo.

ELECTRÓLISIS

Es posible emplear energía eléctrica para realizar reacciones redox no espontáneas. Esta clase de reacciones, que son impulsadas por una fuente externa de energía eléctrica, se denominan reacciones de electrólisis y se llevan a cabo en celdas electrolíticas [Chang, 1992; Whitten y otros, 1992; Brown-LeMay, 1993].

Una celda electrolítica consta de dos electrodos en contacto con una sal fundida o con una solución. La celda es activada por una batería o fuente de corriente continua.

Materiales a emplear para construir la celda:

- 3 jeringas descartables de 10 ml.
- 1 fuente descartable para conservar alimentos de PET, de 14 cm de diámetro y 6 cm de alto, con su tapa.
- 2 alambres de níquel (de calidad electrolítica) de 3 cm de largo.
- 2 cables (50 cm de largo c/u) que en sus extremos deben tener soldados conectores tipo cocodrilo.
- 1 batería de 9 V
- 1 trípode.
- 8 cm de manguera PVC o látex de diámetro similar al extremo de la jeringa.
- 2 clips para presionar hojas
- material para sellar los electrodos (fastix).



Figura 1: Celda electrolítica

Modo de construcción y operación de la celda electrolítica: (ver Figura 1)

En la base del recipiente descartable se atraviesan los alambres de Ni; es necesario que se encuentren separados por una distancia no menor a 5 cm. Los electrodos de Ni deben quedar por lo menos 1 cm fuera de la fuente y el resto en el interior de la misma. Se fijan con el sellador. Si la cubeta no pierde (verificar llenándola de agua) se apoya en el trípode y se agrega la solución donde se realizará la electrólisis.

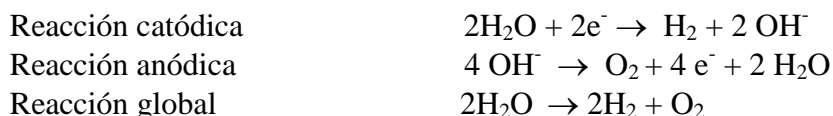
A dos jeringas se les quita el émbolo y en el extremo mas fino se coloca 4 cm de manguera de PVC. Por el otro extremo se introducen las jeringas en la cubeta (fuente descartable) de manera que cada uno de los alambres de Ni quede dentro de una de ellas.

La tercera jeringa se conecta al extremo libre de la manguera de PVC y tirando del émbolo se desaloja el aire del compartimiento donde se encuentra un electrodo, por lo tanto la solución asciende hasta llenar por completo dicho espacio. Inmediatamente se presiona la manguera de PVC con un clip. De la misma forma se procede con la jeringa que contiene el otro electrodo. Para que las jeringas queden en posición vertical se atraviesa la tapa de la fuente descartable que fue agujereada adecuadamente con ese fin.

Por último se conectan los electrodos por los extremos que sobresalen de la cubeta a la pila. Al comenzar la electrólisis se observará desprendimiento gaseoso.

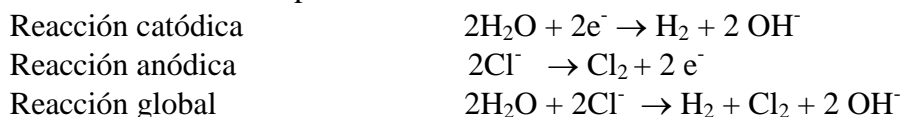
Las soluciones donde se practicará la electrólisis pueden ser las siguientes:

a- Solución de KOH 1 M:



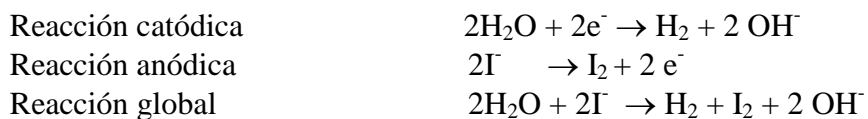
Se observará la diferencia de volumen gaseoso entre la rama catódica y la anódica.

b- Solución de NaCl al 5 % p/v



Aquí los volúmenes gaseosos son iguales pero si a la solución se le agregan gotas de fenolftaleína la rama catódica se coloreará de rosa fuerte, debido a la generación de OH^- .

c- Solución al 5 % de KI



En la rama anódica aparecerá color marrón debido a la presencia de I_2 .

