



## INVESTIGACIÓN

# Valoración de la utilidad de la Química por estudiantes de Ingeniería Mecánica: Efecto de una propuesta didáctica



María del Mar López Guerrero<sup>a,\*</sup>, Ángel Blanco López<sup>b</sup> y José Serrano Angulo<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, Málaga, España

<sup>b</sup> Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Málaga, Málaga, España

<sup>c</sup> Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Málaga, Málaga, España

Recibido el 4 de mayo de 2016; aceptado el 8 de agosto de 2016

Disponible en Internet el 7 de noviembre de 2016

### PALABRAS CLAVE

Química;  
Formación de  
ingenieros;  
Ingeniería Mecánica;  
Utilidad de la química

**Resumen** Esta investigación supone un acercamiento al estudio de la percepción de los estudiantes de ingenierías sobre la utilidad de la química para su formación. Se pretende averiguar el grado de utilidad que conceden a la química los estudiantes de primer curso del Grado de Ingeniería Mecánica. Para ayudar a los estudiantes a mejorar su visión sobre su utilidad se ha desarrollado una propuesta didáctica con 2 grupos clase, comparando los resultados con otro grupo con el que no se llevó a cabo. Las valoraciones y justificaciones de los estudiantes sobre la utilidad de la química, al inicio y al final de curso, se obtienen mediante una escala Likert de 1 a 4 y en una pregunta abierta para expresar las razones de su valoración. Se han encontrado diferencias al final de curso en la valoración de la utilidad de la química por parte de los estudiantes que participaron en la propuesta didáctica con respecto a los que no lo hicieron. Así mismo, se aprecia una fuerte concordancia entre las valoraciones en la escala Likert y las justificaciones aportadas.

© 2016 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [mlopez@uma.es](mailto:mlopez@uma.es) (M.M. López Guerrero).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

**KEYWORDS**  
Chemistry;  
Engineering  
education;  
Mechanical  
Engineering;  
Usefulness of  
chemistry**Usefulness of the Chemistry according to Mechanical Engineering students: Effect of a teaching proposal**

**Abstract** An investigation about usefulness of chemistry in engineering students formation according to their perception is shown. In particular, it is intended to discover how useful Chemistry is for first year Bachelor of Mechanical Engineering students and how to help students improve their views on the usefulness of chemistry. It has carried out a teaching proposal into 2 groups and then, the results were compared with another group, which has not been done this teaching proposal. The assessments and justifications of the students about the usefulness of chemistry were obtained at the beginning and end of the course, through a task that should be noted in a Likert scale of 1 to 4 and an open question to give reasons for its assessment. It was found differences in the assessment of the usefulness of chemistry between the groups which have participated in the teaching proposal and another one, which has not participated in it. It also found a strong agreement between ratings on a Likert scale and justifications provided. The results support the teaching proposal, showing the importance of the usefulness of chemistry for their training and professional future, although it is considered necessary to further this line.

© 2016 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

Los profesores de Química se encuentran con el problema del escaso interés por esta materia que tiene el alumnado de los grados universitarios no específicos de química (De Morán, de Bullaude y de Zamora, 1995; De Jong, 1998), especialmente, los de ingenierías (Ollino, Revecco y Alarcón, 2007), que se manifiesta principalmente en un bajo rendimiento académico. Este problema puede derivar en un descenso de la matrícula e incluso en un abandono.

Este hecho ha sido denominado por algunos autores como «quimifobia» (Ollino et al., 2007) y son diversas las causas descritas en la bibliografía. Según algunas investigaciones (Oliver, Eimer, Bálsamo y Crivello, 2011; Perich, 2008) es debido, principalmente, a una escasa formación en esta asignatura durante la enseñanza secundaria, así como a la forma en la que se enseñan sus contenidos, que se muestra insuficiente para permitir su comprensión (Muciño y Sámano, 2007). Esta falta de interés (Solbes, Montserrat y Furió, 2007) puede considerarse también una consecuencia de una actitud no favorable hacia la propia ciencia química (Furió, 2006). Hay que tener en cuenta que los aspectos afectivos tienen una importancia decisiva para el logro de la motivación necesaria para el aprendizaje (De Morán et al., 1995).

En términos generales, se considera que la actitud hacia una determinada materia y su aprendizaje depende de muchos factores (Escudero, 1985), entre los que se encuentran:

- Percibir la conexión de lo que aprenden con la vida diaria.
- Apreciar la utilidad para su futura profesión.
- La motivación extrínseca que puedan recibir de los modelos parentales.
- El autoconcepto de los estudiantes «bueno, o no, para ciencias», reafirmado por su éxito o fracaso en el rendimiento en esta área.
- La metodología empleada por el profesorado.

