

El desarrollo de la educación química en Chile: un análisis retrospectivo y prospectivo

Manuel Martínez M., Emilio Balocchi C. y Raúl Cerón F.*

Abstract (*The development of chemical education in Chile: A retrospective and prospective analysis*)

The development of chemical education in Chile is analyzed considering the presentations made at national and international conferences as well as the publication of articles in journals dealing with the subject. Even though there are not large groups involved, some trends can be observed. In the early seventies, external factors that influenced the effectiveness of the chemistry classroom were studied and some work in media production was described. In the eighties, the use of computers and design and development of instructional materials was a major concern, and in the nineties, educational research based upon the influence of educational psychology was applied to the problems of the chemistry classroom. The future looks promising, now that an educational reform is taking place and a large amount of economic resources is being invested in science education at secondary schools and in scientific and technological development.

El desarrollo científico-tecnológico de un país, debiera iniciarse por el mejoramiento de la calidad de la enseñanza, en particular en las áreas relacionadas con ciencia y tecnología. Esta tarea implica en lo sustantivo (Good, 1985) descubrir, desarrollar y evaluar medios y recursos para enseñar tanto los métodos de la ciencia como el conocimiento generado por ella, lo cual demanda una actividad sostenida de grupos organizados de trabajo. En nuestro país, y en el área particular de educación química, estos grupos son escasos, pero el énfasis que las autoridades gubernamentales están dando al desarrollo de la ciencia y la tecnología en los últimos ocho años, y a la enseñanza de las ciencias a partir de 1999, permite vislumbrar un futuro más promisorio.

* Facultad de Química y Biología. Universidad de Santiago de Chile (USACH). Casilla 40 Correo 33. Santiago de Chile. Correo electrónico: mamartin@lauca.usach.cl

En este artículo se da a conocer la evolución que ha experimentado esta disciplina en el país, en los últimos 25 años. Con este objeto, se ha considerado válido recurrir como fuente de información a libros de resúmenes de congresos, encuentros y jornadas organizadas tanto en Chile como en el extranjero, relacionados con el campo específico de la química o con el de la educación en ciencias en general. También se consideran aquellos artículos de autores chilenos publicados en revistas de la especialidad, que figuran con una frecuencia tal que se puede considerar constituyen grupos dedicados al tema. De esta manera, se han tomado en cuenta los trabajos presentados a las jornadas Chilenas de Química desde 1972 y a los encuentros de Educación Química que se inician en 1987, auspiciados por la Sociedad Chilena de Química (SChQ), los trabajos presentados a los congresos Latinoamericanos de Química a partir de 1972, auspiciados por la Federación Latinoamericana de Asociaciones Químicas (FLAQ), y a las conferencias internacionales sobre educación química (ICCE). En el caso de los artículos, se ha considerado aquellos publicados tanto en *Noticias Panamericanas en Educación Química*, editada por la FLAQ a contar de 1989, como aquellos publicados en la *Revista Chilena de Educación Química*, que tuvo como editores a René Salamé y a Luis von Schakmann, a cargo del Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas (CPEIP), dependiente del Ministerio de Educación de Chile, y que se editó desde 1976 hasta 1989, y en *Educación Química*, editada por la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), que se publica a desde 1989 y que este año cumple su décimo aniversario.

Para poder analizar la evolución de los trabajos en Chile, hemos considerado un trabajo de Welch (1985), quien recurre a tres componentes para analizar los trabajos hechos en el dominio de la educación química: contexto, transacciones y productos. El componente contexto lo define como el conjunto de condiciones existentes antes de que el alumno sea expuesto a una situación de aprendizaje.

Las transacciones se refieren al conjunto de actividades que se le presentan al estudiante para que aprenda. Los productos son los resultados de las transacciones que ocurren en un determinado contexto. Es interesante resumir lo observado por Welch hasta 1985. Tras el estudio correspondiente a más de 800 trabajos publicados, considerando como sus fuentes de información a The ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics and Environmental Education; a numerosos trabajos publicados efectuando un meta-análisis de artículos publicados sobre un tema específico; a estudios financiados por la National Science Foundation (NSF) y al Proyecto Síntesis entre otros, concluye que los resultados de la investigación hecha son muy pobres y que aún queda bastante por hacer. Entre las variables analizadas por Welch, destacan: características de los estudiantes (nivel socio-económico, género, raza, habilidades), características de los profesores (edad, género, personalidad, actitudes), ambiente en el hogar y la escuela, materiales curriculares, equipos y laboratorios, sistemas de enseñanza, entre otros.

