

Educación química en un contexto interdisciplinario

Anita Zalts

*Área Química. Instituto de Ciencias. Universidad Nacional de General Sarmiento. Roca 850
(1663) San Miguel, Provincia de Buenos Aires. Argentina*

Se presentan dos experiencias didácticas de carácter interdisciplinario sobre problemas ambientales, desarrolladas en la Universidad Nacional de General Sarmiento, y se analiza su empleo como herramientas en la educación química universitaria.

INTRODUCCION

Durante las tres últimas décadas se ha acumulado una cantidad de información sin precedentes sobre el medio ambiente y el impacto de las actividades humanas sobre el mismo. A pesar de la existencia de una gran cantidad de datos y de conocimiento sobre problemas ambientales, en muchos casos esta información no llega o no es utilizada de manera eficiente en el planeamiento de políticas gubernamentales.

Si bien los problemas ambientales comenzaron con el surgimiento de las poblaciones urbanas, sólo se tomó conciencia de los mismos alrededor de 1960. A fines de esta década, se consideraba posible la eliminación total de la contaminación. Los problemas parecían limitados al control de efluentes y se disponía de la tecnología necesaria para tratarlos. Sin embargo en los años 70 se vio que la meta "cero descarga" era económicamente inviable. Como todo ecosistema tiene cierta capacidad de autopurificación, se buscó el desarrollo de modelos que tuvieran en cuenta esta capacidad, regulando la cantidad permitida de descargas industriales. La realidad demostró ser más compleja, ya que no todos los contaminantes

proceden de descargas puntuales, en principio controlables. Además, se puso de manifiesto la presencia de problemas ambientales globales tales como el agujero de ozono o el efecto invernadero (Jorgensen, 1999). La visión de la realidad y de las posibles soluciones a los problemas ambientales generados ha cambiado drásticamente a lo largo de este período.

La comprensión de los numerosos procesos que tienen lugar en el medio ambiente, y la influencia de las actividades humanas sobre los mismos, requiere un amplio espectro de conocimientos relacionados con las ciencias naturales (biología, química, física, geología, meteorología, etc). Pero sin duda, dado que son problemas complejos, el tratamiento de los problemas ambientales requiere la inclusión de las ciencias políticas y sociales en su estudio y evaluación. El estudio de los problemas ambientales y las posibles estrategias de solución pasan por la interdisciplina. Esta

característica debe ser tenida en cuenta en la elaboración de los planes de estudio. Los docentes, siendo especialistas, dominan su propio campo de acción. Intercambiar opiniones y aprender a reconocer la necesidad y el lenguaje de otras disciplinas, tal vez menos familiares, es un desafío que los docentes deben enfrentar para avanzar en la formación de futuros profesionales, capaces de actuar en una sociedad que exige versatilidad y respuestas rápidas ante los cambios.

La Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), fundada en 1993, inició sus actividades académicas en 1995. Uno de sus objetivos fundamentales es atender a los cambios económicos, sociales,



políticos y culturales de la sociedad, particularmente en aquellas áreas no cubiertas por el sistema de ofertas existente. Se parte del supuesto de que estos objetivos sólo se podrán lograr a través de una profunda reforma pedagógica y carreras no tradicionales que, en algunos casos, se dictan por primera vez en el país. Las carreras de grado que ofrece la UNGS son: Profesorado Universitario en Matemática, Profesorado Universitario en Física, Profesorado Universitario en Economía, Profesorado Universitario en Historia, Profesorado Universitario en Filosofía, Licenciatura en Educación, Licenciatura en Comunicación, Licenciatura en Ecología Urbana, Licenciatura en Administración Pública (con orientación al gobierno local), Licenciatura en Urbanismo, Licenciatura en Política Social, Licenciatura en Economía Industrial, e Ingeniería Industrial.

Después de haber aprobado el Curso de Aprestamiento Universitario los estudiantes cursan el Primer Ciclo Universitario, que tiene una duración de seis semestres y se ofrece en las siguientes menciones: Ciencias Exactas, Ciencias Sociales, Ciencias Humanas, Tecnología Industrial y Administración. El Segundo Ciclo Universitario tiene una duración de dos semestres para los profesorados y de cuatro para las licenciaturas e ingeniería. El sistema de ciclos posibilita que, una vez aprobado el Primer Ciclo Universitario en una mención determinada, se pueda acceder a diferentes ofertas de formación en el Segundo

Como parte de los planes de estudio, en el Primer Ciclo Universitario se han implementado dos Laboratorios Interdisciplinarios, generales para todos los estudiantes, y un Laboratorio Específico, propio de cada mención. El empleo de problemas del mundo real, en general relacionados con el medio ambiente, como objetos de estudio en los Laboratorios, permite poner en evidencia la naturaleza interdisciplinaria de la investigación. El

objetivo del presente trabajo es mostrar y analizar algunos aspectos relacionados con la educación química desde este enfoque interdisciplinario.