ANÁLISIS ELECTROGRÁFICO SENCILLO

El análisis electrográfico es una combinación de electroquímica y análisis inorgánico cualitativo. Esta técnica ha sido usada para analizar elementos químicos sobre superficies de aleaciones metálicas y también para identificar elementos metálicos en muestras arqueológicas. Mediante esta técnica para realizar análisis inorgánicos cuali o cuantitativos se remueven cantidades pequeñas cantidades (del orden de microgramos) de la superficie metálica, dejando a la misma prácticamente intacta.

El aparato propuesto aquí es lo suficientemente barato como para poder proveer un equipo a grupos de pocos alumnos.

Materiales:

- 1 batería de 9 voltios.
- 2 trozos de cable de 10 cm cada uno provistos de conectores tipo cocodrilo en sus extremos.
- 2 lápices de grafito al que se le han sacado una punta chata de 5 mm en los dos extremos o 2 trozos de grafito con extremos achatados con un sacapuntas.
- 1 moneda con alto contenido de níquel (por ejemplo de 25 centavos de dólar estadounidense).
- 1 tira de papel de filtro de 30 mm x 5 mm embebida en una solución 0,1 M de KNO_3 .
- Solución de NH_4OH 0,1 M (gotas).
- Solución 1 % de dimetilglioxima en etanol (gotas).