Los trabajos publicados en Chile en el área de educación química, también se inscriben en el estudio de esas variables, pero han experimentado una evolución que coincide con la lenta formación de pequeños grupos en las universidades. Así, en la década de los setenta, se refirieron principalmente al tema del rendimiento y deserción en la asignatura de química, y a la producción de medios, manuales y experiencias de laboratorio, a nivel universitario. Fue así como se estudió el impacto de variables tales como método de selección utilizado para el ingreso de alumnos a las instituciones del sistema estatal o que reciben aportes del estado, nivel de preparación de los estudiantes provenientes de la Enseñanza Media, motivación por la carrera elegida, métodos de estudio, factores socio-económicos y tiempo de acomodación al sistema universitario. El número de trabajos en esta década es relativamente pequeño, por lo que es posible mencionar algunos autores, tales como Martínez (1978), Díaz (1978), y Contreras (1980). En sus trabajos se estudian las variables de contexto mencionadas, y se llega a las mismas conclusiones críticas sobre lo agotado del tema mejorar la calidad de la docencia utilizando el enfoque docente tradicional, centrado en la interacción docente-estudiante exclusivamente en la sala de clases, en que el mejoramiento esperado es marginal. En síntesis, se concluye que diversas cohortes, con características similares y metodología de enseñanza clásica,

presentan rendimiento bajo en la asignatura de Química General, independientemente de puntajes de ingreso, nivel socio-económico, notas de enseñanza media o conductas de entrada. En el componente de transacciones, en el área de producción de medios se encuentran dos trabajos (Silva, 1972 y Larraín, 1976), en manuales y experiencias de laboratorio, tres trabajos (Pozo, 1972, y Martínez, 1976, 1978). También se encuentran cuatro trabajos sobre principios generales de educación cuya aplicación al caso particular de la educación química recién se inician en Chile (Martínez, 1978, 1979).

En el inicio de la década de los ochenta, mediante Decreto Supremo Exento N° 300, de diciembre de 1981, se elimina la enseñanza obligatoria de la asignatura de química en la Enseñanza Media (grados 9 a 12), con lo cual los aportes esperados al desarrollo de la educación química que podría hacer ese sector, pasan a ser prácticamente inexistentes. A su vez, la carrera de 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 haber tesis. Esto tuvo un fuerte 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 de química, como obligatoria. El nuevo Programa de Química establecido mediante una comisión *ad hoc*, integrada por representantes del Ministerio de Educación, académicos invitados de las universidades chilenas, uno de los cuales era el autor principal de este artículo, y un profesor de Enseñanza Media, tiene como novedad estar basado en el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad, para los dos primeros años. Este enfoque fue descrito en el artículo "Ciencia-Tecnología-Sociedad. A diez años de iniciada la corriente" (Garritz, 1994).

Analizando los trabajos presentados en esta década de los ochenta, en educación química, se aprecian contribuciones relacionadas con el desarrollo de material instruccional para ser utilizado en modalidad material escrito, producción de material audiovisual (videocintas) y material para ser usado vía microcomputadores. Es decir, no aparece la preocupación por la variable contexto, y se incrementa la preocupación por la variable transacciones.

Entre los trabajos presentados o publicados se describen módulos escritos, cuya característica fundamental era ser auto-instruccionales, para diversas

unidades, tales como Leyes de Faraday (Balocchi, 1982), óxido-Reducción (Martínez, 1983), Hibridación (Martínez, 1985). Pese a que no ha habido variaciones en los factores externos (el método de selección sigue siendo el mismo, las conductas de entrada reflejan una preparación deficiente en la enseñanza media, los alumnos aún no conocen los fines de su carrera y continúan, con métodos de estudios calificados genéricamente como “de liceo”), se observan cambios sustanciales en los rendimientos en aquellas unidades estudiadas.

Parte de estos trabajos evolucionó posteriormente, hacia la preparación de módulos para ser utilizados vía microcomputadoras (hoy en día, computadoras personales o PC) aprovechando las ventajas que ellos tienen (ver Martínez, 1987, 1988, 1989, 1992 y las citas allí dadas) o el uso de PC y medios audiovisuales en la enseñanza de conceptos (Arellano, 1987, 1988).

