

# Accésit

*Un contaminante químico desde el principio hasta el final*

**Coordinador:**

Fernando José Pereira García

*Departamento de Química y Física Aplicadas*

**fjperg@unileon.es**

# 1. Síntesis de la puesta en marcha de la experiencia innovadora

## 1.1. Justificación

De manera general, al ingresar en la Universidad de León, los estudiantes del Grado de C.C. Ambientales se muestran desmotivados en las asignaturas de Química, puesto que muchos de ellos las consideran difíciles de entender y poco interesantes para su futuro laboral. Debido a este desinterés, los resultados académicos obtenidos en estas materias son pobres. Sin embargo, la Química subyace tras la totalidad de los fenómenos ambientales, por lo que su estudio es, a todas luces, necesario. Asimismo, se considera que las metodologías didácticas activas constituyen una de las herramientas más adecuadas para lograr mejores resultados académicos. Por ello, se plantea desarrollar la experiencia docente titulada *Un contaminante químico desde el principio hasta el final*.

La innovación de esta propuesta educativa radica en dos aspectos: por un lado, consta de un conjunto de actividades que los estudiantes de C.C. Ambientales realizan durante toda su estancia en la universidad, lo que hace que comprendan la importancia de la Química en su formación académica. Por otro lado, es la primera experiencia educativa con un enfoque didáctico innovador que trata de poner remedio al bajo rendimiento de los estudiantes en asignaturas de Química en este grado en la Universidad de León desde su implantación con el Plan Bolonia.

## 1.2. Descripción de la experiencia y objetivos

La experiencia se basa en la elaboración de un trabajo grupal monográfico sobre un contaminante químico que los estudiantes seleccionan en primer curso. Dicho contaminante será su «compañero de viaje» por todas las asignaturas relativas a la Química: en cada materia se les solicitará información relacionada con los contenidos de las mismas (Figura 1).

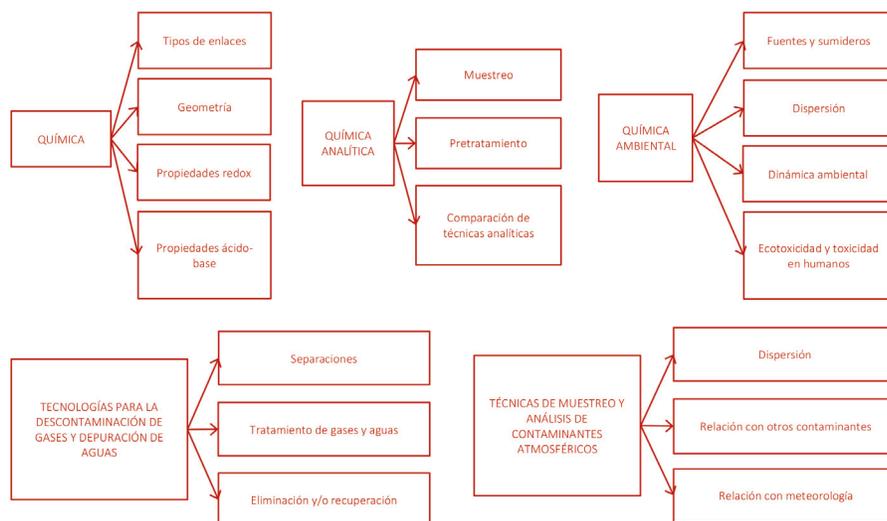


Figura 1. Contenidos teóricos que deben incluir los trabajos monográficos en cada una de las asignaturas implicadas.

Los objetivos generales que se pretenden lograr al implementar esta experiencia didáctica son:

- 1) Conseguir que el estudiantado del Grado de C.C. Ambientales comprenda la necesidad de la Química en su formación.
- 2) Afianzar los contenidos vistos en cada materia a través de una aplicación ambiental de los mismos.

Para alcanzar estos objetivos generales, se precisa alcanzar los siguientes objetivos particulares:

- 1) Ubicar los contenidos tratados en cada materia en un contexto ambiental.
- 2) Lograr que los estudiantes construyan su propio conocimiento y sean partícipes del de sus compañeros.
- 3) Consolidar el método científico a través de la elaboración de memorias científicas, la búsqueda bibliográfica, etc.
- 4) Trabajar competencias digitales y habilidades comunicativas y sociales.

