

Cómo la química aplicada al ambiente cambia la visión de alumnos de secundaria y universitarios, sobre la asignatura de Química

FLORENCIA AMBORT | ESS, UNL

fbambort@gmail.com

ORCID 0000-0002-6563-7171

JULIO MACAGNO | ESS, UNL

jmacagno@fbc.unl.edu.ar

ORCID 0000-0003-4739-0256

SILVINA VANESA KERGARAVAT | ESS, UNL

skergaravat@fbc.unl.edu.ar

ORCID 0000-0002-9765-6860

| 184

Resumen

La motivación de las y los alumnos por el estudio de las ciencias, especialmente química, ha decaído a nivel mundial, tanto en la matrícula de estudiantes secundarios en ciencias experimentales, como en universitarios inscriptos en carreras afines a química. En las escuelas secundarias de Argentina, esta asignatura tiene una imagen negativa ya que las y los alumnos la consideran tediosa y de difícil comprensión. La enseñanza de la química aplicada a resolver problemáticas actuales ha surgido como una manera de atraer a las y los estudiantes.

El objetivo del presente trabajo consiste en evaluar el interés por la química de las y los alumnos de escuelas secundarias y estudiantes universitarios de la Licenciatura en Saneamiento Ambiental y la Tecnicatura Universitaria en Salud Ambiental, luego de una actividad de laboratorio donde la química se aplicó a problemáticas ambientales.

Este trabajo se desarrolló en base a las respuestas de una encuesta de satisfacción realizada a alumnos de escuelas secundarias al finalizar dos actividades extracurriculares efectuadas por la Cátedra de Química Analítica y Química Ambiental de la Licenciatura en Saneamiento Ambiental y Tecnicatura Universitaria en Salud Ambiental (Escuela Superior de Sanidad–Facultad Bioquímica y Ciencias Biológicas–Universidad Nacional del Litoral (ESS-FBCB-UNL)). Además, la misma encuesta fue entregada a las y los estudiantes universitarios luego de finalizar el cursado de las materias mencionadas anteriormente, correspondientes a su currícula.

Para el análisis de los datos obtenidos de las encuestas, se utilizó una escala de valoración con una puntuación asignada, realizándose un promedio de los puntajes obtenidos por cada pregunta.

Se concluyó que ambas actividades extracurriculares cambiaron positivamente la visión que tenían las y los alumnos secundarios encuestados sobre la química y su aplicación en el ambiente, interesándose más en ella y derribando el pensamiento de que la química es aburrida. En cuanto a las y los estudiantes universitarios, se observó un aumento en su interés luego de realizar los ensayos de laboratorio.

| 185

Palabras claves: química aplicada, ensayo de laboratorio, saneamiento ambiental

How Chemistry Applied to the Environment Changes the Vision of Secondary and University Students on the Subject of Chemistry

| 186

Abstract

The motivation of students for the study of science, especially chemistry, has declined worldwide, both in the enrollment of secondary students in experimental sciences, as well as in university students enrolled in chemistry-related careers. In Argentine secondary schools, this subject has a negative image since students consider it tedious and difficult to understand. The teaching of applied chemistry to solve current problems has emerged as a way to attract students.

The objective of this work consisted on evaluating the interest in chemistry of secondary school students and university students of the Degree in Environmental Sanitation and the Technical Certification in Environmental Health, after a laboratory activity where chemistry was applied to environmental problems.

This work was developed based on the responses of a satisfaction survey carried out to secondary school students at the end of two extracurricular activities carried out by the Chair of Analytical Chemistry and Environmental Chemistry of the Degree in Environmental Sanitation and Technical Certification in Environmental Health (Higher School of Health–Faculty of Biochemistry and Biological Sciences–National University of the Littoral (ESS-FBCB-UNL). In addition, the same survey was delivered to university students after completing the courses mentioned above, corresponding to their curriculum.

For the analysis of the data obtained from the surveys, a rating scale was used with an assigned score, taking an average of the scores obtained for each question.

It was concluded that both extracurricular activities positively changed the vision that surveyed secondary students had about chemistry and its application in the environment, becoming more interested in it and demolishing the thought that chemistry is boring. As for the university students, it is observed that their interest increased after carrying out the laboratory tests.

Keywords: applied chemistry, laboratory tests, environmental sanitation

INTRODUCCIÓN

Hace años que, a nivel mundial, la enseñanza de la química se halla en crisis: los países no logran despertar el interés de sus alumnos por las ciencias, en especial por la química. En la última década se registra un continuo descenso en la matrícula de estudiantes en ciencias experimentales, acompañado de una disminución en el número de estudiantes que continúan sus estudios universitarios relacionados con la química. Muy preocupantes resultan, además, los datos relevados sobre la mala percepción pública sobre dicha materia (Galagovsky, 2005: 8).

| 187

Numerosos estudios han demostrado que la imagen negativa y el poco interés que se tiene por las ciencias, sumado a una enseñanza en la cual no se considera el contexto del contenido abordado para poder así interpretar adecuadamente el tema, seguido de la ruta memorístico-repetitiva de estos, produce indiferencia y rechazo por parte de las y los alumnos. Además, esto se hace cada vez más evidente a medida que las y los alumnos avanzan de año (Escudero, 1985; Acevedo y Manassero, 2004).

QUÍMICA EN LAS ESCUELAS SECUNDARIAS DE ARGENTINA

A nivel nacional, el sistema educativo argentino ha experimentado muchos cambios en su estructura durante las últimas décadas. Con la Ley Federal de Educación (N.º 24195, 1993), las disciplinas científicas debían enseñarse integradas en el campo de las Ciencias Naturales. En los Polimodales prácticamente no se exigía como parte de la currícula la asignatura química, excepto en el Polimodal con finalidades en Ciencias Naturales o Química (Galagovsky, 2007). Años después, y de cara a una nueva reforma, se señaló en distintas reuniones de trabajo con profesores de Química que el sistema educativo había sufrido una desvalorización de los contenidos en ciencias (Galagovsky, 2004).

De los datos mencionados anteriormente, al parecer, en las escuelas secundarias de Argentina la química no tiene una imagen positiva para muchos alumnos. Estos consideran que es una disciplina larga, pesada y tienen dificultades para entender los conceptos y reglas fundamentales (Carle *et al.*, 2004; Marbà-Tallada *et al.*, 2010). Además, son muy pocas las horas cátedras destinadas a la enseñanza de la Química (aproximadamente dos horas cátedra semanales) lo cual limita la cantidad de contenido que puede exigirse durante el dictado de la asignatura (Galagovsky y Pèrgola, 2017).

Según evaluaciones nacionales, 7 de cada 10 estudiantes poseen buen desempeño en Ciencias Naturales (Dirección de Información y Estadística Educativa, 2019) debido a la implementación de formación docente didáctica (Secretaría de Evaluación e Información Educativa, 2020). Según cifras arrojadas por el Ministerio de Educación de la Nación Argentina, casi una quinta parte de las y los estudiantes de secundaria asisten a escuelas técnicas, variando entre provincias (Dirección Nacional de Planeamiento de Políticas Educativas, 2019).

A pesar del buen desempeño en Ciencias Naturales, de la totalidad de alumnos inscriptos en el Ciclo Básico y Orientación Técnica, la finalidad química ocupa el cuarto lugar (12,3%), siendo la especialidad con mayor matrícula correspondiente a Electromecánica (35%), seguido de Agrotécnica (13,1%) y Construcción (12,9%) (DINIECE, 2013:13).

La educación secundaria se considera un estadio crucial donde quedan definidas las probabilidades de continuar los estudios superiores (postsecundarios o universitarios) y de incorporarse al mercado de trabajo. Además, definen en el alumno, mediante la motivación de este, la carrera a elegir. Está demostrado que el interés de los jóvenes por las finalidades químicas es bajo no sólo a nivel nacional, sino también a nivel mundial (Avargil *et al.*, 2020). Una evidencia de este fenómeno es la reducida matrícula de ingresantes en las carreras de Ciencia o Tecnología, tal es el caso de Argentina que sólo el

3% del total de alumnos inscriptos en las universidades eligieron Ciencias Básicas como carreras de estudio, entre ellas, Química, Biología, Física, Medio Ambiente, etc. (Departamento de Información Universitaria, Ministerio de Educación Argentina, 2019).