Los resultados obtenidos permitieron concluir que las estrategias de enseñanza son una variable clave en el rendimiento estudiantil y que puede ser manejada internamente, a nivel de sala de clases. El uso de microcomputadores en la enseñanza de la química, surge como una alternativa que ayuda a mejorar la eficiencia, pues no puede dejarse de reconocer que además de motivar fuertemente a los estudiantes para trabajar en horas extra-académicas, son altamente interactivos, permitiendo de paso la obtención de información de importancia para las estrategias utilizadas en la resolución de problemas, al registrarse en bancos de datos, valores correctos o erróneos, tiempo utilizado en la tarea, y respuestas no previstas.

A mediados de esta década, en el año 1984, la Sociedad Chilena de Química decide crear la División de Educación Química, integrada por Moisés Silva, Manuel Martínez, Fernando Díaz, Samuel Trumper y Teodoro Meruane (González, 1996) y pasa a ser coordinada y posteriormente presidida, por el autor principal de este trabajo desde 1986 hasta 1994. Esta División se plantea como su principal objetivo la realización cada dos años de los denominados “Encuentros de Educación Química”, teniendo lugar el primero de ellos en el año 1987, habiéndose organizado seis hasta el año 1998. Además, a partir de 1992, se decide organizar las Olimpiadas Chilenas de Química, de las cuales se han realizado siete hasta 1998 (Balocchi, 1996; Mena, 1996), con participación de estudiantes de Enseñanza Media, desde segundo a cuarto (grados 10 a 12).

A fines de esta década, se inicia un periodo de presentación de trabajos relacionados con el uso correcto de las magnitudes físicas y químicas recomendadas por la IUPAC y que basadas en el SI, han venido siendo aceptadas paulatinamente (Vargas, 1987).

Sin lugar a dudas, la década de los ochenta estuvo marcada por cambios bastante bruscos, cuyo impacto mayor se produjo en la década siguiente. Dejar fuera la enseñanza de la química durante 10 años, ha desmotivado a los alumnos hacia el estudio de esta disciplina. Pero las actividades de la División de Educación Química han experimentado un gran crecimiento, tratando de revertir esta situación. Así, el desarrollo de los encuentros de Educación Química, realizados cada dos años, ha permitido que aumente significativamente la cantidad de trabajos en el área de la educación química, como lo demuestra el hecho de que se presentaran 42 trabajos de autores chilenos al primer encuentro realizado en 1987, 39 en el segundo realizado en 1990, 48 en el tercero realizado en 1992, 41 en el cuarto, 39 en el quinto, y 42 en el último, realizado en el año 1998.

En la década de los 90s, se aprecia la permanencia en el tiempo de al menos tres grupos con una línea de trabajo definida. Sin tratar de establecer un orden cronológico, ni emitir juicios sobre productividad, podemos mencionar cuáles son estos grupos y sus actividades.

En la Universidad Católica de Valparaíso se trabaja fundamentalmente en estrategias y enfoques metodológicos de la enseñanza de la química, como así también en la evaluación del aprendizaje, líneas que se espera reforzar con la creación de un programa de maestría en didáctica de las ciencias experimentales, con mención en química. En esta institución es posible cursar estudios conducentes al título de profesor de química. Este grupo lo coordina Marcela Arellano.

En la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación se está trabajando en la creación de un programa de doctorado en didáctica de las ciencias. Actualmente el Departamento de Química tiene entre una de sus actividades centrales la formación de profesores de química, la capacitación de profesores en servicio activo, la organización de las Olimpiadas Chilenas de Química a nivel regional, y didáctica de la química. Este grupo lo integran Juan Vargas, Daniel Bartet, Teodoro Meruane y Germán Mena.

En la Universidad de Santiago de Chile se ha estado trabajando en el diseño, desarrollo y produc-

ción de material de enseñanza de la química, en la capacitación de profesores en servicio activo, en la organización de las Olimpiadas Chilenas de Química, y se desarrollan líneas de investigación sobre estrategias de enseñanza basadas en el aprendizaje cooperativo y en la resolución de problemas. El grupo lo integran los autores de este artículo.

En las restantes instituciones universitarias chilenas se efectúan trabajos relacionados con el mejoramiento de la calidad de la enseñanza de la química, lo cual es positivo, pero esas actividades no constituyen una línea permanente, con autores que demuestren una permanencia en el tiempo. Como indicador, se puede mencionar la publicación de seis artículos en la revista *Educación Química*, ocho en *Noticias Panamericanas en Educación Química*, y 21 presentaciones de ponencias en congresos internacionales en los últimos 10 años.