Se entiende que no todos estos factores tienen que ser igualmente relevantes para cada estudiante. Así, para los de ingenierías el reconocimiento de la utilidad de las materias que estudian para sus futuras profesiones debería tener un papel importante en la actitud hacia su aprendizaje y en su rendimiento académico. No obstante, hay que tener en cuenta que las variables que condicionan el rendimiento académico de los estudiantes universitarios son muy numerosas y resulta muy complejo ponderar la influencia específica de cada una. Se parte de la idea de que las actitudes que mantienen hacia el aprendizaje son una de las variables fundamentales que influye en los resultados escolares, un tema que es sumamente relevante en el ámbito educativo (Gargallo, Pérez, Serra, Sánchez y Ros, 2007).

Aunque la utilidad ha sido considerada, en algunos estudios, como uno de los factores relevantes en la actitud hacia la química y su aprendizaje (Noseda, Puccetti y Schveigkardt, 2000; Bauer, 2008; Molina, Carriazo y Fariás, 2011), no se tiene constancia de investigaciones que se centren exclusivamente en este aspecto en los estudios de ingeniería.

Por estas razones se ha llevado a cabo esta investigación, que supone un acercamiento a conocer la percepción de los estudiantes de ingenierías sobre la utilidad de la química en su formación. Se pretende averiguar cuál es el grado de utilidad que los estudiantes de Ingeniería Mecánica conceden a la química y cómo mejorar la percepción de su utilidad valiéndonos de metodologías didácticas, entendiendo que, como parte de los aspectos actitudinales, redundará, a su vez, en una mejora de su educación química.

## La utilidad de la química para los estudiantes

Algunos estudios han explorado la percepción que los estudiantes universitarios tienen de la utilidad de la química como parte de su actitud hacia esta ciencia y hacia su aprendizaje. Estos estudios muestran diversas formas de entender

este concepto y aportan resultados que pueden considerarse en algunos aspectos similares y en otros diferentes.

**Noseda et al. (2000)** investigaron las actitudes que manifestaban los estudiantes de Bioquímica y Ciencias Biológicas en Argentina. Consideraban la actitud conformada por 5 factores entre los que incluyen la utilidad, entendida como el provecho que el alumnado obtiene de la química. Los resultados mostraban que el alumnado mantiene una actitud positiva global hacia la asignatura Química General y, en particular, hacia su utilidad.

**Salta y Tzougraki (2004)** estudiaron la actitud hacia la química de estudiantes preuniversitarios griegos. La actitud hacia la química es considerada en este estudio como creencias positivas o negativas hacia la propia química como ciencia y hacia los cursos de formación sobre ella, y entre los aspectos contemplados se incluía su utilidad para el futuro profesional de los estudiantes y para sus vidas. Los resultados mostraron que los estudiantes creen que la química no es útil para sus futuras carreras profesionales, pero reconocen la importancia de la química en sus vidas.

**Bauer (2008)** desarrolló un cuestionario para medir lo que denomina actitud emocional hacia la química como cuerpo del conocimiento o como práctica, uno de cuyos factores es el interés y la utilidad. Lo aplicó en un curso universitario de Química General del Reino Unido con estudiantes de diversas especialidades, incluida la ingeniería. Los resultados obtenidos mostraban que los estudiantes que tenían menos contacto y experiencia en el estudio de la química otorgaron valores significativamente inferiores en cuanto al interés y utilidad.

**Olivo y Bonilla (2009)** realizaron estudios con estudiantes de ingenierías de Puerto Rico, y pusieron de manifiesto que estos estudiantes creen que es relevante para los ingenieros saber química, pero no lo consideran muy importante para su profesión. Concluyen que los estudiantes no comprenden claramente sus campos profesionales, ni las relaciones de estos campos con la química.

**Molina et al. (2011)** exploraron la utilidad que estudiantes universitarios colombianos de ciencias e ingenierías concedían al conocimiento químico. Los resultados obtenidos mostraban un valor neutral, cercano a las actitudes negativas. Los estudiantes de las carreras de Química, Farmacia e Ingeniería Química mostraban una alta aceptación de la utilidad de la química. Dentro de los distintos ámbitos de utilidad considerados en este estudio (para la carrera y para el desempeño profesional), los resultados mostraron que los estudiantes no consideraban estrictamente necesario el saber química para su desarrollo profesional, mientras que son muy conscientes de que la química está implicada en sus carreras. **Molina et al., 2011** incluyeron un ítem relativo a la utilidad de la química en la vida diaria, en términos de «La química sirve para conocer muchos aspectos de nuestra vida cotidiana» (p. 1673). Los resultados obtenidos mostraban que los estudiantes consideran útil la Química, aunque «la utilidad no transciende el interés por estudiarla, ya que la dificultad es vista como un obstáculo actitudinal al enfrentarse a la química» (p. 1677).