A nivel universidad, en cuanto a carreras que poseen en su plan de estudios la materia de Química, se han realizado diversos procedimientos para evitar el recursado de la mencionada asignatura y la deserción de las y los alumnos de dichos estudios. Algunos ejemplos a mencionar son: evaluación continua o formativa durante el proceso de enseñanza (Giuliano y Pérez, 2014; Capelari, 2020; Rodríguez, 2020), optimización de estrategias de enseñanza en otras materias que luego incorporan e integran conceptos de Química (Despuy *et al.*, 2018), planes para la incrementación del rendimiento académico de alumnos, especialmente en los primeros años (CONFEDI, 2010) y adaptación y colaboración del docente hacia el estudiante, entre otras (Barraqué *et al.*, 2019).

La enseñanza de la Química en el contexto de los problemas del mundo actual se ha sugerido como una manera de motivar y atraer a las y los estudiantes, destacando la naturaleza interdisciplinaria de la química y la relevancia de la misma para la vida de las personas (Hofstein *et al.*, 2011; Bernable Gálvez *et al.*, 2013; Montenegro y Patricio, 2016; Lema, 2016). Se asumió que un currículo basado en un contexto ambiental, puede mejorar el interés y las actitudes de las y los estudiantes hacia las lecciones de Ciencias en general y en Química en particular (León Riaño, 2018; Moraga Toledo, 2019).

Respecto a la enseñanza de Educación Ambiental o Ambiente en las escuelas secundarias, desde mediados del siglo xx se observa una mayor preocupación por los graves daños ambientales que se producen en el mundo, a escala local, regional y global (Claverie y Saidón, 2013; Sanmarti Puig y Márquez Bargalló, 2017). La gran importancia social que poseen las cuestiones ambientales en la actualidad puede distinguirse en los numerosos materiales publicados en medios periodísticos y de divulgación (impresos, radiales, televisivos

y electrónicos), las acciones llevadas a cabo por los gobiernos de varios países del mundo y por organismos internacionales, así como también organizaciones no gubernamentales que se han creado con el fin de sumar esfuerzos para solucionar la crisis ambiental (Fernández Caso, 2010; Méndez, 2016; Olaguez *et al.* 2017). Por esta razón, la Educación Ambiental toma mayor visibilidad y desarrollo desde su inclusión en la Ley N.º 26206 de Educación Nacional de 2006, artículo 89, la cual, junto con la resolución del C.F.E. N° 93/09, sugieren que cada institución pueda habilitar diversas formas de aprender, contemplando la interdisciplinariedad y la diversidad de miradas que demanda el tratamiento de los problemas ambientales (Ministerio de Educación, 2015), permitiendo que a través de la integración de diferentes disciplinas se pueda obtener una mayor comprensión del problema abordado (Morin, 2001; López, 2014). El Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe (2014), además, propone un diseño curricular en escuelas orientadas con el propósito de acrecentar el desarrollo de formas de conocimiento basadas en la exploración, la producción y la expresión, adoptando un formato de laboratorio, permitiendo al estudiantado el acceso a otros saberes y prácticas de apropiación y producción científica, académica y cultural.

| 189

Las actividades prácticas de laboratorio se utilizan para favorecer y promover el aprendizaje, ya que el alumno debe poner en práctica sus conocimientos previos, y reafirmar y ratificar sus saberes. «La actividad experimental no solo debe ser vista como una herramienta de conocimiento, sino como un instrumento que promueve los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales que debe incluir cualquier dispositivo pedagógico» (Osorio, 2004: 147).

De lo expuesto anteriormente, se infiere que dentro del ámbito educativo deben diseñarse e implementarse estrategias pedagógicas y didácticas con enfoques en Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), procurando que involucren los aspectos mencionados anteriormente, para crear buenas prácticas de enseñanza, tanto de las Ciencias Ambientales, como de la Química (Anijovich y Mora, 2009), para atraer el interés de las y los alumnos de las escuelas secundarias, principalmente las de finalidad Ciencias Naturales, e incentivarlos a través de trabajos experimentales de laboratorio, y así poder cambiar su visión desfavorable sobre la asignatura de Química.

QUÍMICA EN LAS CARRERAS UNIVERSITARIAS ESTUDIADAS

En el año 1973 se crea la FBCB sobre la base de la Escuela Universitaria de Bioquímica y del Departamento de Ciencias Biológicas de la Facultad de Ingeniería Química (FIQ) de la UNL. Luego en el año 1990 se establece la Escuela Superior de Sanidad *Dr. Ramón Carrillo*, incorporando carreras tales como Licenciatura en Saneamiento Ambiental y la Tecnicatura Universitaria en Salud Ambiental, entre otras, objeto de estudio en este trabajo. El número de alumnos inscriptos por año corresponde a aproximadamente 30 para la Licenciatura, y 15 para

la Tecnicatura, mientras que la duración estipulada de las carreras es de 5 años para la Licenciatura y de 3 años para la Tecnicatura (FBCB, UNL, a).

El Licenciado en Saneamiento Ambiental se ocupa de la búsqueda de soluciones para controlar la problemática ambiental en todos sus ámbitos, realizando muestreos y determinaciones de campo e interpretando resultados de análisis de agua, suelo, aire, efluentes y residuos en general. Puede realizar investigaciones sobre el impacto de acciones antrópicas sobre el ambiente en el marco del equilibrio ambiental. Está capacitado para conducir tareas de tratamiento, manipulación, transporte y disposición final de residuos y efluentes sólidos y líquidos (FBCB, UNL, b).

El Técnico Universitario en Salud Ambiental, identifica los peligros y evalúa los riesgos a la salud para las personas con relación al ambiente. Puede implementar acciones de salud pública que eviten, por un lado, daños al ambiente y por otro, minimizar accidentes laborales y enfermedades profesionales (FBCB, UNL, c).

Las asignaturas de Química analítica y Química Ambiental se encuentran dentro de la currícula de ambas carreras. Por un lado, Química Analítica se encuentra en el segundo año de las dos carreras; mientras que Química Ambiental se encuentra en tercero de la Tecnicatura y en cuarto de la Licenciatura.

La Química Analítica abarca una serie de actividades destinadas al reconocimiento y control de los elementos del ambiente que puedan afectar la salud de los seres humanos y de los ecosistemas. Además, colabora en formar profesionales capaces de realizar muestreos y determinaciones de campo en lo referente a la evaluación de la calidad ambiental e interpretar resultados de análisis físico-químicos y bacteriológicos de aire, suelo, alimentos, agua y residuos sólidos (Cátedra de Química Analítica. ESS, FBCB, UNL. Santa Fe, 22 de septiembre de 2020).

La Química Ambiental trata principalmente los aspectos químicos relativos a los problemas que los seres humanos han creado en el ambiente natural. La Química juega un papel importante, ya que en él se transforman un gran número de compuestos químicos a través de la interacción de varios procesos, por lo que dicha asignatura busca que el estudiante adquiera conocimientos avanzados de la Química sobre los elementos naturales: agua, aire y suelo (Cátedra de Química Ambiental. ESS, FBCB, UNL. Santa Fe, 16 de marzo de 2020).

METODOLOGÍA

PROPUESTA DE TRABAJO

El presente trabajo se desarrolló en el marco de dos actividades extracurriculares para alumnos de escuelas secundarias y al finalizar el cursado de las asignaturas Química Analítica y Química Ambiental para las y los estudiantes universitarios de las carreras de Licenciatura en Saneamiento Ambiental y Tecnicatura Universitaria en Salud Ambiental, efectuadas por la Cátedra de Química Analítica y Química Ambiental, de la ESS, FBCB de la UNL.

Para las actividades extracurriculares se confeccionó un cronograma a seguir que consistió en:

- 1) Una introducción general de una problemática ambiental (se les entregó a las y los alumnos un folleto introductorio y se realizó una presentación en *Power Point*).
- 2) Una actividad práctica de laboratorio.
- 3) La interpretación de los resultados obtenidos de cada actividad de laboratorio.
- 4) La elaboración de las conclusiones.
- 5) La entrega de una encuesta a cada estudiante para que completen, y poder así conocer su opinión y comentarios sobre la actividad realizada.

| 191

Al finalizar las actividades curriculares de las asignaturas de Química Analítica y Química Ambiental de la Licenciatura en Saneamiento Ambiental y de la Tecnicatura de Salud Ambiental, se les entregó una encuesta a las y los alumnos, con el fin de saber sus opiniones respecto del dictado de las materias mencionadas anteriormente y determinar fortalezas y debilidades sobre el proceso enseñanza-aprendizaje durante ellas, poniendo énfasis en la realización de los trabajos prácticos en el laboratorio.