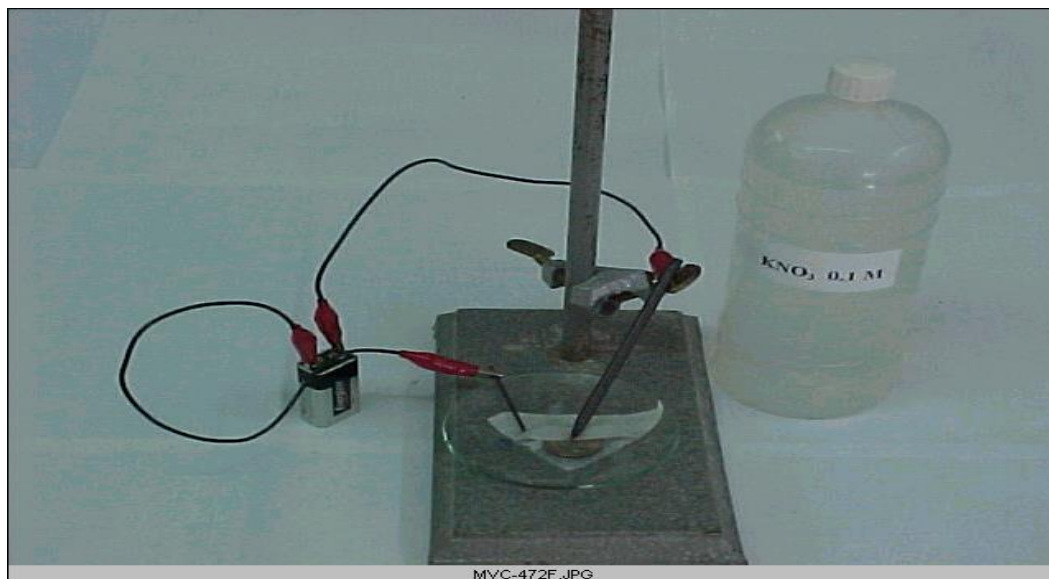


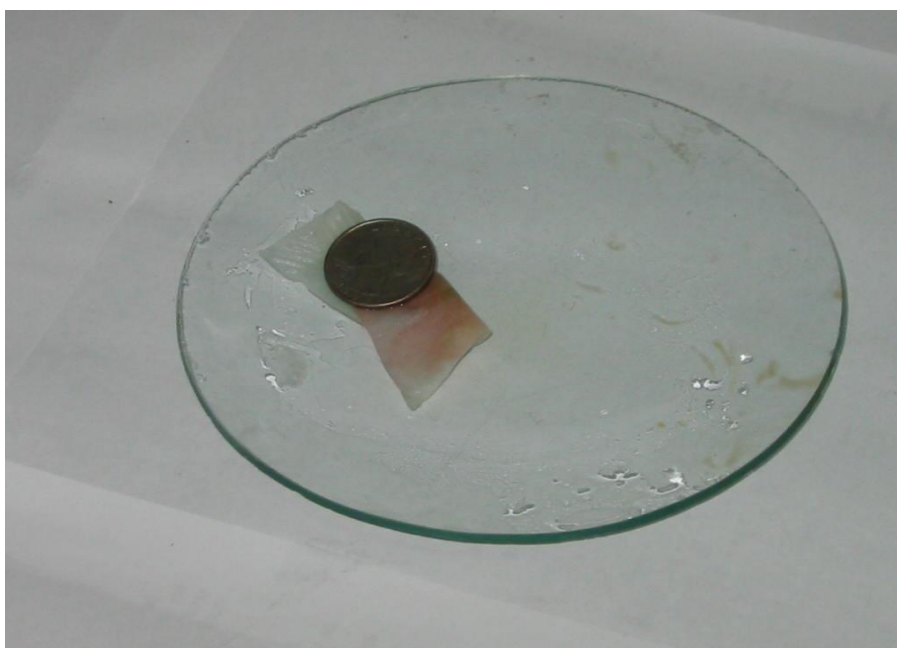
Figura 2: Equipo para el desarrollo del análisis electrográfico

Desarrollo de la experiencia (ver Figura 2):

- Conectar los dos cables a los extremos de una batería de 9 voltios.
- Envolver la moneda con el papel de filtro mojado.
- Conectar el extremo positivo de la batería a uno de los lápices o trozo de grafito. El otro extremo libre del lápiz se conecta al envoltorio de papel de filtro, cuidando que no toque directamente a la moneda.
- Conectar durante unos pocos segundos el extremo negativo de la batería al otro lápiz o trozo de grafito y el extremo libre del mismo al papel de filtro a cierta distancia de la moneda.. Así se transfieren unos pocos microgramos de la moneda a una pequeña mancha en el papel de filtro.
- Tratar la mancha con gotas de la solución NH_4OH y luego con dimetilglioxima.

Resultado y discusión

En unos pocos minutos se desarrolla un color fucsia debido a la presencia de níquel [Harris, 1987]. En algunos casos puede observarse también un color azul debido a la presencia de cobre. La misma experiencia puede desarrollarse con otras piezas metálicas con diferentes reactivos de prueba.



CONCLUSIONES

Este trabajo práctico puede servir para discutir el tema de electrólisis (incluyendo reacciones anódica y catódica), discutir la conducción iónica y electrónica, el sentido de circulación de la corriente en el proceso.

Además, el análisis electrográfico puede ser empleado por los alumnos en trabajos de investigación simples sobre los temas de electrólisis, electroforesis y análisis orgánico e inorgánico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Whitten K. W., Gailey K. D., Davis R. E., (1992) “*Química general*”, Ed Mc Graw Hill, Tercera Edición, México.

Chang R., (1992) “*Química*”, Ed Mc Graw Hill, Cuarta Edición, México.

Brown T. L., LeMay H. E., Jr., Bursten B. E., (1993) “*Química La Ciencia Central*”, Ed. Prentice Hall Hispanoamérica S.A. Quinta Edición, México.

Harris, D. C. (1987) “*Quantitative Chemical Analysis*”, Ed. W. H. Freeman and Company, Second Edition, New York.