Los estudios citados muestran que los estudiantes de ingeniería mantienen una posición ambivalente en cuanto a la utilidad de la química. Parece que no aprecian la utilidad de la química para su futuro profesional, aunque reconocen que debe formar parte de su formación como ingenieros.

No se dispone de datos de estudios similares en España que permitan compararlos con los encontrados en estos estudios. Por todo ello, y con objeto de profundizar en el valor que los estudiantes de ingenierías otorgan a la utilidad de la química, se ha llevado a cabo esta investigación.

## Objetivos de la investigación

- Analizar la utilidad que los estudiantes de Ingeniería Mecánica asignan a la química al comienzo de sus estudios universitarios.
- Valorar el efecto de una propuesta didáctica sobre la utilidad que los estudiantes asignan a la química.

## Contexto de la investigación

Se ha desarrollado durante el curso académico 2012-2013, en el seno de la asignatura (obligatoria) de Química del primer semestre del 1.<sup>er</sup> curso del Grado en Ingeniería Mecánica en la Universidad de Málaga. Se ha llevado a cabo en 3 grupos de la asignatura, A, B y C, con una edad media del alumnado participante en esta investigación en torno a los 19-20 años. En la docencia de los grupos A y B se incorporó la propuesta desarrollada a lo largo del curso, con el objetivo de mostrar la utilidad que tendrá la química en la formación de los estudiantes como ingenieros, mediante la identificación y el análisis de aplicaciones y contextos relevantes en la vida diaria y en el mundo profesional. En el grupo C no se llevó a cabo esta innovación didáctica, y se siguió el enfoque habitual de la asignatura.

Esta propuesta didáctica se fundamenta en los resultados de un buen número de investigaciones que muestran la importancia que la relevancia de los conocimientos tiene en el aprendizaje de las ciencias en general y de la química en particular (**Stuckey, Hofstein, Mamlok-Naaman y Eilks, 2013**). Esta relevancia se puede poner de manifiesto cuando los estudiantes aprecian la utilidad que los conocimientos tienen en su vida cotidiana o en el desarrollo y el bienestar de la sociedad (**Muñoz-Osuna et al., 2013**)

La primera actividad de esta propuesta didáctica se desarrolló durante la presentación de la asignatura. Se mostró a los estudiantes el programa de la asignatura y el de otras del grado, en las que la Química es básica. Con ello se pretendía hacer conscientes a los estudiantes de cómo la química impregnará los contenidos de otras asignaturas.

Al finalizar cada unidad didáctica (10) de la asignatura, se presentaba un contexto concreto en el que se mostraba cómo el tema tratado en dicha unidad se aplicaba en problemas o situaciones propias de las tareas profesionales de un ingeniero mecánico. Por ejemplo, en la primera unidad didáctica, centrada en las reacciones nucleares, se analizó cómo funcionarán los coches, barcos y submarinos del futuro, que utilizarán como fuente de energía las reacciones nucleares (**tabla 1**).

Para cada uno de los contextos de aplicación se hizo una presentación gráfica que acompañaba a la explicación, los estudiantes realizaban preguntas, exponían sus conocimientos e ideas al respecto, y se promovía un debate sobre algún aspecto controvertido de los ejemplos mostrados. En el caso de los coches del futuro se debatió sobre los posibles

**Tabla 1** Algunos contextos utilizados para mostrar a los alumnos la utilidad de la química en la profesión de ingeniero mecánico

U.D.	Tema	Contextos o situaciones
1	Reacciones nucleares	Prototipos de coche, barcos y submarinos que funcionan con energía nuclear
3	Velocidad de reacción	Funcionamiento de los catalizadores en tubos de escape
8	Química Orgánica	Visita a una fábrica de cerveza

U.D., unidad didáctica.

problemas de seguridad al usar reacciones nucleares como fuente de energía.

## Metodología

### Instrumento para la recogida de datos

Para recabar las valoraciones y justificaciones de los estudiantes sobre la utilidad de la química en su formación, se diseñó *ex profeso* una tarea (fig. 1) en la que se les solicitaba que indicaran la utilidad que tendría la asignatura Química para su formación como ingeniero en Mecánica, según una escala Likert de 1 a 4, en la que 1 significaba un grado de utilidad muy bajo y 4 un grado de utilidad muy alto. A continuación, se les proponía una pregunta abierta para que indicaran cuáles eran las razones que motivaban ese valor asignado.