DISEÑO DEL ESTUDIO

El tipo de análisis llevado a cabo en el presente trabajo corresponde a un estudio descriptivo, el cual busca especificar características de un grupo de alumnos, que se somete a un análisis. Este pretende medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren (Sampieri, 2014).

SUJETOS DE ESTUDIO

Los estudiantes participantes, tanto del nivel secundario como del nivel terciario, fueron encuestados. En el caso de las y los alumnos de secundaria, en la «Exposiciones» la selección de los grupos estuvo coordinada por las autoridades de la institución, y en la «Semana de la Ciencia», las escuelas fueron seleccionadas por la FBCB, impulsora la actividad. En cuanto a la universidad, se tomaron las encuestas de tres años debido al pequeño número de alumnos que cursa anualmente las asignaturas de Química Analítica y Química Ambiental (aproximadamente 5 alumnos por año). Para que el muestreo sea más representativo a partir de un mayor número encuestas, se decidió tomar los tres últimos años de cursado presenciales, desde 2017, período posterior al cambio del plan de estudio, hasta 2019, previo a la pandemia.

Hubo un total de 87 estudiantes de secundaria: 29 de 4° año de las escuelas secundarias *Ceferino Namuncurá* y EES N.º 3148 de la ciudad de Santa Fe (La Capital), en el marco de la «Semana de la Ciencia», y 58 alumnos de 4° y 5°

año que asistieron a la «Expociencias» realizada en el colegio EESOPÍ N.º 8153 Santa Marta de la localidad de Pilar (provincia de Santa Fe).

Las actividades curriculares correspondieron al período de cursado 2017 a 2019, con un total de 15 y 17 alumnos de las asignaturas de Química Analítica y Química Ambiental, respectivamente, de las carreras de la Licenciatura en Saneamiento Ambiental y la Tecnicatura Universitaria en Salud Ambiental (ESS-FBCB-UNL).

| 192

ACTIVIDADES REALIZADAS

La «Semana de las ciencias» fue impulsada por la FBCB y llevada a cabo en sus instalaciones en octubre de 2018, a cargo de los docentes de las Cátedras de Química Analítica y Química Ambiental de la Lic. en Saneamiento Ambiental (EES-FBCB-UNL). Participaron estudiantes de dos escuelas secundarias de la ciudad de Santa Fe (*Ceferino Namuncurá* y EES N.º 3148). Dicha actividad tuvo una duración de 90 minutos para cada escuela.

La actividad se denominó «Los pigmentos verdes y su relación con la eutrofización» y consistió en determinar un parámetro indicativo de la contaminación ambiental cuantificando la clorofila en cuerpos de agua superficiales, con la finalidad de estimar su eutrofización. La eutrofización ocurre debido al aumento de nutrientes del agua, lo que provoca que las algas crezcan en gran cantidad, causando la turbidez. Este parámetro aporta información sobre la calidad del agua y permite evaluar si es adecuada para la función en la cual se la necesita emplear. Para llevar a cabo esta actividad, se dividió la clase en dos partes: una etapa inicial en la cual se hizo una introducción y exposición de los conceptos teóricos necesarios para la comprensión de la parte experimental mediante herramientas de *Power Point* y folletos explicativos, y una segunda etapa en la cual se llevó a cabo la parte práctica propiamente dicha. Para ello, a una cantidad específica de hojas de espinaca se le extrajo la clorofila con acetona con la ayuda de un proceso de mortereo continuo de 10 minutos. A esa solución obtenida se le realizaron diluciones seriadas desde 1/25 a 1/2 para lograr preparar 5 muestras con diferentes concentraciones de clorofila. A estas muestras se les realizaron las lecturas espectrofotométricas (absorbancias) de los pigmentos verdes a la longitud de onda de 664 nm. El instrumento utilizado para esto fue un espectrómetro portátil *Wireless Spectrometer PS 2600* marca PASCO acoplado a una laptop o celular. Las muestras presentaron distintos grados de turbidez relacionado con el contenido de clorofila correspondiente, siendo aquella muestra más turbia la que presentó mayor valor de absorbancia. A partir de estos valores de absorbancia se calcularon las concentraciones de clorofila utilizando las ecuaciones de Jeffrey y Humphrey (1975) y se determinaron dentro de qué categoría trófica (Ultraoligotrófica, Oligotrófica, Mesotrófica, Eutrófica, Hipertrófica) correspondería cada muestra (OCDE, 1982; como se cita en Ryding, *et al.*, 1992).

La «Expociencias» fue impulsada y realizada en el colegio secundario EESOPi N.º 8153 *Santa Marta* de la localidad de Pilar (provincia de Santa Fe). Se desarrollaron dos ejercicios con una duración de 60 minutos cada uno.

La actividad se tituló «Calidad de una muestra de agua», y consistió en comprobar la calidad de muestras de agua mediante la determinación cualitativa de tres contaminantes (arsénico, cianuro y nitratos/nitritos) y de pH en las mismas, para clasificarlas como aptas o no para el consumo humano. Al inicio se hizo una explicación teórica soportada en una presentación de *Power Point* y folletería explicativa. Para la realización de dichos ensayos, se contaron con cuatro mesas que contenían los *kits* necesarios para la determinación de cada analito. Para determinar el arsénico (Quantofix As, Sigma-Aldrich, Buenos Aires, Argentina) y el cianuro (Quantofix CN, Sigma-Aldrich, Buenos Aires, Argentina) se utilizaron *kits* comerciales, para nitratos y nitritos se emplearon tiras reactivas (MQuant™, Sigma-Aldrich, Buenos Aires, Argentina), y para pH cintas indicadoras de pH de 0 a 14 (Macherey Nagel, Sigma-Aldrich, Buenos Aires, Argentina). Las y los alumnos se dividieron en cuatro grupos y se les asignó una muestra incógnita de agua por equipo. Los mismos transitaron por todas las estaciones, realizando los ensayos correspondientes. Al final de la clase, se realizó una puesta en común para determinar si cada muestra de agua era apta o no para consumo.

| 193

En cuanto a la asignatura de Química Analítica, actividades de laboratorio propuestas en la currícula son siete: (1) Evaluación cualitativa de aniones y cationes en muestras de agua; (2) Preparación de soluciones patrones primarias y secundarias; (3) Determinación de alcalinidad en aguas y efluentes; (4) Determinación de la concentración de oxígeno en una muestra de agua oxigenada y determinación de cloro activo en una muestra de hipoclorito comercial; (5) Determinación de cianuros en efluentes mediante el método de Liebig; (6) Determinación de sólidos disueltos totales en un efluente por análisis gravimétrico y (7) Determinación de especies contaminantes mediante espectroscopia de absorción molecular: nitritos, amonio y nitratos y determinación semi-cuantitativa de arsénico en agua mediante un kit comercial. Mientras que, las actividades de laboratorio llevadas a cabo en Química ambiental son tres: (1) Destrucción de cianuros en muestras de efluentes; (2) Separación por cromatografía en columnas de pigmentos vegetales y (3) Estimación de la Eutrofización de una muestra de agua.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN

Como se mencionó anteriormente, una vez finalizadas las actividades extracurriculares llevadas a cabo por las cátedras, se les solicitó a las y los alumnos que completen una encuesta, personal y anónima y sin límite de tiempo. Se eli-

gió este tipo de cuestionario ya que, el anonimato se caracteriza por tranquilizar a los encuestados dado que no sienten presión sobre ellos y los incita a responder con sinceridad (Alaminos y Castejón, 2006). La selección de la cantidad de preguntas fue tomada en cuenta según el tiempo destinado para responderlas. Debido a que en las actividades extracurriculares tenían una duración acotada para la realización total de la actividad, el tiempo dedicado a responder la encuesta fue de 5 minutos. Por ello es que se seleccionó una cantidad de ocho preguntas sencillas, algunas cerradas y otras abiertas (Tabla 1). En las preguntas N. °1 a la N.° 6, debían marcar respuestas delimitadas (muy bueno, bueno, regular, malo, no contesta), las cuales resultaron más fáciles de codificar y analizar; mientras que las preguntas N.° 7 y N.°8 fueron abiertas, brindando a los alumnos libertad de expresión y fortaleciendo la investigación con dichas respuestas (Sampieri, 2014). Se estimó que, para responder las seis preguntas cerradas, se necesitaban 30 segundos por pregunta, dejando 1 minuto para cada una de las respuestas abiertas, en donde el alumnado podía expresar sus ideas. Con respecto a la formulación de las mismas, el grupo docente fue planteando las distintas etapas de la actividad y consultado a las y los alumnos sobre sus intereses, la claridad en las explicaciones y la forma en la cual se llevó adelante el trabajo. A partir de sus repuestas, se buscaba recibir una retroalimentación positiva que permita mejorar a futuro los aspectos negativos que los alumnos pudieran manifestar.