### 1.3. Metodología o procedimiento seguido

En primer lugar, los estudiantes se organizarán en grupos de cuatro o cinco integrantes y dispondrán de un listado con numerosos contaminantes, cuidadosamente elegidos por los docentes en base a una diversidad en sus naturalezas químicas, en sus propiedades físico-químicas y en su presencia en el medio am-

biente. El contaminante seleccionado les acompañará en todas las asignaturas involucradas en esta propuesta didáctica y a lo largo de todo el grado. Durante toda la titulación, cada grupo se convierte en «experto» en su propio contaminante, generando material que compartirá con el resto de la clase en aras de favorecer un aprendizaje colectivo.

En la asignatura de Química, la primera de todas las integrantes de esta experiencia educativa, se informará al alumnado sobre su participación y, en líneas generales, de los objetivos y de la metodología de la misma. Además, en cada una de las asignaturas, el/la profesor/a correspondiente comentará cómo se va a desarrollar el trabajo y qué deberán elaborar, resolviendo las posibles dudas que pudiesen surgir. Para facilitar su consulta posterior, se fijará un aviso de Moodle que recoja toda esta información. Asimismo, se les habilitará tanto la escala de valoración que empleará el docente para evaluar su desempeño (*Anexos 2.1.1. Escala de valoración*) como la que emplearán los discentes para evaluarse a sí mismos y a sus compañeros (*Anexos 2.1.2. Tabla de autoevaluación y coevaluación*).

Vencido el plazo para constituir los equipos y elegir el contaminante, cada grupo comenzará a recopilar información relativa a éste a fin de escribir su monografía, cuya fecha límite de entrega coincidirá con la primera convocatoria ordinaria. Además de la memoria escrita, los resultados y conclusiones se presentarán de diferentes formas en función de la asignatura (Figura 2). Estas producciones se compartirán vía Moodle® para que todos los estudiantes puedan consultarlas. Con ellas se fomenta el desarrollo de diferentes competencias entre el alumnado, como pueden ser la selección de las ideas clave, el manejo de software de diseño de imágenes (*Canva®*, *Microsoft Publisher®*) o de elaboración de presentaciones (*Microsoft PowerPoint®*, *Prezi®*, *Genially®*), o sus habilidades de comunicación oral.



Figura 2. Relación de las asignaturas participantes con sus respectivas producciones de divulgación de los resultados.

A mitad del semestre se llevará a cabo una tutoría de seguimiento a fin de resolver dudas que los estudiantes pudieran plantearse. Finalmente, el profesorado revisará exhaustivamente las memorias, añadiendo los comentarios y las correcciones que estimen oportunos para mejorar el desempeño del alumnado en materia de comunicación científica escrita.

#### 1.4. Temporalización

En cuanto a la temporalización de esta propuesta en la titulación, en un primer momento la actividad se implementó en las asignaturas de Química (primer semestre, primer curso), Química Analítica (primer semestre, segundo curso) y Química Ambiental (segundo semestre, segundo curso). Actualmente, tras las recientes incorporaciones de nuevas asignaturas, sigue el esquema que se recoge en la Figura 3.

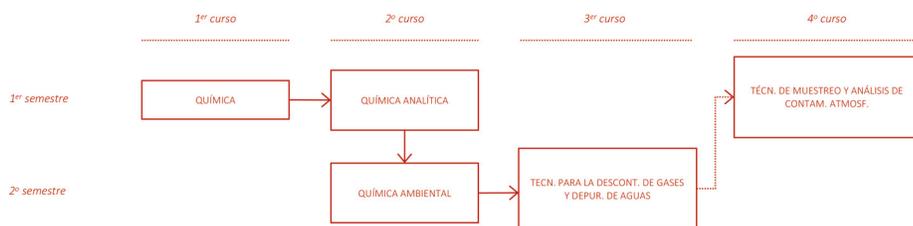


Figura 3. Ubicación de las asignaturas participantes en el itinerario académico que sigue el estudiantado de C.C. Ambientales.

En cuanto a la temporalización de la propuesta en cada asignatura, todos los docentes siguen un esquema común:

- Explicación de la experiencia educativa y entrega de los instrumentos de evaluación: primera sesión presencial.
- Trabajo grupal autónomo: se desarrolla a lo largo del semestre.
- Tutoría intermedia de control: a mitad de semestre.
- Entrega, por parte de los estudiantes, del trabajo realizado: fecha de la primera convocatoria ordinaria. Si se han programado presentaciones, sesiones de pósteres, etc., se dedicarán las últimas sesiones de la asignatura.
- Corrección y evaluación: tras el examen de primera convocatoria. Los docentes corregirán las producciones de los discentes para obtener la calificación final de la asignatura. Además, las producciones serán devueltas al alumnado a fin de que estas correcciones permitan mejorar su desempeño futuro.