Los estudiantes cumplimentaron esta tarea al comienzo del curso, el primer día de clase, y al final del semestre, tras la realización del examen final. Para conseguir la máxima participación de los estudiantes se realizó una carta de presentación donde se explicaban los objetivos de la investigación.

### Participantes

En este investigación se ha trabajado con 3 grupos completos de estudiantes, que conformaban un total de 159 alumnos, de los que 130 asistían, participaban y trabajaban asiduamente en clase, por lo que, el número de estudiantes que contestaron la tarea inicial fue de 130: 49 del grupo A, 42 del grupo B y 39 del grupo C. De estos, 100 también respondieron a la tarea final. Al ser grupos de clase formados por criterios del centro, no se tenía garantías de que fuesen homogéneos respecto a ciertas variables, tales como nivel de estudios previos en química, si repetían curso, etc.; por lo que en la tarea de comienzo de curso se recabó información sobre estas variables con el fin de poder establecer la homogeneidad inicial de los grupos respecto a ellas. Se ha utilizado el test de independencia de la ji cuadrado para las posibles diferencias de las distribuciones de las variables en cada grupo, con un nivel de significación del 0.05.

Los datos aportados permitieron conocer cuáles eran los niveles de estudios de química que habían realizado los estudiantes antes de comenzar esta asignatura en el grado. El 90% la habían estudiado en la educación secundaria obligatoria (ESO) y en el bachillerato solo el 64.6%. Es decir, más de una tercera parte de la muestra indicaba que no habían estudiado Química en bachillerato y, por tanto, su formación en esta disciplina finalizó con la ESO. La distribución de los que habían estudiado Química en ESO o en bachillerato

es semejante en los 3 grupos, sin diferencias significativas entre las distribuciones de estas variables entre los grupos. Además de la formación recibida en la ESO o el bachillerato, 32 estudiantes, distribuidos casi por igual en los 3 grupos, habían recibido formación sobre Química en estudios superiores. De este modo se parte con ciertas garantías de la homogeneidad de los grupos respecto de estas variables que podrían influir en los resultados.

Por otro lado, también se preguntaba si se habían examinado de Química (materia opcional) en las pruebas de acceso a la universidad (PAU). Se considera este dato relevante, ya que parece indicar que la Química puede ser considerada una materia difícil en las PAU para la gran mayoría de los estudiantes de la muestra. Solo el 15% de los estudiantes que habían estudiado Química en bachillerato lo hicieron, sin diferencias significativas entre los 3 grupos de la muestra.

### Análisis de los datos

Con las respuestas a la pregunta abierta se realizó un análisis de contenido para categorizar las distintas razones aportadas por los estudiantes. Estas categorías se extrajeron a partir de la lectura de las respuestas de los estudiantes sin haber planteado ningún esquema previo (Dey, 2005). Para construir el esquema de categorización se procedió de la siguiente forma:

- El equipo de investigación realizó una propuesta inicial de categorías, tras una primera lectura de todas las respuestas.
- Los 3 miembros del equipo de investigación realizaron de forma independiente la categorización de las respuestas.
- Después, en reuniones conjuntas se cotejaron las categorizaciones realizadas y se decidió la categorización de algunas respuestas concretas en las que inicialmente no había coincidencias. Este proceso también condujo a la normalización o a cambios de redacción de subcategorías del esquema, quedando finalmente tal y como se muestran en la tabla 2.

Finalmente, y siguiendo el mismo procedimiento, se llevó a cabo una segunda codificación de las subcategorías de estas razones según el grado de utilidad que se desprendían de ellas también en una escala de 1 a 4 (tabla 2). Las razones aportadas sobre la química como cultura general se consideraron como baja utilidad para el ámbito profesional o académico.

### Resultados

Los resultados se presentan en 3 apartados: grado de utilidad de la química, justificaciones y coherencia entre ambos

Marca el grado en el que consideras que estudiar Química será útil para tu formación como Ingeniero en Mecánica:

1	2	3	4
Muy bajo	Bajo	Alto	Muy alto

Razones de tu valoración: .....

**Figura 1** Tarea utilizada para recabar las valoraciones y opiniones de los estudiantes.

aspectos, comparación en cada caso de los resultados a comienzos y a final del curso.

### Utilidad de la química

En la [figura 2](#) se muestran las valoraciones que los estudiantes otorgaron a la química a comienzos y finales de curso según la escala Likert que se les planteó.