Tabla 1. Encuesta realizada a alumnos de escuelas secundarias en el marco de la actividad extracurricular

Preguntas	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	No contesta
1) ¿Qué te pareció el ensayo de laboratorio llevado a cabo?					
2) ¿Qué te pareció realizar actividades de laboratorio?					
3) ¿Cómo consideras que es tu manejo con material de laboratorio?					
4) ¿Qué te parecieron las explicaciones dadas?					
5) ¿Cómo ves desde tu interés la aplicación de la química analítica sobre el ambiente?					
6) ¿Cómo es tu predisposición a aprender más sobre esta temática?					
7) ¿Qué es lo que más te interesó de esta actividad? (Desarrollar)					
8) Sugerencias (Desarrollar)					

Además, se le realizó encuestas al cuerpo estudiantil de la Licenciatura en Saneamiento Ambiental y de la Tecnicatura Universitaria en Salud Ambiental, al finalizar las asignaturas de Química Analítica y Química Ambiental. Con la finalidad de poder comparar las respuestas de las y los alumnos de secundaria con los universitarios es que se seleccionaron algunas de las preguntas de la Tabla 1: las de respuesta cerrada N.º 1, 2 y 4 y las de respuesta abierta adaptadas N.º 7 y 8. Se consideró irrelevante consultar a las y los estudiantes sobre la pregunta N.º 3 ya que se encuentran al menos en el segundo año de una de las dos carreras, por lo cual ya han pasado por varias instancias de laboratorio en las que han adquirido las destrezas necesarias para el correcto desenvolvimiento en este. Las preguntas N.º 4 y 5 también fueron consideradas como irrelevantes ya que al elegir la Licenciatura en Saneamiento Ambiental o la Tecnicatura Universitaria en Salud Ambiental, estos interrogantes estarían implícitamente contestados como de su interés.

| 195

ANÁLISIS DE DATOS

Se utilizó una escala de valoración, donde se colocó puntuación a cada pregunta (Tabla 2). Se decidió utilizar dicha escala, porque se obtiene un dato numérico cuantificable que puede ser utilizado para obtener la media y la desviación estándar de las respuestas obtenidas, y es de fácil contabilización y volcado de datos en una tabla (Odetti, 2009).

Tabla 2. Puntuación de la escala de valoración

Respuestas	Puntuación asignada
Muy bueno	5
Bueno	4
Regular	3
Malo	2
No contesta	1

RESULTADOS

RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ALUMNOS DE LAS ESCUELAS SECUNDARIAS

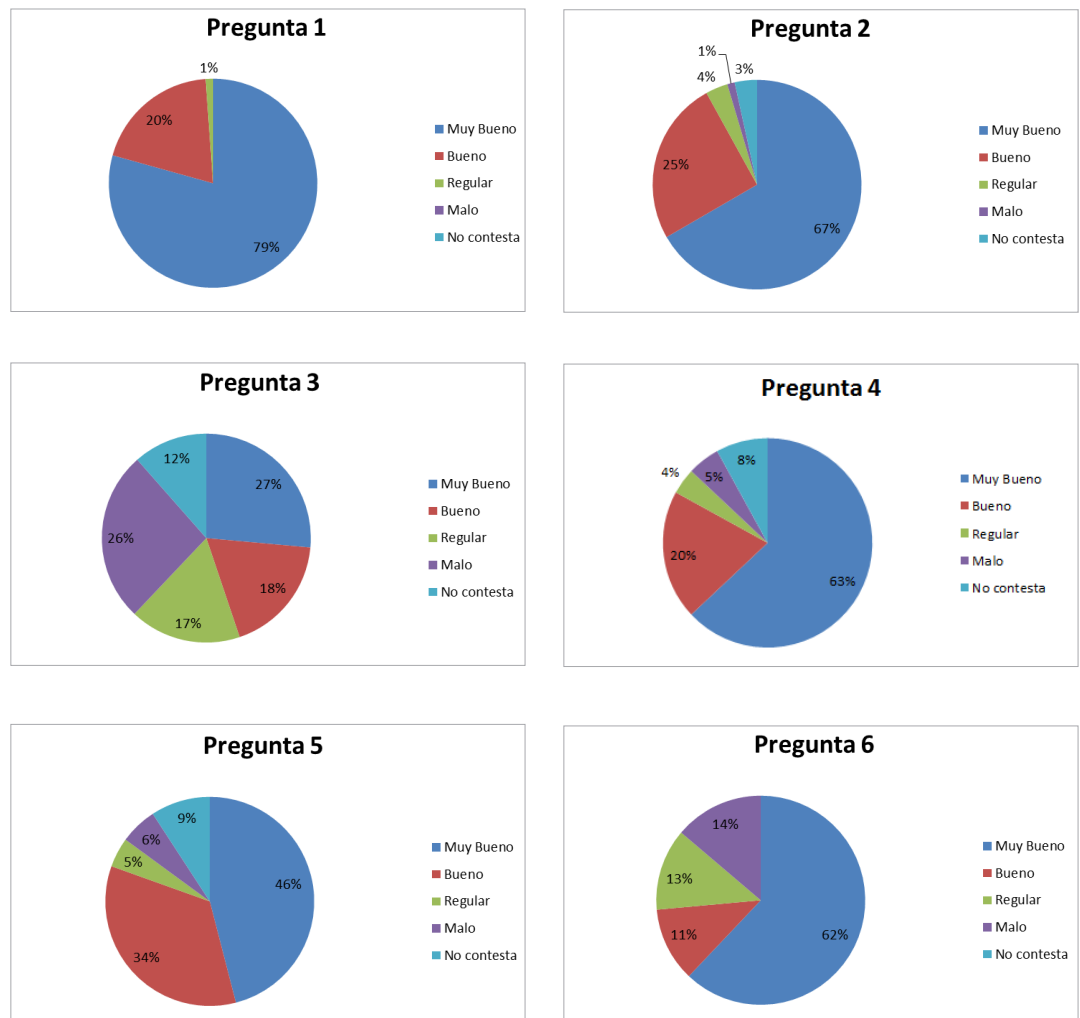
A partir de las dos actividades extracurriculares llevadas adelante por los docentes de las cátedras de Química Analítica y Química Ambiental de la ESS – FBCB–UNL (ver Figura 1) se buscó extrapolar la idea que los adolescentes (16-19 años) tienen sobre la química.

Figura 1. Fotos registradas durante las actividades extracurriculares. En (A) la «Semana de la Ciencia» en un laboratorio de la FCB–UNL, cito en la Ciudad Universitaria de la ciudad de Santa Fe y en (B) la «Expociencias» en el colegio secundario EESOPi N.º 8153 Santa Marta de la localidad de Pilar.



Las respuestas cerradas de la encuesta (N.º 1 a 6) se muestran en la Figura 2.

Figura 2. Respuestas porcentuales a las 6 preguntas cerradas de la encuesta, a alumnos de escuelas secundarias (N = 87)



De la escala de valoración confeccionada, se realizó un promedio de los puntajes obtenidos, por cada pregunta realizada. Para verificar el grado de dispersión de las respuestas se decidió utilizar la desviación estándar (σ), como se puede observar en la Tabla 3.