De interés

MEDIO SIGLO PARA ACEPTAR LA HIPÓTESIS DE AVOGADRO

Miguel Katz

ISP “Joaquín V. González”
E-mail miguelkatz@go.com

En los cursos de Química General de la escuela secundaria, luego de tratar las leyes de los gases ideales, y precedidos por una breve introducción sobre el atomismo, solemos enunciar los postulados de la Teoría Atómica de Dalton y a partir de ellos “explicamos” las regularidades empíricas encontradas por Lavoisier, Proust y Richter. Más aún, si los cursos lo permiten tratamos que los alumnos infieran ciertas consecuencias de la Teoría Atómica como la ley de las presiones parciales, la ley de las proporciones múltiples, etc. A continuación presentamos ciertos resultados experimentales: las leyes de la combinación en volumen publicadas por Gay Lussac. La rutina continúa con la hipótesis de Berzelius y la contradicción entre esa hipótesis y los postulados de Dalton [Bensaude, 1997]. Finalmente llega el momento salvador cuando aparece en escena el bueno de Avogadro quien conforma a tirios y troyanos con una hipótesis tan sencilla como fácil de entender. Con lo que ya tenemos los suficientes conocimientos teóricos para encarar los conceptos referidos a las propiedades atómicas y moleculares.

Sin embargo, frecuentemente omitimos decirles a los alumnos que la hipótesis de Avogadro, publicada en 1811 [Avogadro, 1811], fue olvidada durante más de cuarenta años y recién comienza a ser aceptada a partir de 1860. Si la hipótesis es tan sencilla y explica todos los resultados experimentales sin contradecir los postulados de Dalton ¿por qué la comunidad científica tardó medio siglo en aceptarla?

Al respecto se han ensayado varias explicaciones. La explicación conspirativa de Icilio Guareschi [1901] sugiere que la hipótesis de Avogadro no fue considerada en su real dimensión no sólo porque su autor era un jurista italiano sino porque se publicó en francés en el *Journal de Physique* en 1811, que en su época tuvo muy poca difusión, y que recién fue traducida al inglés en 1899 [The Alembic, 1899]. Esta explicación es poco consistente. Avogadro era Profesor de Física en la Escuela de Ciencias de Vercelli desde 1809 y en el *Journal* escribían científicos de la talla de Laplace.

Otras explicaciones argumentan que Avogadro no era un químico que hubiese realizado experimentos concluyentes sino que solamente había hecho especulaciones teóricas que lo condujeron a la hipótesis molecular. Con el mismo criterio habría que rechazar los postulados de Dalton ya que él tampoco era químico, ni físico, sino sólo un maestro de escuela aficionado a la Meteorología. Dalton sólo efectuó tres trabajos

experimentales sobre los gases del aire y sus solubilidades en agua y ninguno de sus postulados tuvo comprobación experimental directa sino que fueron meras especulaciones teóricas las que lo condujeron a la hipótesis atómica.

Para encontrar la que se considera verdadera explicación debemos retrotraernos hasta 1802. El 12 de noviembre de ese año Dalton lee ante la Sociedad Filosófica de Manchester un trabajo titulado *Experimental Enquiry into the Proportion of the Several Gases or Elastic Fluids, Constituting the Atmosphere* [Dalton (a), 1805] donde hace referencia a un trabajo anterior remitido a esa sociedad titulado *On the Constitution of Mixed Gases*, en el que proponía que “*los gases coexisten mezclados*” y que “*las fuerzas elásticas o repulsivas de cada partícula “están confinadas a aquellas de su propia clase” y, consecuentemente, “las fuerzas que ejercen tales fluidos, retenidos en un recipiente o gravitando, es la misma tanto si están en estados separados o si están mezclados, dependiendo sólo de su propia densidad y temperatura”*”.

Posteriormente, el 21 de octubre de 1803, expone ante la misma sociedad un trabajo titulado *On the Absorption of Gases by Water and Other Liquids* [Dalton (b), 1805]. En este trabajo informa que por una sugerencia de William Henry acerca de que el agua absorbe el oxígeno con preferencia sobre el nitrógeno, determina experimentalmente la solubilidad de distintos gases en agua y no sólo corrobora lo que posteriormente se conocería como ley de Henry sino que comprueba que la solubilidad de un gas en un líquido es independiente de la presencia de otras sustancias gaseosas disueltas.