Dos aspectos hacen ver el futuro con optimismo. El primero de ellos tiene que ver con la Reforma Educacional Chilena, proceso que comienza oficialmente el año 1996, pese a que sus bases fueron establecidas en marzo de 1990, y cuyo aspecto central apunta a mejorar la calidad y la equidad de la educación en Chile. El cómo lograrlo dará origen a numerosos estudios y análisis que den cuenta del estado actual y de su evolución, lo cual requiere de medidas sistemáticas. De hecho, tradicionalmente se medía el avance del sistema educativo a nivel de Enseñanza Básica (grados 1 a 8), pero no había medidas de lo que ocurría en Enseñanza Media (grados 9 a 12). Actualmente, se espera evaluar lo que ocurre en la enseñanza de las ciencias mediante aplicación del proyecto TIMSS en Chile (TIMSS corresponde a la sigla Third International Mathematics and Science Study, a cargo del TIMSS International Study Center-Boston College, en Estados Unidos de América, y cuyas publicaciones están disponibles en la siguiente página Web: www.csteep.bc.edu/timss). La reforma en marcha para la Enseñanza Media recién se inició en marzo de este año, con el Primer Año de Enseñanza Media (grado 9).

El segundo de ellos, es la voluntad política, de mejorar el grado de desarrollo científico-tecnológico en el país. Para ello, se ha incrementado la cantidad de recursos económicos destinada a la investigación científica y al desarrollo tecnológico en forma significativa, mediante concursos nacionales públicos de proyectos, a los cuales llama anualmente la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Conicyt). Mediante un crédito del Ban-

co Mundial para el programa de Mejoramiento de la Equidad y la Calidad Educativa (MECE) de la educación superior, se espera otorgar recursos por 241 millones de dólares para el periodo 1999-2003, parte de los cuales se destinará a la creación de "Institutos Científicos Milenio" así como la constitución de "Núcleos Científicos Milenio", los cuales servirán para la preparación de un liderazgo científico futuro.

Agradecimiento

Los autores agradecen a Dicyt-USACH (proyecto 39742 MM) y a Fondecyt (proyecto 1980746) por el financiamiento de esta línea de investigación. ■

Bibliografía

- Arellano, M.; The use of videotape and microcomputers in teaching acid-base titration concepts. *IX International Conference on Chemical Education*, Brasil, 1987.
- Arellano, M.; Lazo, L.; Gómez, H. The instructional videotape as an aid in the General Chemistry laboratory. *IX International Conference on Chemical Education*, Brasil, 1987.
- Arellano, M.; Lazo, L.; Gómez, H.; Casanova, J. The use of a simple spectrometer/microcomputer conjunction in teaching Bohr atomic theory. *IX International Conference on Chemical Education*, Brasil, 1987.
- Arellano, M.; Lazo, L.; Gómez, H.; Casanova, J. Utilización de microcomputadores en el laboratorio de Química General: curva de calentamiento del agua y variación de la presión de vapor. *XVIII Congreso Latinoamericano de Química*, Chile, 1988.
- Balocchi, E.; Silva, C.; Martínez, M. Enseñanza de las Leyes de Faraday a través de una Unidad Autoinstruccional. *XV Congreso Latinoamericano de Química*, Puerto Rico, 1982.
- Balocchi, E.; Martínez, M.; Von Marttens, H.; Bartet, D.; Meruane, T. Diseño y Desarrollo de la Prueba Experimental en las Olimpiadas Chilenas de Química. *Educación Química*, 7 [3] 136-141, 1996.
- Contreras, R.; Ortíz, C.; Corbalán, R.; Bañado, F. Estudio de algunas variables que inciden en el rendimiento y la retención en los cursos de Química General del Instituto de Ciencias Químicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile, *Revista Chilena de Educación Química*, 5[3] 93-104, 1980.
- Díaz F.; Martínez, M.; Garrido, J.; Arancibia, R. Evaluación de Conductas Terminales en la En-