RESULTADOS Y DISCUSION

Laboratorio Interdisciplinario I (LI)

Desde la concepción de esta materia, se pensó en la elaboración de un diagnóstico ambiental de algún municipio de la zona de influencia de la Universidad como producto final del curso. El propósito de esta estructuración es doble: por un lado, los problemas requieren un enfoque interdisciplinario por su propia naturaleza y por otro, es claro que desde la perspectiva de la enseñanza, realizar un diagnóstico para un municipio sitúa a estudiantes y docentes frente a problemas reales. La organización previa a cada uno de estos cursos requiere una dedicación muy grande de parte de los docentes coordinadores ya que, entre otras tareas, es necesario establecer contactos con las autoridades municipales e instituciones locales. La modalidad seguida en estos cursos, sus puntos fuertes y las situaciones conflictivas que traen aparejados, han sido descriptas en otras oportunidades (Borello, 1999), así como los productos finales obtenidos (Di Pace y Reese, 1999; Borello y Catenazzi, 1999).

En particular se describirán algunas características del Laboratorio Interdisciplinario I desarrollado durante el segundo semestre de 1999, en el que se elaboró el diagnóstico ambiental preliminar del partido de Moreno (Provincia de Buenos Aires). Durante el curso se seleccionaron los siguientes problemas críticos para su estudio:

- Escasez y mala calidad del agua potable,
- Contaminación de cursos de agua superficiales,
- Degradación de suelos,
- Contaminación atmosférica,
- Contaminación por residuos sólidos urbanos.

Por supuesto, todos ellos están vinculados en mayor o menor medida a problemas químicos o a problemas que pueden estudiarse desde una perspectiva netamente química. Sin embargo, la elaboración de un diagnóstico ambiental trasciende las disciplinas individuales y requiere un trabajo conjunto con profesionales de otras áreas. Las disciplinas representadas en el equipo docente fueron: antropología, arquitectura, biología, geografía, química, sicología y sociología. Se contó además con el apoyo de abogados y economistas.

La primera etapa de esta materia se centró en la identificación, selección y formulación de los problemas enunciados. La segunda instancia se dirigió fundamentalmente al estudio de los problemas específicos en grupos de 10 - 14 alumnos. En este contexto, el grupo de estudiantes que se encargó de investigar sobre la contaminación de cursos de agua superficiales estuvo a cargo de docentes cuya formación disciplinar es la química y la sociología, contando con la colaboración del resto del plantel docente. En el planteamiento del problema, aparecieron como causas de la contaminación observada en los ríos y arroyos de la zona, el volcado de efluentes cloacales, de efluentes industriales y la presencia de residuos sólidos urbanos. Por otro lado, quedó claro que serían necesarias tres perspectivas a tener en cuenta para su análisis: desde la ecología o las ciencias naturales en general, desde el urbanismo y desde la administración pública. Por lo tanto, cada una de las causas postuladas fueron investigadas desde el punto de vista de las tres perspectivas. El grupo de estudiantes se subdividió las tareas, aunque en reuniones semanales se compartió la información y se discutieron tanto los avances como los problemas y limitaciones que fueron surgiendo. Por tratarse de alumnos del tercer semestre de las diferentes carreras de la Universidad, como docentes nos encontramos con que su formación es incompleta y muy variada, así como

Como parte de los planes de estudio, en el Primer Ciclo Universitario se han implementado dos Laboratorios Interdisciplinarios, generales para todos los estudiantes, y un Laboratorio Específico, propio de cada mención. El empleo de problemas del mundo real, en general relacionados con el medio ambiente, como objetos de estudio en los Laboratorios, permite poner en evidencia la naturaleza interdisciplinaria de la investigación.

es variado el espectro de intereses. En lo que respecta a la instrucción previa en química, como las materias de esta disciplina corresponden a sólo dos de las cinco menciones (exactas y tecnología), la mayoría de los estudiantes no habían tenido contacto con la química más que en sus estudios secundarios.