Sobre la base de los resultados experimentales, Dalton elabora sus hipótesis acerca de la estructura atómica que plasmaría en su “*A New System of Chemical Philosophy*”:

“*Todos los cuerpos están constituidos por un vasto número de partículas, o átomos de materia, que — en el caso de sólidos o líquidos — se mantienen unidos por fuerzas de atracción más o menos potentes o — en el caso de los gases — se mantienen a distancias considerables.*”[Halperin (a), 1965]

Esto es, en el estado gaseoso sólo se repelen los átomos de los mismos elementos, en cambio los átomos de elementos distintos no interactúan. Si el sistema es una mezcla de gases cada uno contribuirá a la presión total en forma independiente, de manera que la presión total será la suma de las presiones (parciales) de todos ellos. Una consecuencia de la repulsión específica entre átomos iguales es que *en el estado gaseoso no pueden existir agregados de dos o más átomos*. Esta conclusión tiene el apoyo de dos resultados experimentales, la ley de Henry y la ley de las presiones parciales.

La hipótesis de Avogadro, si bien elegante desde el punto de vista teórico no podía explicar cómo si dos o más átomos iguales se podían mantener unidos por fuerzas de atracción podían repelerse con otros agregados de los mismos átomos y continuar siendo gases.

La teoría de Ampère [1814] si bien podía explicar la disposición de los átomos en los cristales, tampoco podía “explicar” la repulsión de agregados de átomos iguales entre sí. [Halperin (b), 1965].

De esta manera, la contradicción entre la teoría atómica de Dalton y las leyes de la combinación en volumen quedó como un “puzzle” kuhniano durante medio siglo. Como anécdota, podemos mencionar las dificultades que le provocó a Maxwell la suposición de que los gases simples son monoatómicos. En 1858, desarrolla su teoría sobre la distribución de las velocidades de los gases y, sobre la base de que la energía que tienen los gases es solamente cinética, extiende la teoría a la distribución de las energías. Pero considerar que los gases simples, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, cloro, etc. son monoatómicos lo conduce a calcular erróneamente lo que hoy llamamos $\gamma = C_p / C_v$. En efecto, él calculó un valor de 1,66 para los gases simples pero los valores experimentales obtenidos por Regnault era de 1,408 (ya que los gases simples que se conocían en esa época son todos diatómicos). Tal diferencia entre los valores calculados y los experimentales los llevan a no incluir la distribución de las energías de los gases en el trabajo publicado en 1860. Años más tarde, Maxwell se refiere a este tema (Maxwell, 1875).

Las teorías se sostienen sobre bases experimentales y se refutan sobre bases experimentales. El monumental trabajo presentado por Stanislao Cannizzaro (1826 – 1910) en la Universidad de Génova [Cannizzaro, 1858] y la difusión internacional que adquiere ese trabajo en la Conferencia de Karlsruhe de diciembre de 1860 [Leicester, 1971] hacen que la hipótesis de Avogadro sea aceptada por la comunidad científica. En efecto, cuando se repartió el artículo de Cannizzaro, Lothar Meyer dijo que: “los velos cayeron de mis ojos, las dudas se desvanecieron y en su lugar tuve la sensación de certeza serena” [Partington, 1945]. El mismo Lothar Meyer tradujo el trabajo de Cannizzaro al alemán y fue la base de las clásicas *Modernen Theorien der Chemie* que él publicara en 1864 y es por medio de esa publicación que los químicos se enteraron y aceptaron la teoría de Avogadro y las ideas de Cannizzaro.

No es de extrañar entonces que, aceptada la atomicidad de los gases simples, Boltzmann publique la distribución de las energías de las moléculas de los gases [Boltzmann, 1896] en un todo de acuerdo con los resultados experimentales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ampère, A, M (1814) “*Sobre la determinación de las propiedades según las cuales los cuerpos se combinan de acuerdo con el número y la disposición relativa de las moléculas que componen sus partículas integrantes* “. Este es el título de la carta que ese año André-Marie Ampère (1775 - 1836) le envió a Claude Louis Berthollet, donde establece una hipótesis similar a la de Avogadro. Esta carta no la publicó Ampère sino que se encontró entre los papeles de Berthollet.

Avogadro Lorenzo Romano Amadeo Carlo (1811) “*Essay on a Manner of Determining the Relative Masses of the Elementary Molecules of Bodies, and the Proportions in Which They Enter Into These Compounds*” *Journal de physique*, 73:

58-76 Traducción al inglés en el *Alembic Club Reprints*, No. 4, Foundations of The Molecular Theories. Comprising Papers and Extracts by John Dalton, Joseph Louis Gay-Lussac, and Amadeo Avogadro, (1808-1811)

Bensaude-Vincent, B – Stengers, I. (1997) *Historia de la Química*. Addison – Wesley/ Universidad Autónoma de Madrid. Madrid. En las páginas 96 – 101 se sintetizan las críticas a la teoría de Dalton .