- señanza Media, *Revista Chilena de Educación Química*, **33**, 167-173, 1978
- Garriz, A. Ciencia-Tecnología-Sociedad. A diez años de iniciada la corriente. *Educación Química*, **5**[4], 217-223, 1994.
- González, T. *Sociedad Chilena de Química. Cincuenta años al servicio de la ciencia 1946-1996*. Sociedad Chilena de Química, Concepción, 1996, p. 87-97.
- Good, R.; Herron, D.; Lawson, A.; Renner, J. The domain of science education. *Science Education*, **69**2, 139-141, 1985.
- Larraín, R.; De Freitas, L. Tecnología educacional para la enseñanza de la química general. *XII Congreso Latinoamericano de Química*, Ecuador, 1976.
- Martínez, M.; Vargas, C.; Muñoz, M. La constante de producto de solubilidad en un curso de Química General. *XII Congreso Latinoamericano de Química*, Ecuador, 1976.
- Martínez, M., Balocchi, E. Desarrollo de un diseño instruccional para el laboratorio de Química General. *XIII Congreso Latinoamericano de Química*, Perú, 1978.
- Martínez, M.; Sanders, S. El efecto de conocer los objetivos en la enseñanza de la Química. *XIII Congreso Latinoamericano de Química*, Perú, 1978.
- Martínez, M.; Díaz, F.; Cordero, M. Estadísticas versus objetivos operacionales. *XIII Congreso Latinoamericano de Química*, Perú, 1978.
- Martínez, M.; Díaz, F. Hacia una medición de la eficacia de la enseñanza de la química. *XIII Congreso Latinoamericano de Química*, Perú, 1978.
- Martínez, M. Correlación entre tests de ensayo y evaluación final. *XIII Congreso Latinoamericano de Química*, Perú, 1978.
- Martínez, M.; Díaz, F.; Ribot, G. Estudio sobre el ingreso de alumnos a Ingeniería Química y su rendimiento en Química General. *Revista Chilena de Educación Química*, **3**[2] 98-100, 1978.
- Martínez, M.; Díaz, F.; Ribot, G. Evaluación de una Estrategia de Enseñanza. *Revista Chilena de Educación Química*, **4**[4], 157-162, 1979.
- Martínez, M., Gallardo, X. Use of alternative algorithms for teaching the balance of oxidation-reduction Equations. *7th International Conference on Chemical Education*, Francia, 1983.
- Martínez, M.; Booth, A.; Castro, M. Un estudio comparativo del rendimiento estudiantil en un módulo autoinstruccional sobre hibridación usando dos medios: computador y material impreso. *XVI Jornadas Chilenas de Química*, Osorno, 1985.
- Martínez, M.M. Química en la era de la computación. *Revista Chilena de Educación Química*, **12**[1], 25, 1987.
- Martínez, M. Uso de computadores y microcomputadores en la enseñanza de la Química. *Revista Chilena de Educación Química*, **12**2, 36-39, 1987.
- Martínez, M.; Fernández, S.; Castro, M. Aplicación de computadores al área de investigación en Educación Química. *Revista Chilena de Educación Química*, **13**2, 35-39, 1988.
- Martínez, M.; Ríos, C. Diseño, desarrollo y evaluación de instrucción basada en computadores: Área de simulaciones. *Revista Chilena de Educación Química*, **14**[1], 2, 74-77, 1989.
- Martínez, M.; Fernández, S.; Herrera, M. Diseño, Desarrollo y Evaluación de la eficiencia de software autoinstruccional para el aprendizaje de la Química. *Congreso Iberoamericano de Informática Educativa*, República Dominicana, 1992.
- Mena, G.; Vargas, J.; Meruane, T.; Balocchi, E.; Martínez, M.; Loeb, B.; Von Martens, H.; Von Schakmann, L.; Gebauer, C.; Silva, M.; Condell, J. Olimpiadas Chilenas de Química: Organización, objetivos y proyecciones. *XXII Congreso Latinoamericano de Química*, Chile, 1996.
- Pozo, J. Manual de laboratorio de Química Orgánica. *XI Congreso Latinoamericano de Química*, Chile, 1972.
- Silva, M.; Córdova, A.; Pardow, N. Una experiencia sobre la utilización de medios audiovisuales en la enseñanza de la química universitaria. *XI Congreso Latinoamericano de Química*, Chile, 1972.
- Vargas, J.; Melo, M.; Costamagna, J. New approach in the teaching of physical magnitude concentration. *IX International Conference on Chemical Education*, Brasil, 1987.
- Welch, W. Research in Science Education: Review and recommendations. *Science Education*, **69** [3], 421-448, 1985.