A continuación se explicitan algunas de las actividades de investigación desarrolladas por los estudiantes que trabajaron el tema de contaminación de cursos de agua superficiales, destacando las relacionadas con la química:

Análisis de información de base y cartografía. Se analizó información periodística y un documento base (Reboratti y Fritzche, 1999), especialmente confeccionado para esta materia. Se obtuvieron y analizaron los mapas hidrográficos, de densidad de población, ubicación de redes de agua potable y de servicio de cloacas, plantas de tratamiento de efluentes cloacales y localización y caracterización de las industrias más relevantes. Empleando datos censales, se estimaron las características socioeconómicas y de necesidades básicas insatisfechas (población NBI) de los diferentes barrios. Desde la perspectiva de la administración pública, se evaluó el organigrama municipal y la distribución de poderes y funciones entre las diferentes secretarías del municipio y su relación con las instituciones provinciales y nacionales. Una parte significativa del trabajo se centró en la realización de varias entrevistas a funcionarios municipales. Los

estudiantes se interiorizaron sobre la legislación vigente en materia de políticas ambientales y analizaron las limitaciones del municipio en este sentido.

Salida de campo. Utilizando la información existente, se confeccionaron dos recorridos que permitieron visitar la mayor cantidad de sitios de interés. Durante las salidas se observaron y registraron las características de los lugares seleccionados (obtención de fotografías, charlas con los vecinos, observación de presencia de desagües, basura, vegetación, tipos de vivienda en las cercanías, distancia a las viviendas, ubicación de industrias, etc.). Se empleó una sonda multiparámetro (Horiba modelo U - 10) para evaluar pH, temperatura, conductividad, salinidad y oxígeno disuelto en las aguas, y tiras reactivas para la determinación semicuantitativa de nitrito y nitrato (Quantofix Macherey-Nagel). Se tomaron muestras de aguas.

Trabajo de laboratorio. Se realizaron algunos análisis (determinación de cloruro por el método de Mohr y del índice de permanganato). En algunos casos fue posible determinar espectrofotométricamente la presencia de nitrito. Estos análisis fueron realizados por los estudiantes a quienes se mostró previamente cómo realizarlos. Todos los reactivos y materiales fueron preparados con anterioridad por los docentes. Para algunos estudiantes ésta resultó ser la primera (y probablemente única) oportunidad de trabajar en un

laboratorio. En cada sesión se trabajó con sólo dos estudiantes, con la presencia constante del docente para que se pudieran extremar las medidas de seguridad y se obtuvieran resultados satisfactorios.

Empleo de material bibliográfico. El empleo de bibliografía científica se vio fuertemente limitado por los bajos conocimientos disciplinares previos, sin contar con el inconveniente de que la mayor parte de las publicaciones están escritas en inglés. Sin embargo, los estudiantes descubrieron que existen artículos (y por lo tanto investigadores) que estudian los problemas de contaminación de los ríos de la zona, a pesar del uso tan restringido que pudieron dar en esta oportunidad a la información. Resultó de utilidad el empleo de bibliografía de carácter más general y descriptivo (OSN, 1993).

Laboratorio Específico con Mención en Ciencias Exactas (LE)

En el Laboratorio Específico con Mención en Ciencias Exactas, correspondiente al sexto (y último) semestre del Primer Ciclo Universitario, participan estudiantes que optaron por el estudio de carreras relacionadas con las ciencias exactas (Licenciatura en Ecología Urbana, Urbanismo, Ingeniería Industrial y Profesorados Universitarios en Matemáticas y Física). El propósito general de este Laboratorio es lograr una participación activa de los alumnos en un trabajo de investigación, contando con el asesoramiento de los profesores que

actúan como tutores. Este Laboratorio se constituye en un espacio donde los estudiantes enriquecen sus conocimientos y desarrollan sus habilidades, llevando adelante un proyecto de investigación que abarca desde el diseño del mismo, a partir de temas sugeridos por los docentes, hasta la evaluación final y presentación de los resultados. El trabajo supone el enfrentamiento a situaciones problemáticas similares a las que el estudiante pueda encontrar en su desempeño profesional. Por ello involucra la búsqueda y el manejo de la información bibliográfica, el diseño de experiencias para lograr un fin predeterminado y la evaluación de los resultados obtenidos. El trabajo experimental para resolver diferentes aspectos del proyecto seleccionado se realiza sobre el diseño elaborado por los propios estudiantes (que se hace teniendo en cuenta los costos y el instrumental y material a disposición), quienes trabajan en forma grupal o individual, según corresponda a las diferentes etapas de la tarea. No existen guías preestablecidas que indiquen cómo resolver cada situación en particular, aunque en las diferentes instancias se cuenta con la orientación docente. Se trabaja sobre los siguientes aspectos:

- i) conceptuales, que permitan la utilización de conocimientos y conceptos adquiridos en materias cursadas anteriormente, complementando áreas que no hayan sido tratadas exhaustivamente;
- ii) de procedimiento, que permitan al estudiante obtener y procesar información bibliográfica, familiarizarse con el uso de instrumental moderno y avanzado, diseñar experiencias, construir

elementos o equipos necesarios para realizar los experimentos, obtener y procesar datos, presentar los resultados;

- iii) de actitud, que permitan desarrollar la capacidad de planificación, ejecución y evaluación de un proyecto, el análisis crítico de la información, datos y resultados obtenidos, así como la presentación y defensa del trabajo ejecutado.

Esta materia se ha dictado en dos oportunidades. En 1998 se decidió trabajar sobre algunos aspectos de la contaminación atmosférica, integrando disciplinas mucho más cercanas que en el **LI** (física y química). En particular se diseñaron y construyeron elementos sensores (tubos pasivos) para detectar dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y material particulado. Se realizó un muestreo de estos contaminantes en San Miguel, ciudad en la que se ubica la Universidad. La metodología empleada en el trabajo, así como los resultados obtenidos (Codnia y Zalts, 1999), permitieron que los datos y su interpretación se presentaran en un congreso científico en el que los estudiantes participaron en calidad de investigadores (Fagundez et al, 1999). Otro hecho a destacar es que el trabajo tuvo repercusión en los medios de prensa locales (La Nación, 1999; La Voz, 1999).

En el curso de 1999, uno de los temas en los que se trabajó fue la contaminación microbiológica y por metales de las aguas subterráneas. El interés de este trabajo se centró en que un sector amplio de la población de bajos recursos utiliza las napas superiores como fuente de agua de consumo. En este trabajo, se tomaron

muestras de agua de pozo de hogares cercanos a un arroyo fuertemente contaminado. Se realizaron análisis microbiológicos para determinar la potabilidad, resultando potable sólo el 10% de las muestras. Además se investigó la presencia de metales tales como cadmio, cinc, cobre y plomo mediante técnicas de preconcentración electrolítica. Los resultados de la investigación fueron enviados para su presentación a un congreso (Britos et al, 1999). Se escribió una reseña para los diarios locales en la que se describen las acciones recomendadas a la población para disponer de agua microbiológicamente segura.

CONCLUSIONES

Si bien la falta de conocimientos y de experiencia previa de los estudiantes en el **LI** condiciona en parte los resultados que se obtienen, la experiencia resulta altamente positiva ya que producir un diagnóstico ambiental genera interés y los estudiantes descubren que es deseable la convergencia de diversas disciplinas para obtener el producto deseado. En lo que respecta a la química, ésta se integra naturalmente al proceso como una herramienta necesaria para la comprensión de los problemas y para la construcción de las estrategias de solución. Realizar algunas mediciones en el campo y en el laboratorio resulta de suma importancia, pues los estudiantes se sienten responsables de la información generada. Todas estas determinaciones deben ser lo suficientemente sencillas como para que los estudiantes puedan realizarlas sin inconvenientes. En ningún momento se pretende que sepan cómo funciona un electrodo o cuál es la

Si bien la falta de conocimientos y de experiencia previa de los estudiantes en el LI condiciona en parte los resultados que se obtienen, la experiencia resulta altamente positiva ya que producir un diagnóstico ambiental genera interés y los estudiantes descubren que es deseable la convergencia de diversas disciplinas para obtener el producto deseado.

reacción entre el permanganato y el oxalato (estas preguntas, y otras, surgen naturalmente durante la ejecución del trabajo). Lo que queda claro es que existe la tecnología y los métodos que permiten determinar la calidad de una muestra de agua, y que la química es una aliada en esta tarea, prestando utilidad en la defensa del medio ambiente.

En ambos cursos del **LE** se observó que, siendo el nivel de formación disciplinar de los estudiantes mucho mayor, se logró una mayor profundidad y comprensión de los problemas estudiados, viéndose superadas gran parte de las limitaciones señaladas en el **LI**. Muchas de las cosas aprendidas o realizadas durante el **LI** fueron utilizadas en el **LE**. Como ejemplo, en ambos cursos del **LE**, los informes finales presentados incluyeron la investigación de la legislación vigente y la elaboración de cartografía.