Boltzmann, L. E. (1896-98) *Vorlesungen über Gastheorie* (2 vols. Leipzig, Traducción al inglés por S.G. Brush (1964): *Lectures on Gas Theory* . Oxford University Press. Berkeley. Págs. 40 -41

Cannizzaro, S. (1858) *Sunto di un corso di Filosofia Chimica Il Nuovo Cimento*, vol. vii., Págs.. 321-366.

Clerk Maxwell, J. (1875) *On the Dynamical Evidence of the Molecular Constitution of Bodies” J. Chem. Soc. (London) 28*, 493-508 En este trabajo Maxwell cuenta la diferencia que había encontrado en 1860 entre los valores teóricos para la razón de los calores específicos y los experimentales

Dalton, J. (a) (1805) Publicado en *Memoirs of the Literary and Philosophical Society of Manchester 1*, 244-58

Dalton, J. (b) (1805) Publicado en *Memoirs of the Literary and Philosophical Society of Manchester, Second Series, 1*, 271-87

Guareschi, I. (1901). *Amedeo Avogadro e la Teoria Molecolare*. Turín

Halperin de Destailats, L. (a) (1965) *Teoría Atómico-Molecular*. Eudeba. Bs. Aires. En las páginas 64 – 72.. puede encontrarse la traducción completa al castellano de los postulados de Dalton que no son tan simples como la que cuentan los textos de Química.

Halperin de Destailats, L. (b) (1965) *Teoría Atómico-Molecular*. Eudeba. Bs. Aires. En las páginas . 117 – 154 pueden encontrarse detalles biográficos de Ampère y una traducción de la carta a Berthollet. .

Leicester, H. M. (1971) *The Historical Background of Chemistry*. Dover. Publication Inc. New York En las páginas 191 – 193 pueden encontrarse detalles de la influencia de Cannizzaro para la aceptación de la teoría de Avogadro

Partington, J. R. (1945) *Historia de la Química*. Espasa – Calpe Argentina S.A. Bs. Aires Página 270.

The Alembic Club .(1899) *Foundations of The Molecular Theories..* Edimbourgh

Nota editorial

Existe una versión en castellano del trabajo de Cannizzaro, publicada en CHEMIA, Revista del Centro de Estudiantes del Doctorado en Química, Tomo XII, número 83-84, septiembre 1941. Junto con la traducción del “Sunto”, aparece una noticia biográfica sobre Cannizzaro y una exposición del estado de las teorías químicas en el momento de la aparición de este trabajo fundamental, a fin de facilitar una apreciación de su trascendencia. Quizá existan copias de la revista en las bibliotecas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires y de la Asociación Química Argentina. Un ejemplar de esta publicación es atesorado en mi biblioteca personal, donde puede ser analizado por los colegas que se interesen en documentos de esta naturaleza.

Luz Lastres

De interés

EL PREMIO NOBEL DE QUÍMICA 2002

El preciado galardón fue otorgado este año a tres científicos que desarrollaron técnicas para identificar y analizar con precisión la estructura de las proteínas, estas cadenas de aminoácidos que protagonizan una miríada de reacciones químicas dentro del organismo. Según la Real Academia de Ciencias de Suecia, las aplicaciones farmacológicas y médicas de los descubrimientos de los tres laureados son fundamentales y permiten desde el desarrollo de nuevos fármacos hasta el diagnóstico temprano del cáncer de mama y de próstata, o de la malaria.

El japonés Koichi Tanaka, de 43 años, de Shimadzu Corp., en Tokio y el estadounidense John Fenn, de 85 años, de la Universidad del Commonwealth de Virginia, Richmond, compartirán la mitad del premio de un millón de dólares por haber inventado y desarrollado la espectrometría de masa, un método de análisis adoptado en la práctica por todos los laboratorios del mundo.