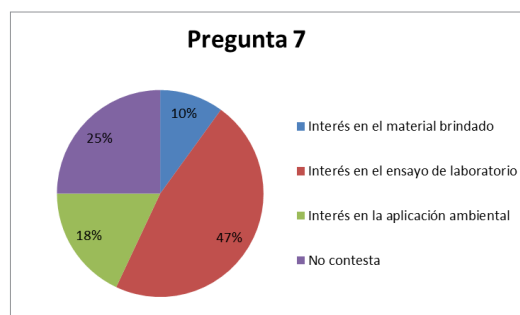
Tabla 3. Promedios y desviación estándar de preguntas realizadas a alumnos de escuelas secundarias

N.º	Preguntas	Promedio	Desviación estándar (σ)
1	¿Qué te pareció el ensayo de laboratorio llevado a cabo?	4,7	0,6
2	¿Qué te pareció realizar actividades de laboratorio?	4,5	0,9
3	¿Cómo consideras que es tu manejo con material de laboratorio?	3	1
4	¿Qué te parecieron las explicaciones dadas?	4,6	0,7
5	¿Cómo ves desde tu interés la aplicación de la química analítica sobre el ambiente?	4	1
6	¿Cómo es tu predisposición a aprender más sobre esta temática?	3	1

| 197

Con respecto a las respuestas abiertas correspondientes a las preguntas N.º 7 y 8, las y los alumnos del secundario pudieron expresarse libremente sin limitaciones en cuanto a las opciones. En el caso de la pregunta N.º 7 «¿Qué es lo que más te interesó de esta actividad? (Desarrollar)», las respuestas brindadas que se grafican en la Figura 3 fueron: (1) Interés en el material brindado, (2) Interés en el ensayo de laboratorio, (3) Interés en la aplicación ambiental. En este caso la opción «No contesta» ocupó un 25% del total de respuestas, quedando en el segundo lugar con respecto a su frecuencia de selección.

Figura 3. Respuestas de las y los alumnos de secundaria a la pregunta abierta N.º 7. Respuesta 1: Interés en el material brindado; Respuesta 2: Interés en el ensayo de laboratorio; Respuesta 3: Interés en la aplicación ambiental; Respuesta 4: No contesta. (N = 87)



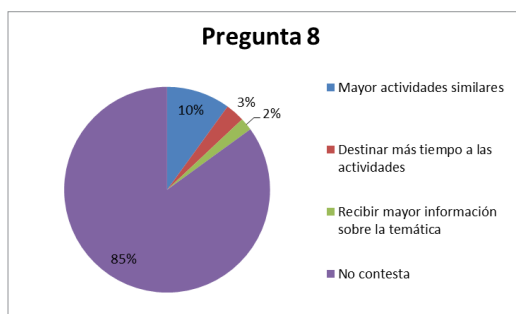
En el caso de las respuestas a la pregunta N.º 8 «Sugerencias (Desarrollar)», las respuestas graficadas en la Figura 4 fueron: (1) Brindarle más actividades similares a las desarrolladas, (2) Destinar más tiempo al desarrollo de las actividades

y (3) Recibir mayor información sobre la temática. En este caso, la opción «No contesta» quedó en primer lugar de frecuencia con un 85 % del total de respuestas.

El hecho de que la opción «No contesta» en las preguntas abiertas N.º 7 y 8 haya obtenido un alto porcentaje, puede deberse a que, el estudiantado no tiene opinión al respecto, o bien, al tratarse de preguntas a desarrollar, donde no se tiene que elegir obligatoriamente una respuesta, las y los estudiantes deciden no hacerlo. También puede deberse a timidez o temor al momento de formular una respuesta (Cruz Cantero, 1990; Rincón Gómez, 2014).

| 198

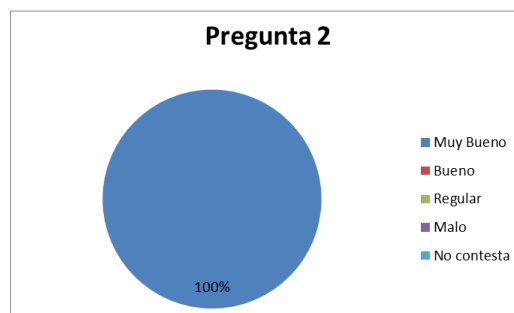
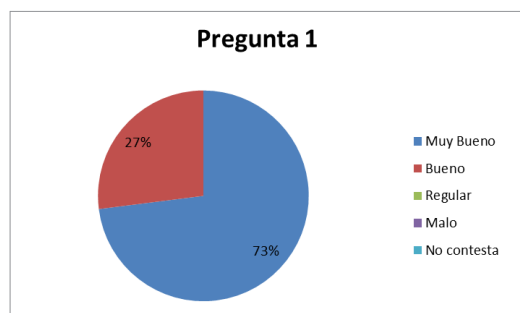
Figura 4. Respuestas de los alumnos de secundaria a la pregunta abierta N.º 8. Respuesta 1: Mayor actividades similares; Respuesta 2: Destinar más tiempo a las actividades; Respuesta 3: Recibir mayor información sobre la temática; Respuesta 4: No contesta (N = 87)



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ALUMNOS DE LA UNIVERSIDAD

Al finalizar el cursado de las asignaturas de Química Analítica y Química Ambiental, las y los alumnos son encuestados para recibir la retroalimentación que pueda permitir a los docentes mejorar algún aspecto didáctico, de enseñanza o estructural de la materia. Las figuras 5 y 6 muestran las respuestas a las preguntas cerradas N.º 1, 2 y 4 de parte de las y los alumnos de Química Analítica y de Química Ambiental, respectivamente.

Figura 5. Respuestas porcentuales a las 3 preguntas cerradas de la encuesta a estudiantes universitarios al finalizar la asignatura de Química Analítica (N = 15)



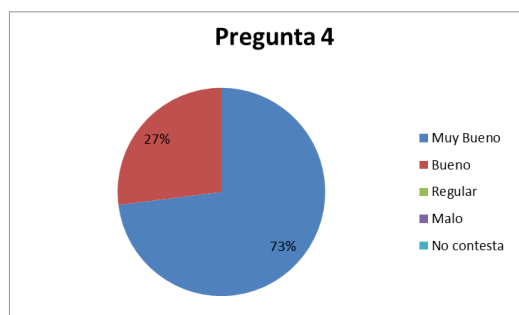
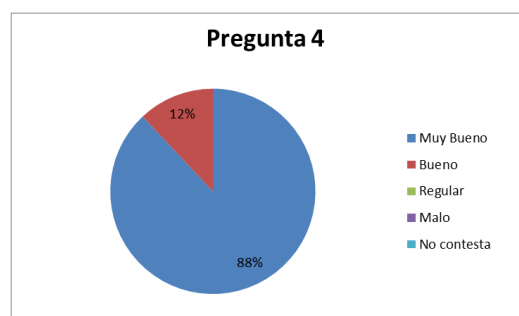
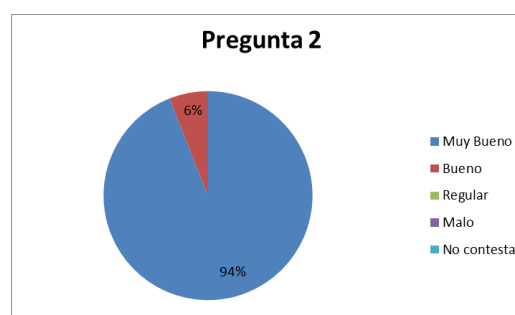
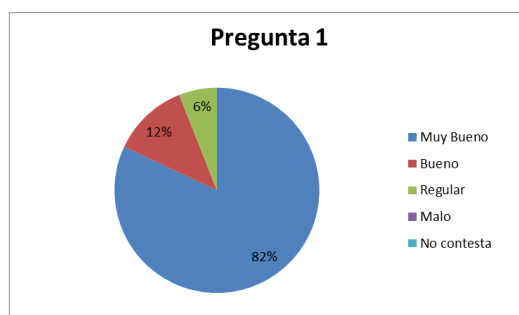


Figura 6. Respuestas porcentuales a las 3 preguntas cerradas de la encuesta, a estudiantes universitarios al finalizar la asignatura de Química Ambiental (N = 17)



En la Tabla 4 se muestran las respuestas obtenidas por las y los estudiantes universitarios luego de finalizado el cursado de las dos asignaturas, con el puntaje asignado según el criterio explicado en la Tabla 2.