La mayoría de los estudiantes (96.1%), se situaron al inicio de curso en los valores intermedios 2 o 3 (bajo o alto). En términos generales la valoración global se sitúa cerca del valor 3 (alto), sin diferencias significativas entre los grupos

de estudiantes. También se ha estudiado la posible relación entre la valoración otorgada inicialmente a la utilidad de la química y el grado de formación de partida. Se establecieron 3 niveles: bajo (formación en Química solo en la ESO), medio (formación en Química en la ESO y bachillerato) y alto (formación en química en la ESO y el bachillerato y presentación a la PAU de Química). Se aprecia ([tabla 3](#)) que los estudiantes con un nivel alto de formación mostraban una opinión más variada, mientras que los que tienen un nivel medio o bajo tenían una opinión centrada en los valores intermedios.

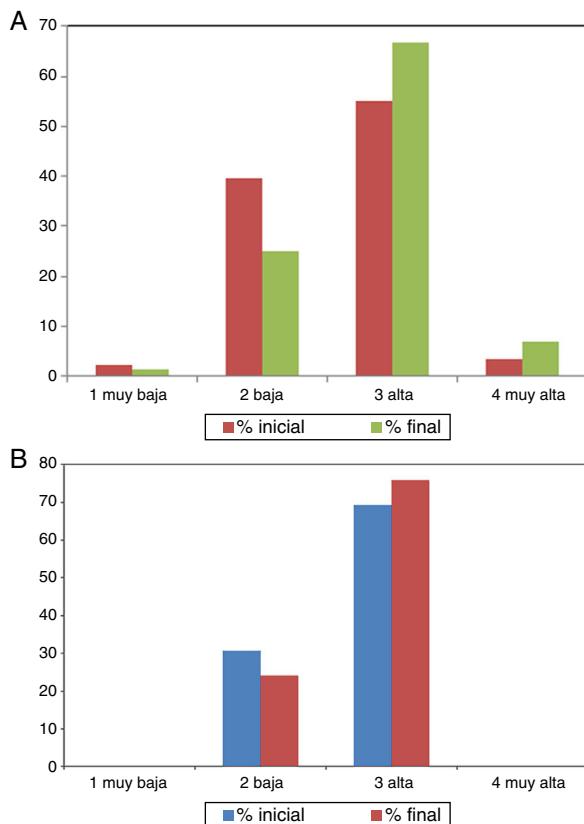
Estos resultados se pueden interpretar en el sentido de que los estudiantes con mayor nivel de estudios pueden disponer de más información para discriminar su valoración. No

**Tabla 2** Categorización de las justificaciones de los estudiantes según la importancia concedida a la Química

Valor	Categorías sobre la utilidad de la química:	Expresiones de los estudiantes	% principio	% final
1	Es muy/poco útil/fundamental/importante (para la carrera o para las preferencias laborales de los estudiantes)	No es de las asignaturas que necesitaré en el futuro El conocimiento de química como tal, no influye en la ingeniería mecánica	15.1	10.4
2	Tiene una utilidad/importancia restringida a campos/situaciones muy concretos de la ingeniería Tiene poca utilidad con respecto a otras materias	Otras asignaturas las veo con mayor utilidad práctica en la vida laboral Muchos de los conceptos estudiados no son realmente necesarios, aunque algunos relacionados con la metalurgia y formación de compuestos, sí	21.8	12.5
3	Tiene utilidad/importancia en muchos campos de la ingeniería mecánica o en la formación como ingeniero Es útil/necesaria para otras materias	Para un ingeniero que curse estructuras le servirá Será necesaria para otras asignaturas	51.3	61.5
4	Tiene utilidad/importancia en términos absolutos, sin matizaciones Es muy útil/esencial/fundamental para entender muchas cosas Sirve de base para otras materias de la carrera Es de gran interés en el trabajo de un ingeniero	La química es fundamental para progresar en el conocimiento verdadero Se trata de la base de las ciencias de los materiales, y está todo relacionado con la mecánica La química es prácticamente esencial para poder llevar a cabo cualquier tipo de problema	11.8	15.6