La otra mitad del premio irá a Kurt Wüthrich, de 64 años, investigador del Instituto federal Suizo de Tecnología de Zurich y del Instituto Scripps de Investigación en San Diego, California, por lograr la aplicación de la técnica de resonancia magnética nuclear (la misma que se utiliza para hacer diagnósticos médicos) para tomar imágenes tridimensionales de las proteínas en solución.

Wüthrich es un pionero absoluto en el uso de la resonancia magnética nuclear para el estudio de proteínas en solución, es decir en su estado natural, a diferencia de métodos anteriores que sólo podían analizarlas en cristales. Así, se puede estudiar la posición relativa en el espacio de todos los átomos que las componen. Gracias a la ductilidad de esta técnica, se la puede emplear también para investigar el movimiento de las macromoléculas, un paso fundamental en el desarrollo de nuevos fármacos y sustancias con actividad biológica. La primera estructura proteínica que se completó por el método de Wüthrich data de 1985. En 1997, este investigador expandió los

límites de la técnica, que antes estaba limitada a proteínas de tamaño pequeño o medio. La estrategia espectroscópica denominada Trosy rompió estas barreras, por lo que actualmente no existiría un límite de tamaño para estudiar una molécula por resonancia magnética nuclear.

Luz Lastres. Basado en noticias aparecidas en
La Nación, 10-10-02 y publicaciones científicas varias.

Hojeando revistas

Nanotecnología: producen partículas de oro en plantas de alfalfa.

Un equipo de investigación internacional de la Universidad de Texas-El Paso (UTEP) y de México está utilizando plantas de alfalfa como “fábricas” de oro en miniatura, que algún día podrían ofrecer a la industria de la nanotecnología una cosecha continua de nanopartículas de oro.

Los científicos están aprovechando la necesidad natural de esta planta de extraer metales del medio en el que crece. La alfalfa extrae oro y lo almacena como nanopartículas, es decir granos de oro de menos de una milmillonésima de metro de diámetro.

Estos hallazgos fueron publicados en la revista de la American Chemical Society.

La Nación, 15-8-02

Desafíos para la Química en el siglo XXI

En el comienzo de este nuevo siglo, los científicos, y particularmente los químicos, miran el pasado de su disciplina y se preguntan qué podrá suceder en las próximas décadas.

Evidentemente, la química puede realizar aportes al estudio de objetos (y acaso sujetos) externos a nuestro planeta, a través de la espectroscopía, al conocimiento de la estructura y funcionamiento de moléculas de interés genético y metabólico, incluidas las que intervienen en la marcha del cerebro, a la investigación de las variaciones climáticas y las posibilidades de modificar el clima, y también al avance de la robótica en su más fantástica expresión: la nanotecnología.

Dentro de este contexto, por lo tanto, la demanda de trabajo para los químicos será intensa, aunque de una naturaleza completamente diferente a la requerida a comienzos del siglo XX.

Párrafos de la conferencia pronunciada por el Dr A. C. Olivieri en la AQA, publicada en *Industria y Química*, N° 343, mayo 2002

Por la telaraña

¿CUÁL ES EL PROCESO QUÍMICO QUE ME HACE LAGRIMEAR CUANDO PELO CEBOLLA?

Pregunta Patrick Rose, Oakland, California, en la página web de la American Chemical Society, sección “Ask the Experts”

Thomas Scott es un investigador en el programa de biopsicología en el departamento de psicología de la Universidad de Delaware. Contesta así a la pregunta:

La camorrera cebolla se une a la aristocrática echalote, el suave puerro, el herbáceo cebollín, la picante escalonia y el agresivo ajo entre las 500 especies del género *Allium*. *Allium cepa* es un antiguo vegetal, conocido por Alejandro el Grande y consumido por los israelitas durante su cautiverio egipcio. De hecho, sus protegidos castigaron a Moisés por alejarlos de las cebollas y otras sabrosas comidas que habían aprendido a apreciar durante su esclavitud. Y con buenas razones: la cebolla es una rica fuente de nutrientes, incluyendo las vitaminas B, C y G, proteínas, almidón y una serie de elementos esenciales. Las sustancias contenidas en la cebolla son señaladas como efectivos agentes contra el crecimiento bacteriano y fúngico; protegen contra el cáncer de estómago, colon y piel; tienen acción antiinflamatoria, antialérgica, antiasmática y antidiabética; y contribuyen a tratar causas de desórdenes cardiovasculares incluyendo hipertensión, hiperglicemia e hiperlipidemia, además de inhibir la agregación de plaquetas.