Tabla 4. Promedios y desviación estándar de preguntas realizadas a estudiantes universitarios al finalizar el cursado de Química Analítica (N = 15) y Química Ambiental (N = 17)

N.º	Preguntas	Química Analítica		Química Ambiental	
		Promedio	Desviación estándar (σ)	Promedio	Desviación estándar (σ)
1	¿Qué te pareció el ensayo de laboratorio llevado a cabo?	4,7	0,4	4,8	0,6

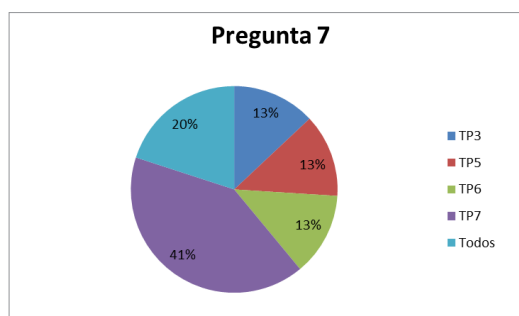
2	2) ¿Qué te pareció realizar actividades de laboratorio?	5	-	4,9	0,2
4	¿Qué te parecieron las explicaciones dadas?	4,7	0,4	4,9	0,3

Respecto a las preguntas abiertas, la pregunta N.º 7 adaptada al contexto del dictado quedó definida de la siguiente manera: «¿Cuál de los trabajos prácticos resultó de tu interés?». En Química Analítica se dictan 7 trabajos prácticos, mientras que en Química Ambiental se desarrollan 3. En la Figura 7A y 7B se representan las respuestas brindadas por las y los estudiantes al finalizar el cursado de Química Analítica y Química Ambiental, respectivamente.

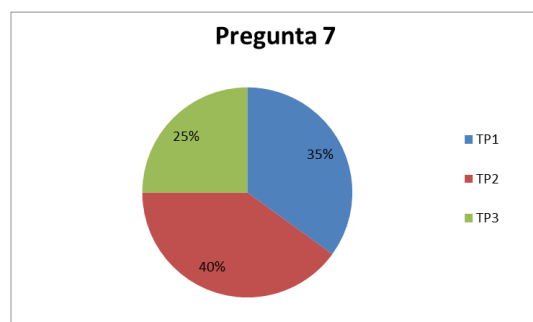
| 200

Figura 7. Respuestas de las y los estudiantes universitarios a la pregunta abierta N.º 7

7A. Al finalizar el cursado de Química Analítica (N = 15)



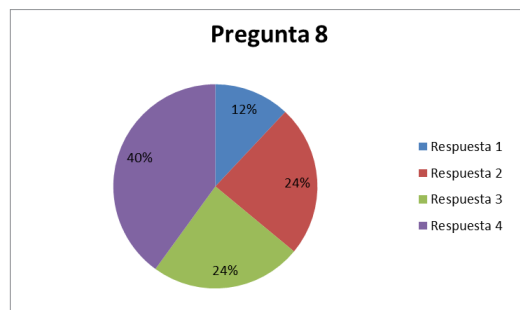
7B. Al finalizar el cursado de Química Ambiental (N = 17)



Respecto a la pregunta N.º 8 «Sugerencias (Desarrollar)», ambos grupos de estudiantes brindaron las mismas respuestas: (1) Destinar más tiempo al desarrollo de las actividades, (2) Brindar más explicación antes de los trabajos prácticos desarrollados y (3) Agregar más trabajos prácticos a la currícula. En la Figura 8A y 8B se muestran las respuestas en Química Analítica y Química Ambiental, respectivamente.

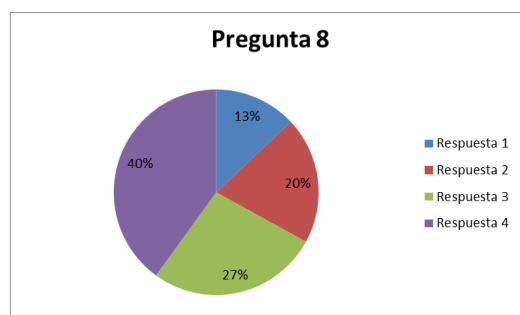
Figura 8. Respuestas de las y los estudiantes universitarios a la pregunta abierta N.º 8

8A: Al finalizar el cursado de Química Analítica (N = 15)



| 201

8B: Al finalizar el cursado de Química Ambiental (N = 17)



DISCUSIÓN

En cuanto a los resultados arrojados de la escala de valoración de las y los alumnos de las escuelas secundarias, se puede observar que el mayor consenso obtenido corresponde a las preguntas N.º 1, 2 y 4. Esto podría deberse a que las y los alumnos se vieron interesados por la explicación teórica realizada a modo de introducción con ayuda de material didáctico, como ser presentaciones en *Power Point* y folletos explicativos de la actividad que se llevaría a cabo en la jornada. Además, la actividad en el laboratorio realizando un ensayo ambiental, con el uso de materiales y técnicas, captó su atención y los hizo interesar en el tema, y en la aplicación que poseen los conceptos de la Química en el ambiente (pregunta N.º 5), si bien esta última posee una alta desviación estándar debido a que hubo un alto porcentaje de respuestas elegidas en el cuadro de «No contesta».

Antecedentes semejantes se recolectaron de un estudio llevado a cabo en Alemania, el cual evidenció un aumento en la motivación de las y los estudiantes luego de la implementación de actividades prácticas ligadas a las ciencias (Parchmann, *et al.*, 2006). Además, un estudio realizado en Malasia, también reveló que la mayoría de las y los estudiantes desarrolla una actitud positiva hacia la Química cuando realizan experimentos en laboratorio, y que su comprensión

hacia la misma mejora luego de esto (Wan Yunus y Mat Ali, 2013). Datos similares se recolectaron en nuestro país, en un estudio realizado en la provincia de Buenos Aires, con alumnos de 3° y 5° año de una escuela secundaria. En este, se prestó especial atención a preguntas relacionadas con la asistencia en laboratorios y el uso de nuevas tecnologías como estrategia de enseñanza de la Química, las cuales despiertan interés en las y los alumnos. Esto puede atribuirse a las actividades realizadas en laboratorio, cuya finalidad es el acercamiento del estudiantado a esta ciencia (Carle *et al.*, 2014).

| 202

Los resultados también arrojaron la indiferencia de las y los alumnos por aprender o discutir más sobre la temática del uso de la Química en la vida cotidiana y, consecuentemente, en el ambiente, dato que se asemeja al estudio realizado por Carle *et al.* (2014). En contraposición, en las sugerencias realizadas por dichos sujetos de estudio, se menciona el interés que poseen en la realización de más actividades semejantes.

Por lo tanto, y en acuerdo con lo que propone Garritz Ruiz (2001: 3), hay que estimular las habilidades que son necesarias para el aprendizaje de las y los alumnos. La cuestión también es ayudar a los profesores a cambiar la forma de enseñar Química, para que se transforme en una asignatura que despierte el interés y la curiosidad en las y los estudiantes.

Tanto las y los docentes que participaron en las actividades extracurriculares como sus alumnos valoraron positivamente el enfoque de enseñanza de química en contexto de una aplicación ambiental. Esto también fue visto en una actividad didáctica que se realizó en Argentina, la cual estuvo basada en un enfoque de enseñanza de las Ciencias Naturales en contexto, con el objetivo de mejorar la alfabetización científica de las y los estudiantes de secundaria, de favorecer la conexión entre el aprendizaje de Química y sus intereses, y la valoración de la inserción de esta disciplina científica en situaciones de la vida cotidiana (Galagovsky y Pérgola, 2017).