**Tabla 3** Valoración de la utilidad de la química al principio de curso relacionado con nivel de estudio

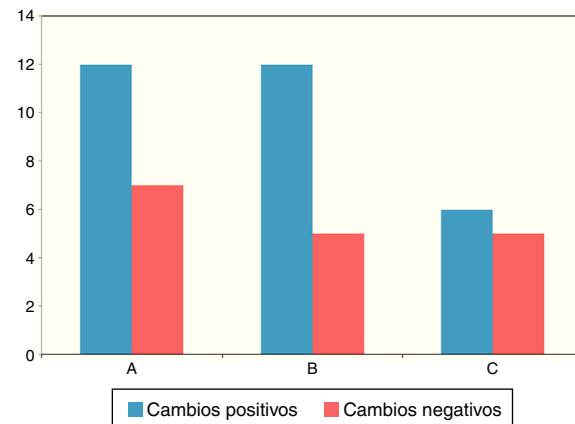
Nivel de estudios/valoración de utilidad	Alto	Medio	Bajo
1 (muy baja)	11.1	0.0	0.0
2 (baja)	22.2	35.4	44.7
3 (alta)	61.1	61.5	55.3
4 (muy alta)	5.6	3.1	0.0
	100.0	100.0	100.0

**Figura 2** Valoración de utilidad de la química para los estudiantes de los grupos A y B (imagen superior) y grupo C (imagen inferior), principio y final del curso.

obstante, no aparecen diferencias significativas en cuanto a la valoración otorgada a la utilidad de la química y el nivel de formación inicial.

Los resultados obtenidos al final del curso muestran un ligero avance en la valoración global: al analizar los cambios producidos en las valoraciones individuales al comienzo y final de curso ([tabla 4](#)) se observan diferencias significativas<sup>1</sup>.

Así en los grupos A y B había un 25.1% de estudiantes que cambian a una mejor valoración de la utilidad frente a un 11.1% que cambió a una peor valoración. Este 25.1% es la suma del 20.9% que habían mejorado su valoración en un

**Figura 3** Cambios en las justificaciones sobre la utilidad de la química por grupo.

punto y del 4.2% que lo había hecho en 2 puntos. Por el contrario, en el grupo C, solo aparecía un 10.3% de estudiantes que cambiaban a una mejor valoración en un punto, frente a 6.9% que lo hacían a peor en un punto, manteniéndose en la misma opinión el 82.8%. En el grupo C no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre las valoraciones al comienzo y al final de curso. En cambio, sí se encontraron en los grupos A y B, obteniéndose una  $t = -2.259$  con  $N = 71$  y una significación bilateral de 0.027.

### Justificaciones aportadas por los estudiantes

La gran mayoría de los estudiantes que completaron la escala Likert respondieron, a su vez, a la pregunta abierta; al inicio de curso 117 de los 130 y al final de curso 97 de los 100. Los estudiantes interpretaron la expresión «útil para tu formación como ingeniero mecánico» de varias formas: como la utilidad para su formación académica, para el desarrollo profesional o para la profesión de ingeniero. Por otro lado, algunos estudiantes dieron una respuesta más abierta en la que hacían hincapié en que la química formaba parte de una formación general, considerándola como cultura, en lugar de considerarla como utilidad académica o profesional. En la [figura 3](#) se muestran los cambios de los valores asignados a las justificaciones de los estudiantes por grupo de clase, al principio y al final de curso.

En el grupo C, un 20% manifestaba una justificación inferior al final de curso frente al 24% que manifestaba una justificación superior. En los grupos A y B, los porcentajes eran de un 18.5 frente al 36.9%. Estos resultados evidencian un cambio de opinión más favorable en los grupos A y B, que

<sup>1</sup> Se han reagrupado los distintos niveles, de forma que se cumplan las exigencias de ji cuadrado en cuanto a frecuencias esperadas. Ha resultado una tabla  $2 \times 2$ , en la que se ha realizado la prueba de probabilidad exacta de Fischer.

**Tabla 4** Diferencias entre final y principio de curso en función de la valoración de la utilidad de la química (escala Likert)

	Diferencias en la valoración de la utilidad asignada al final y al principio de curso (%)				Total
	-1	0	1	2	
<i>Grupo de clase</i>					
A y B	11.1	63.9	20.9	4.2	71.3
C	6.9	82.8	10.3	0.0	28.7
Total	9.9	69.3	17.8	3.0	100.0

se ponen de manifiesto en cada uno de estos 2 grupos por separado.

#### Coherencia entre la valoración de la utilidad y de las justificaciones

Para analizar la coherencia en las respuestas de los estudiantes, se ha estudiado la concordancia entre la valoración a la utilidad y las justificaciones que la acompañaban. La concordancia al inicio de curso fue de  $71/119 = 59.66\%$ , o  $117/119 = 98.32\%$  si se considera una diferencia de  $\pm 1$ . Al final de curso, la concordancia fue de  $66/96 = 68.75\%$ , o el 100% si se considera una diferencia de  $\pm 1$ . La concordancia entre la codificación de las justificaciones ofrecidas por los estudiantes y las valoraciones que señalaron en la escala Likert es de más del 90%, tanto en las respuestas dadas a principio del curso como al final.