Uno de los puntos sobresalientes del **LE** es que los estudiantes

comprobaron que sus trabajos trascendieron el ámbito universitario. Por un lado, tuvieron cabida en reuniones científicas para las cuales los estudiantes participaron en la redacción del resumen (curso 1999) o tuvieron a su cargo la elaboración del póster correspondiente (curso 1998). Por otro lado, los trabajos generaron interés y respeto en la comunidad en general, ya que las reseñas aparecieron en periódicos y dos estudiantes tuvieron oportunidad de participar en una entrevista radial. Dado el perfil de carreras de la UNGS, este tipo de participaciones y de repercusión en la sociedad son herramientas sumamente valiosas en la formación de futuros profesionales, comprometidos con el entorno.

Tanto en el **LI** como en el **LE**, al estudiar problemas ambientales desde varias perspectivas, los estudiantes comprobaron que la degradación ambiental se produce debido a la confluencia de muchos factores, que las causas son complejas y que las

soluciones no se pueden plantear a la ligera. Toda estrategia de acción dirigida a mejorar las condiciones de vida de la población, desde la ejecución de obras de infraestructura encaradas a nivel gubernamental, hasta la adquisición de hábitos de conducta que respeten al medio ambiente por parte de la sociedad, requieren conocimientos. La educación química forma parte de estos conocimientos. Con frecuencia, la química es interpretada por la población en general de manera negativa. Experiencias pedagógicas como las descritas en este trabajo resultan particularmente útiles en la formación de estudiantes que no optaron por carreras directamente vinculadas a la química, pero que en su desempeño profesional tendrán que enfrentarse con algunos aspectos de la misma.

Palabras clave

Diagnóstico ambiental, interdisciplina, educación química, contaminación.



REFERENCIAS

- Borello, José Antonio y Andrea Catenazzi (coordinadores) "Diagnóstico preliminar ambiental del Municipio de José C. Paz". San Miguel, Universidad Nacional de General Sarmiento, Instituto del Conurbano (Programa de Desarrollo Local). Manual de Gestión No 3, Colección Extensión (en preparación, 1999).
- Borello, José Antonio. Professional Training for Undergraduates: A Course as an Environmental Study for a Municipality in Argentina. Presentado en el *Congreso de la Asociación Americana de Geógrafos*, Honolulu, Estados Unidos, 1999.
- Britos, Pablo M., Silvana A. Ramírez, Diana L. Vullo y Anita Zalts. "Calidad de aguas subterráneas en las cercanías del arroyo Las Tunas del partido de Malvinas Argentinas (Provincia de Buenos Aires)". Trabajo enviado (1999) para su presentación en el *XVIII Congreso Nacional del Agua*, Santiago del Estero, Argentina, 12 al 16 de junio del 2000.
- Codnia, Jorge y Anita Zalts. "Contaminación atmosférica urbana: una experiencia pedagógica CTS". Aceptado para su publicación en *Educación Química*, Méjico, 1999.
- Di Pace, María y Eduardo Reese (coordinadores) "Diagnóstico preliminar ambiental del Municipio de Malvinas Argentinas". San Miguel, Universidad Nacional de General Sarmiento, Instituto del Conurbano (Programa de Desarrollo Local) Manual de gestión N° 2, Colección Extensión, 1999.
- Jorgensen, Sven Erik. "Environmental Management in the 21st Century". *Environmental Science and Technology*, 376A- 379A, Septiembre 1, 1999.
- L.A. Fagúndez, V.L. Fernández, T.H. Marino, I. Martín, D.A. Persano, M. Rivarola y Benítez, I.V. Sadañowski, M.M. Zusaeta, J. Codnia y A. Zalts. "Contaminación atmosférica urbana en San Miguel". *Segunda Reunion SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) América Latina, Sección Argentina*. Buenos Aires, 25 al 28 de octubre de 1999.
- La Nación, Suplemento Pilar. "Riesgos para la salud". Buenos Aires, Año II, No 56, 13 de noviembre de 1999.
- La Voz. "Contaminación atmosférica urbana. ¿Qué respiramos en San Miguel? Buenos Aires, Año 39, N° 9042, 15 de noviembre de 1999.
- OSN, AGOSBA, SIHN. "Calidad de las aguas Franja Costera Sur, Río de La Plata. Informe de avance". Buenos Aires, 1993.
- Reboratti, Laura y Federico J. Fritzche. "Base informativa y análisis preliminar para la realización de un diagnóstico ambiental del Partido de Moreno". San Miguel, Universidad Nacional de General Sarmiento, Agosto de 1999.