Por otro lado, si nos centramos en las respuestas de las y los estudiantes universitarios de la Licenciatura en Saneamiento Ambiental y la Tecnicatura Universitaria en Salud Ambiental, podemos observar el interés que aún presente en cuanto a la realización de ensayos de laboratorio y la calidad de los mismos, colaborando en la comprensión de los temas teóricos dados (preguntas N.° 1 y 2), tanto en segundo como cuarto año, sin que haya diferencias en cuanto al nivel de avance en la carrera. Asimismo, se obtuvo un alto promedio respecto a la pregunta N.° 4, la que indica que las explicaciones realizadas por el personal docente de la cátedra de Química Analítica y Química Ambiental son de alta calidad. Los mismos también se apoyan en material didáctico para la realización de las clases teóricas y coloquios (presentaciones en *Power Point*, apuntes, bibliografía complementaria, autoevaluaciones, plataforma virtual, entre otros), facilitando el aprendizaje de las y los alumnos. Estudios realizados a estudiantes universitarios de carreras afines a Química, arrojaron resul-

tados muy similares, obteniendo una actitud positiva respecto de la misma, y haciendo hincapié en la importancia del trabajo de laboratorio como método de comprensión de la teoría. También se destacó el valor de la metodología de enseñanza de los profesores, utilizando estrategias de enseñanza didácticas, dinámicas y prácticas (Muñoz Osuna *et. al.*, 2013).

CONCLUSIONES

| 203

A partir de las encuestas se puede concluir que, a las y los alumnos de las escuelas secundarias que realizaron actividades extracurriculares que brindó la cátedra de Química Analítica y Química Ambiental de la Licenciatura en Saneamiento Ambiental y la Tecnicatura Universitaria en Salud Ambiental de la ESS-FBCB-UNL, les cambió positivamente la perspectiva sobre su visión de la Química, su uso en la vida cotidiana y sobre el ambiente, interesándose más en la misma, derribando la construcción colectiva del pensamiento de las y los estudiantes de que la química es aburrida y que no se comprenden los contenidos dados por ser puramente teoría, en algunos casos.

La actividad práctica de laboratorio, el uso de materiales, equipos, *kits*, entre otros; despertaron el interés entre las y los alumnos, motivados por su interacción directa con dichos elementos, y por poder observar lo que teóricamente se describió en la sección introductoria de esta. Todo esto, apoyado con en material didáctico proporcionado, como ser un folleto introductorio y sintético sobre la actividad que llevarían a cabo y presentaciones en Power Point, entre otros recursos. Todo ello y la posibilidad de extrapolar dicha actividad práctica sobre el ambiente y sobre problemáticas ambientales que afectan a todos terminó por captar el interés de los alumnos asistentes.

En todas las escuelas participantes, las y los estudiantes poseen una materia de Medio Ambiente, pero no poseen horas de laboratorio de dicha materia ni de Química, por lo que la enseñanza es netamente teórica, limitando a aquel a pensamientos abstractos sobre las materias, (si bien, hay muchas actividades que no se pueden llevar a cabo en laboratorio sin elementos y materiales específicos o costosos). Aquí surge la importancia de la habilidad tanto de los profesores como de los directivos, para enseñar tanto Química como Medio Ambiente, con los recursos que cuenta la escuela, o mediante políticas y programas educativos obtener los recursos que se necesitan para lograr una adecuada instrucción. Por lo tanto, hay que estimular las habilidades que son necesarias para el aprendizaje de las y los estudiantes. La cuestión también es ayudar a los profesores a cambiar la forma de enseñar la Química, para que se transforme en una asignatura que despierte el interés y la curiosidad en el alumnado.

En cuanto a las y los estudiantes universitarios, podemos observar un interés creciente en cuanto a la realización de ensayos de laboratorio y la calidad de los mismos, si bien poseen otro nivel de enseñanza, se evidencia la impor-

tancia de dichas actividades prácticas, en lo que respecta a la comprensión de los temas teóricos dados y facilitando el aprendizaje del alumno.

Agradecimientos: Los autores agradecen a las y los alumnos de secundaria y a las y los estudiantes universitarios que amablemente contestaron la encuesta. A los colegios santafesinos EESOPi N.º 8153 *Santa Marta* (Pilar), *Ceferino Namuncurá* (Santa Fe) y EES N.º 3148 (Santa Fe) y a sus docentes por la predisposición brindada. A la ESS (FBCB – UNL) por las instalaciones y la coordinación de los espacios de encuentros con los diferentes colegios.

| 204

Referencias bibliográficas

- ACEVEDO, J. A. y MANASSERO M. A. (2004). Evaluación de las actitudes del profesorado respecto a los temas CTS: Nuevos avances metodológicos. En: *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 22, N.º 2, 299-12. Barcelona.
- ALAMINOS, A. y CASTEJÓN, J. L. (2006). *Elaboración, análisis e interpretación de encuestas, cuestionarios y escalas de opinión*. Vicerrectorado de Calidad y Armonización Europea. Instituto de Ciencias de la Educación. Universidad de Alicante, España. Alicante: Editorial Marfil, S.A.
- ANIJOVICH, R. y MORA, S. (2009). *Estrategias de enseñanza: otra mirada al quehacer en el aula*. Buenos Aires: Aique Grupo Editor. 1 ed.
- AVARGIL, S.; KOHEN, Z.; JUDY DORI, Y. (2020). Trends and perceptions of choosing chemistry as a major and a career. 21, 668-684. En: *Chemistry Education Research and Practice*. The Royal Society of Chemistry.
- BARRQUÉ, F.; SAMPAOLESI, S. y VETERE, V.; BRIAND, L. (2019). Propuesta de innovación metodológica para la enseñanza de Química situada en el primer año de las carreras de Ciencias Exactas. La Plata. *Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata.
- BERNABLE GALVEZ, D.; SAMBRANO VELASQUEZ, S. y SIUCE BONIFACIO, B. R. (2013). *Nivel de conocimiento de los contenidos del área de ciencia tecnología y ambiente y su relación con las actitudes ambientales en los estudiantes del tercer grado de educación secundaria de la Gran Unidad Escolar José Granda, San Martín de Porres*. Perú. Universidad Nacional de Educación.
- CAPELARI, M. (2020). *Innovaciones para la enseñanza inclusiva*. I Jornada de intercambio de experiencias docentes innovadoras. Buenos Aires. Facultad Regional Buenos Aires. Universidad Tecnológica Nacional.
- CARLE, G.; BRUNO, J. y DI RISIO, C. (2004) ¿Qué piensan nuestros alumnos de la química? Una experiencia de indagación a estudiantes de la escuela media en la provincia de Buenos Aires (Argentina) para el diseño de estrategias didácticas. Buenos Aires: *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*.
- CLAVERIE, J. y SAIDÓN, M. (2013). Universidades Sustentables: un análisis de los antecedentes académicos para avanzar con la investigación en el plano local. Córdoba: VIII *Jornadas de Investigación en Educación*.
- CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería) (2010). *La Formación del Ingeniero para el Desarrollo Sostenible*. Aportes del *Congreso Mundial Ingeniería*. Buenos Aires.
- CRUZ CANTERO, P. (1990). [En línea] Del no sabe al no contesta: un lugar de encuentro para diversas respuestas. [Fecha consulta: 20 de agosto de 2020]. Disponible en: http://www.reis.cis.es/REIS/PDF/REIS_052_08.pdf
- DEPARTAMENTO DE INFORMACIÓN UNIVERSITARIA (2019). *Síntesis de Información. Estadísticas Universitarias 2018-2019*. Buenos Aires. Dirección Nacional de Presupuesto e Información Universitaria. Secretaría de políticas universitarias. Ministerio de Educación Argentina.
- DESPUY, G.; KERN, S.; PACINI, C. y CRAVERI, A. (2018). Estrategias interdisciplinarias para fortalecer el aprendizaje de la química a partir de dificultades en el desarrollo de competencias matemáticas. Córdoba. IV *Congreso Argentino de Ingeniería*. X *Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería*.