#### Conclusiones e implicaciones didácticas

Los resultados de este estudio muestran que más de una tercera parte de los estudiantes que han participado en esta investigación comienzan sus estudios de Ingeniería Mecánica sin haber cursado esta asignatura en el bachillerato y, por tanto, sus primeros contactos con la misma se circunscriben a la ESO.

Al comienzo del grado, manifiestan una valoración media alta de la utilidad de la química, que es independiente del nivel de estudio que tenían con respecto a esta materia. Estos resultados están en la línea de los obtenidos por Molina et al., 2011. Por otro lado, se constata una fuerte relación entre la opinión inicial y final de los estudiantes sobre la utilidad de la química: el 50% mantiene la misma valoración, el 23.3% cambió a una valoración peor y el 26.6% a una valoración mejor. Cuando estos resultados se segregan por grupo de clase, se observa que en los que se llevó a cabo la propuesta didáctica un mayor número de estudiantes cambian de opinión y mejoran su valoración, frente a los que hacen lo contrario.

Las razones planteadas por los estudiantes para justificar sus valoraciones se sitúan en 3 ámbitos: la utilidad de la química durante la carrera, para su futuro profesional o como parte de una formación general. Estos 3 ámbitos ya han sido contemplados en estudios anteriores (Olivo y Bonilla, 2009; Molina et al., 2011), pero la diferencia es que en el presente estudio son los propios estudiantes los que los han citado. Los resultados evidencian, al final del curso, un cambio de justificaciones más favorable en los grupos de interés, que se pone de manifiesto también en cada uno de

ellos por separado, con respecto al grupo que no participó en la propuesta didáctica. Finalmente, se constata también que los estudiantes muestran un alto grado de coherencia entre las valoraciones que hacen y las razones que aportan para apoyar sus valoraciones sobre la utilidad de la química.

Los grupos de alumnos de la muestra son homogéneos en cuanto a las variables iniciales consideradas, no así en cuanto a su participación en la propuesta didáctica, ya que esta se ha llevado a cabo con 2 de los 3 grupos. Por otro lado, la utilización de una escala Likert de 1 a 4 puntos puede haber supuesto una limitación a la hora de que los alumnos pudieran expresar su opinión de una forma más detallada. Por ello, en el estudio se ha realizado un análisis en el que se comparan los resultados obtenidos en cuanto a la valoración en la escala Likert y las justificaciones que han aportado los alumnos, además de evitar de este modo respuestas arbitrarias en la escala Likert (López, Rojano y López, 2015; López y Blanco, 2012).

Los resultados obtenidos avalan la propuesta didáctica realizada, y muestran la utilidad de la química para los ingenieros mecánicos. Sin dejar de lado la necesidad de analizar si los alumnos adquieren conocimientos de química, hay que tener en cuenta que una mejora de la apreciación de la utilidad de la química, como parte de los aspectos actitudinales, ya puede considerarse un avance en su formación.

Estos resultados están en la línea de los obtenidos por otros autores (Reyes, Porro y Pirovani, 2015) que instan a los docentes a que durante los primeros cursos de la universidad se planteen nuevas estrategias de enseñanza para favorecer el aprendizaje significativo, ya que los alumnos de primer año reconocen la utilidad e importancia de la química tanto para explicar fenómenos de la vida cotidiana como para el desarrollo de las carreras. Estas actividades permiten a los alumnos percatarse de que la química está presente en situaciones de la vida cotidiana. Por otro lado, gracias a que los alumnos se involucran, pueden cambiar su actitud de rechazo hacia el estudio de la química, hecho que se ha podido constatar en las evaluaciones (Dosal, Feregrino, Ortiz, Reza y Córdova, 2003).

No obstante, consideramos que es necesario profundizar en este estudio en diversas líneas:

- Se ha presentado una evaluación global de la propuesta didáctica en términos de su influencia en la mejora de la percepción de la utilidad de la química. Es necesario, también, abordar la evaluación de cada una de las actividades utilizadas en dicha propuesta.
- Esta evaluación permitirá mejorar las actividades de enseñanza-aprendizaje utilizadas, implicando a los

- propios estudiantes, de forma individual o cooperando entre ellos, en la búsqueda, análisis, presentación y reflexión crítica de situaciones en la que la química juega un papel importante en su formación y en el quehacer profesional.
- c) Es necesario continuar este estudio con objeto de averiguar si las mejoras en la percepción de la utilidad de la química se corresponden con mejoras en el rendimiento académico de los estudiantes.

## Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Referencias

- Bauer, C. (2008). Attitude towards chemistry: A semantic differential instrument for assessing curriculum impacts. *Journal of Chemical Education*, 85(10), 1440–1445.
- Dey, I. (2005). *Qualitative data analysis. A user-friendly guide for social scientific*. London (United Kingdom): Taylor & Francis e-Library.
- De Jong, O. (1998). Los experimentos que plantean problemas en las aulas de Química: Dilemas y soluciones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 305–314.
- De Morán, J., de Bullaude, M. y de Zamora, M. (1995). Motivación hacia la Química. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 66–71.
- Dosal, M., Feregrino, V., Ortiz, L., Reza, J. y Córdova, J. (2003). Manifestaciones Químicas en entornos cotidianos. En G. Pinto (Ed.), *Didáctica de la Química y la vida cotidiana* (pp. 89–93). Madrid (España): Universidad Politécnica de Madrid.
- Escudero, T. (1985). Las actitudes en la enseñanza de las ciencias: un panorama complejo. *Revista de Educación*, 278, 5–26.
- Furió, C. (2006). La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la Química: una cuestión controvertida. *Educación Química*, 17(Extra 1), 222–227.
- Gargallo, B., Pérez, C., Serra, B., Sánchez, F. y Ros, I. (2007). Actitudes ante el aprendizaje y rendimiento académico en los estudiantes universitarios. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42(1), 1–11.
- López Guerrero, M. M. y Blanco López, A. (2012). Determinación de los conceptos difíciles de la asignatura Química por los alumnos de la asignatura en el Grado de Ingeniería Mecánica. *Innovación Docente en Química 2012* (pp. 69–70). Barcelona: Universitat de Barcelona.
- López Guerrero, M. M., Rojano Ramos, S. y López Guerrero, G. (2015). Chemistry learning at the University degrees by employing ICTs. International congress on education, innovation and learning technologies (pp. 144). Badajoz: ScienceKNOW Conferences C.B.
- Molina, M., Carriazo, J. y Farías, D. (2011). Actitudes hacia la Química de estudiantes de diferentes carreras universitarias en Colombia. *Química Nova*, 34(9), 1672–1677.
- Muciño, C. y Sámano, J. (2007). Actitud del alumno de bachillerato frente a la química: una aproximación cualitativa. *Educación Química*, 18(4), 272–277.
- Muñoz-Osuna, F., Arvayo-Mata, K., Villegas-Osuna, C., Cota-Hugues, K., Ortega-del Castillo, M. y Salazar-Fuentes, A. (2013). Actitudes que propician el aprendizaje de la Química en estudiantes universitarios conforme avanzan en la carrera. *Educación Química*, 24(número extraordinario 2), 529–537.
- Noseda, J., Puccetti, C. y Schveigkardt, J. (2000). Actitudes de los alumnos de la Facultad de Bioquímica y Ciencia Biológicas de la UNL hacia la bioseguridad. *Revista FABICIB*, 4, 33–38.
- Oliver, M., Eimer, G., Bálsamo, N. y Crivello, M. (2011). Permanencia y abandono en Química General en las carreras de Ingeniería de la Universidad tecnológica nacional- Facultad Regional Córdoba (UTN-FRC), Argentina. *Avances en Ciencia e Ingeniería*, 2(2), 117–129.
- Olivo, C. y Bonilla, V. (2009). Engineering students' attitude towards chemistry. *Cuaderno de Investigación en la Educación*, 24, 183–212.
- Ollino, M.; Reveco, P. y Alarcón, H. (2007). Enseñanza de la Química a estudiantes de Ingeniería de primer año: Cuatro semestres probando las estrategias de aprendizaje activo en diferentes escenarios [consultado 16 Sep 2016]. Disponible en: <http://www.ici.ubiobio.cl/ccei2007/papers/87.pdf>
- Perich, D., (2008). Articulación Educación Media-Superior [consultado 16 Sep 2016]. Disponible en: [http://www.sectormatematica.cl/articulos/articulacion\\_danny.pdf](http://www.sectormatematica.cl/articulos/articulacion_danny.pdf)
- Reyes, S., Porro, S. y Pirovani, M. (2015). Actitudes hacia la química en estudiantes universitarios conforme avanzan en la carrera. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, 11, 70–76.
- Salta, K. y Tzougraki, C. (2004). Attitudes toward chemistry among 11th grade students in high schools in Greece. *Science Education*, 88(4), 535–547.
- Solbes, J., Montserrat, R. y Furió, C. (2007). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91–117.
- Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R. y Eilks, I. (2013). The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the science curriculum. *Studies in Science Education*, 49(1), 1–34.