El precio de todas estas bondades son las lágrimas. Los aceites volátiles que ayudan a dar a los vegetales *Allium* sus gustos distintivos contienen una clase de moléculas orgánicas conocidas como aminoácido sulfóxidos. Pelar, cortar o triturar los tejidos de una cebolla libera unas enzimas llamadas allinasas, que convierten esas moléculas en ácidos sulfénicos. Estos a su vez se reordenan espontáneamente para formar *syn-propanetial-S-óxido*, el producto químico que genera las lágrimas. También se condensan coincidentemente para formar los olorosos tiosulfinatos, que evocan el picante olor asociado con las cebollas picadas dando lugar a la falsa acusación de que es ese olor el que nos hace llorar. Incidentalmente, el ácido sulfénico del ajo toma una ruta química diferente, evitando molestias a los ojos. La formación del *syn-propanetial-S-óxido* tiene su máximo alrededor de 30 segundos después del daño mecánico a la cebolla y completa su ciclo de modificaciones químicas en unos cinco minutos.

Los efectos sobre el ojo son harto familiares. La superficie frontal del ojo—la córnea—sirve a varios propósitos, entre ellos la protección contra agentes irritantes físicos y químicos. La córnea está densamente poblada con fibras sensoriales del nervio ciliar, una rama del masivo nervio trigémino que lleva las sensaciones de tacto,

temperatura y dolor desde la cara y parte frontal de la cabeza. La córnea también recibe un número menor de fibras motoras autónomas que activan las glándulas lacrimales (lágrimas). Los terminales nerviosos libres detectan el syn-propanetial-S-óxido sobre la córnea y producen actividad en el nervio ciliar—que el sistema nervioso central interpreta como una sensación de quemazón—proporcional a la concentración del compuesto. Esta actividad nerviosa por reflejo activa las fibras autónomas, que entonces devuelven al ojo una señal ordenando a las glándulas lacrimales lavar para eliminar el agente irritante.

Hay varias soluciones al problema de las lágrimas producidas por la cebolla. Puede calentar las cebollas antes de picarlas para desnaturalizar las enzimas. También podría tratar de limitar el contacto con los vapores: picar las cebollas en un lugar con corrientes de aire, bajo el chorro de agua fría o mecánicamente en un recipiente cerrado. Pero no olvide el placer sensorial y los efectos saludables de *Allium cepa*.

Humor

Por Internet circula la siguiente lista de frases y su traducción, que pueden ayudar a comprender el misterioso lenguaje de la ciencia. Estas frases especiales también son útiles para cualquiera que lea la defensa de una tesis o una publicación académica.

"SE SABE DESDE HACE TIEMPO"...No leí la cita original.

"SE PUEDE NOTAR UNA CLARA TENDENCIA "...Estos datos prácticamente no tienen sentido.

"SE SELECCIONARON TRES DE LAS MUESTRAS PARA UN ESTUDIO DETALLADO "...Los otros resultados no servían para nada.

"SE MUESTRAN RESULTADOS TÍPICOS "...Este es el gráfico más lindo.

"EN MI EXPERIENCIA"...Una vez.

"EN UNO TRAS OTRO CASO "...Dos veces.

"EN UNA SERIE DE CASOS "...Tres veces.

"RESULTA CLARO QUE SERÁ NECESARIO MUCHO TRABAJO ADICIONAL HASTA OBTENER UNA CLARA COMPRESIÓN DE ESTE FENÓMENO "...No entiendo nada.

"LUEGO DE ESTUDIOS ADICIONALES DE MIS COLEGAS "...Ellos tampoco lo entienden.

"ESPERO QUE ESTE TRABAJO ESTIMULE OTRAS INVESTIGACIONES EN ESTE CAMPO"
...Yo abandono.