DIRECCIÓN DE INFORMACIÓN Y ESTADÍSTICA EDUCATIVA [En línea] (2019). Dirección Nacional de Planeamiento de Políticas Educativas. Secretaría de Innovación y Calidad Educativa. Ministerio de Educación de la Nación. [Consulta: 22 de abril de 2020]. Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/educacion/planeamiento/info-estadistica/bdd>

DiNIECE (Dirección Nacional de Información y Evaluación de la Calidad Educativa) (2013). [En línea] La educación Argentina en cifras. CABA: Ministerio de Educación de la Nación. [Consulta: 22 de abril de 2020]. Disponible en: www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL005566.pdf

DIRECCIÓN NACIONAL DE PLANEAMIENTO DE POLÍTICAS EDUCATIVAS. [En línea] Secretaría de Innovación y Calidad Educativa. Ministerio de Educación de la Nación (2019). El estado de la educación en la Argentina. [Consulta: 24 de abril de 2020]. Disponible en: https://cms.argentinosporlaeducacion.org/media/reports/El_estado_de_la_educacion_Argentina.pdf

| 205

ESCUADERO, T. (1985). Las actitudes en la enseñanza de las ciencias un panorama complejo. La Rioja: Revista de *educación de España*. N.º2 (78) 5-21.

FBCB-UNL, a [En línea]. Historia institucional. Santa Fe. [Consulta: 01 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.fccb.unl.edu.ar/institucional/historia/>

FBCB-UNL, b [En línea]. Título: Licenciado en Saneamiento Ambiental. Santa Fe. [Consulta: 01 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.fccb.unl.edu.ar/estudios/lic-en-saneamiento-ambiental/>

FBCB-UNL, c [En línea] Título: Técnico Universitario en Salud Ambiental. Santa Fe. [Consulta: 1 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.unl.edu.ar/carreras/tecnico-en-salud-ambiental/>

GALAGOVSKY, L. (2004). Documento Final sobre Situación y Perspectivas para la Enseñanza de la Química y de las Ciencias Naturales. Dirección General de Cultura y Educación, Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. Buenos Aires. En Revista: *Química Viva* N.º1, (4) 1-12.

——— (2005). La Enseñanza de la Química Pre-Universitaria. Buenos Aires: en Revista: *Química Viva*. N.º4, (1) 8-22.

——— (2007). Enseñar química vs. Aprender química: una ecuación que no está balanceada. Buenos Aires: *Revista Química Viva*, vol. 6, 1-13. Número especial: Suplemento educativo.

GALAGOVSKY, L. y PÉRGOLA, M. (2017). Química en contexto. Una experiencia didáctica en Argentina. Sevilla: x *Congreso Nacional de Investigación en Didáctica de las Ciencias*.

GARRITZ RUIZ, A. (2001). La educación de la Química en México en el siglo xx. En: *Journal of the Mexican Chemical Society*, 45, 109 – 114.

GIULIANO, M. y PÉREZ, S. N. (2014). *Factores que afectan la permanencia de los estudiantes en las carreras de Ingeniería de la UNLaM*. Programa PROINCE. Proyecto C143. Buenos Aires. Universidad Nacional de La Matanza. Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas.

HOFSTEIN, A.; EILKS, I., y BYBEE, R. (2011). Problemas sociales y su importancia para la educación científica contemporánea: una justificación pedagógica y el estado del arte en Israel, Alemania y los Estados Unidos. En Revista: *International Journal of Science and Mathematics Education*, N.º 9 (6), 1459-1483.

LEMA, S. (2016). [En línea] *Los juegos didácticos como alternativa en el proceso de enseñanza aprendizaje (Bachelor's thesis)*. Ecuador. Universidad Central del Ecuador. [Consulta: 24 de abril de 2020]. Disponible en: http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8582/1/T-UCE-0010_1513.pdf

LEÓN RIAÑO, I.V. (2018). [En línea] *Contaminantes emergentes: intervención didáctica estructurada desde la química relevante, para educación media*. Colombia. Universidad Pedagógica Nacional. [Consulta: 23 de septiembre de 2020]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/11080>

Ley N.º 26206 de Educación Nacional de 2006, artículo 89. [En línea] Buenos Aires. [Consulta: 7 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ley-de-educ-nac-58ac89392ea4c.pdf>

MARBÀ-TALLADA, A. y MÁRQUEZ BARGALLÓ, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. En: *Revista enseñanza de las ciencias*, 28 (1): 19-30.

MONTENEGRO, E. y PATRICIO, F. (2016). [En línea] *Importancia en la elaboración de productos químicos sencillos, como estrategia educativa para fomentar el aprendizaje de la química, en los estudiantes de los séptimos años de Educación Básica de la Escuela «Guillermo Garzón Ubidia» del cantón Otavalo, periodo*

académico 2014-2015 (Bachelor's thesis). Ecuador. [Consulta: Consulta: 7 de septiembre de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5070>

MORAAGA TOLEDO, S.; ESPINET BLANCH, M. y MERINO RUBILAR, C. (2019). El contexto en la enseñanza de la química: Análisis de secuencias de enseñanza y aprendizaje diseñadas por profesores de ciencias de secundaria en formación inicial. En: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Vol. 16 (1) 1604.

MORIN, E. (2001). *La cabeza bien puesta. Repensar la reforma, reformar el pensamiento*. Buenos Aires: Ed. Nueva Visión.

MUÑOZ OZUNA, F.; ARVAYO MATA, K.; VILLEGAS OSUNA, C.; COTA HUGUES, K.; ORTEGA DEL CASTILLO, M. y SALAZAR FUENTES, A. (2010). Actitudes que propician el aprendizaje de la Química en estudiantes universitarios conforme avanzan en la carrera. En: *Educación Química* 24 (número extraordinario 2), 529-537.

OCDE (1982). *Eutrophisation des eaux. Méthodes de surveillance, d'évaluation et de lutte*. París.

ODETTI, H. (2009). Likert y Diferencial Semántico en la medición de actitudes hacia la química en estudiantes universitarios. En: *Aula Universitaria* N.º 11, 69-82.

OLAGUEZ, E.; PEÑA, E. Y ESPINO, P. (2017). *La gestión de la educación ambiental en las organizaciones desde la perspectiva de los estudiantes de la universidad politécnica del valle del Évora, Méxicoholos. Brasil*. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Natal, Brasil. Vol. 8, 2017, 145-159.

OSORIO, Y.W. (2004). *El experimento como indicador de aprendizaje*. Bogotá: Boletín PPDQ, No. 43, 7-10. Colombia. Comunicaciones en Estadística, Universidad de Santo Tomas. Vol. 7, N.º 2, 139-156.

PARCHMANN, I.; GRÄSEL, C.; BAER, A.; NENTWIG, P.; DEMUTH, R. Y RALLE, B. (2006). Chemie im Kontext: a symbiotic implementation of a context-based teaching and learning approach. Alemania. En: *Revista International Journal of Science Education* N.º28, 1041-1062.

RYDING, S. Y RAST, W. (1992). *El control de la eutrofización en lagos y pantanos*. Madrid: Ed. Pirámide.

SANMARTI PUIG, N. y MÁRQUEZ BARGALLÓ, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. En: *Revista de Educación Científica*, 1,1: 3-16.

SECRETARÍA DE EVALUACIÓN E INFORMACIÓN EDUCATIVA (2020). [En línea] Evaluación de la educación secundaria en Argentina, 2019. [Consulta: 18 de agosto de 2020]. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/evaluacion_educacion_secundaria_argentina_2019.pdf

SICE (Secretaría de Innovación y Calidad Educativa) (2017). [En línea] Principales cifras del sistema educativo nacional. Ministerio de Educación y Deportes. Presidencia de la Nación. Buenos Aires. [Consulta: 05 de Agosto de 2020]. Disponible en: www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL005678.pdf

WAN YUNUS, FARHANA; MAT ALI, ZAINUN (2013). Attitude towards Learning Chemistry among Secondary School Students in Malaysia. En: *Asian Journal of Behavioural Studies*, 3, 11.

Acerca del artículo

| 207

El presente trabajo se basó en el análisis de respuestas registradas mediante encuestas realizadas a alumnos de escuela secundaria en el marco de dos actividades extracurriculares denominadas «Semana de la Ciencia» y «Expociencias» y a estudiantes universitarios de 2° y 4° año de la Licenciatura en Saneamiento Ambiental y 2° y 3° año de la Tecnicatura Universitaria en Salud Ambiental (ESS-FBCB-UNL), sobre el desarrollo de las cátedras Química Analítica y Química Ambiental. En esta encuesta se evaluó como una actividad práctica de química aplicada al ambiente podría cambiar la visión de la asignatura por parte de los alumnos.

Fecha de recepción: 30/11/2020

Fecha de aceptación: 4/3/2021