### 1.5. Recursos materiales y económicos utilizados

Para llevar a cabo esta experiencia educativa, los estudiantes solo necesitan ordenador y conexión a *Internet*: en caso de no disponibilidad de estos recursos, el Edificio Darwin cuenta con una sala de ordenadores y en todo el campus universitario hay *wifi* gratuito. Las presentaciones orales, si estuviesen programadas para la asignatura en cuestión, tendrían lugar en el aula, empleando el sistema informático y de proyección de la misma.

En la primera concepción de la propuesta didáctica *Un contaminante químico desde el principio hasta el final* no se necesitaban recursos económicos para ponerla en práctica. Sin embargo, en aras de fomentar el aprendizaje del alumnado, se propone una sesión de pósteres como método divulgativo de los resultados en la asignatura «Tecnologías para la descontaminación de gases y depuración de aguas». La impresión de dichos pósteres se cargará equitativamente a la partida de docencia de las áreas implicadas.

### 1.6. Personal que ha participado en la experiencia

Equipo de profesores/as que han intervenido en la experiencia:

Apellidos y nombre	Departamento	Correo Electrónico
Pereira García, Fernando José	Química y Física Aplicadas	fjperg@unileon.es
López González, Roberto	Química y Física Aplicadas	r.lopez@unileon.es
Muñoz Lucas, María Iluminada	Química y Física Aplicadas	mimunl@unileon.es
Fernández Rodríguez, Camino	Química y Física Aplicadas	cferrd@unileon.es
Calvo Gordaliza, Ana Isabel	Química y Física Aplicadas	aicalg@unileon.es
Castro Sastre, María Ángeles	Ing. Mecánica, Inf. y Aeroesp.	macass@unileon.es
Rozada Gómez, Fernando	Química y Física Aplicadas	dfqfrg@unileon.es
Aller Fernández, A. Javier	Química y Física Aplicadas	aj.aller@unileon.es

Martín Villacorta, Javier	Química y Física Aplicadas	jmarv@unileon.es
Robles, Luis Carlos	Química y Física Aplicadas	lc.robles@unileon.es
Feo Manga, José Cruz	Química y Física Aplicadas	jcfeom@unileon.es
Del Pino Gutiérrez, Fco. Javier	Didáctica General, Específica y Teoría de Educación	javier.delpino@unileon.es

La experiencia ha sido aplicada en todos los cursos del Grado de C.C. Ambientales, Facultad de C.C. Biológicas y Ambientales, Departamento de Química y Física Aplicadas.

El número de alumnos/as estimado sobre los que se realizó la experiencia, fue de aproximadamente 180, es decir, todos los estudiantes de cada uno de los cursos en los que se implantó.

Las asignaturas involucradas en la propuesta fueron:

- Química
- Química Analítica
- Química Ambiental
- Tecnologías para la descontaminación de gases y depuración de agua
- Técnicas de muestreo y análisis de contaminantes atmosféricos

### 1.7. Resultados cuantitativos y cualitativos

Con el fin de extraer información acerca de la idoneidad de esta experiencia, se elaboró un cuestionario dirigido al alumnado participante. Se diseñaron 13 preguntas de respuesta múltiple que fue enviado a todos los estudiantes de primer y segundo curso, siendo cumplimentada por 52 estudiantes. El título de cada una de las 13 gráficas generadas corresponde a la cuestión planteada. Las figuras que aportan información relacionada con la consecución de los objetivos planteados en este trabajo se han introducido en el cuerpo del texto. El resto de preguntas y respuestas aparecen en el *Anexo 2.2. Cuestionario*.

En la Figura 4 se recogen los resultados relativos a la importancia de la Química antes de entrar en el grado (Figura 4A) y tras entrar en el grado (Figura 4B). Como se puede observar en la Figura 4A, solo el 38% de los/as encuestados/as reconoce que, antes de empezar el grado, pensaba que la Química es importante para el futuro profesional de cualquier ambientólogo/a. Al finalizar la actividad, este porcentaje se incrementa hasta el 73% (Figura 4B). De hecho, es la úni-

ca respuesta cuyo porcentaje ha crecido: los porcentajes del resto de respuestas, que podrían considerarse negativas (colores verde y rojo), han disminuido considerablemente. Este resultado obtenido se ajusta a lo esperado antes de realizar la experiencia, por lo que se ha cumplido uno de los objetivos generales de esta propuesta educativa.

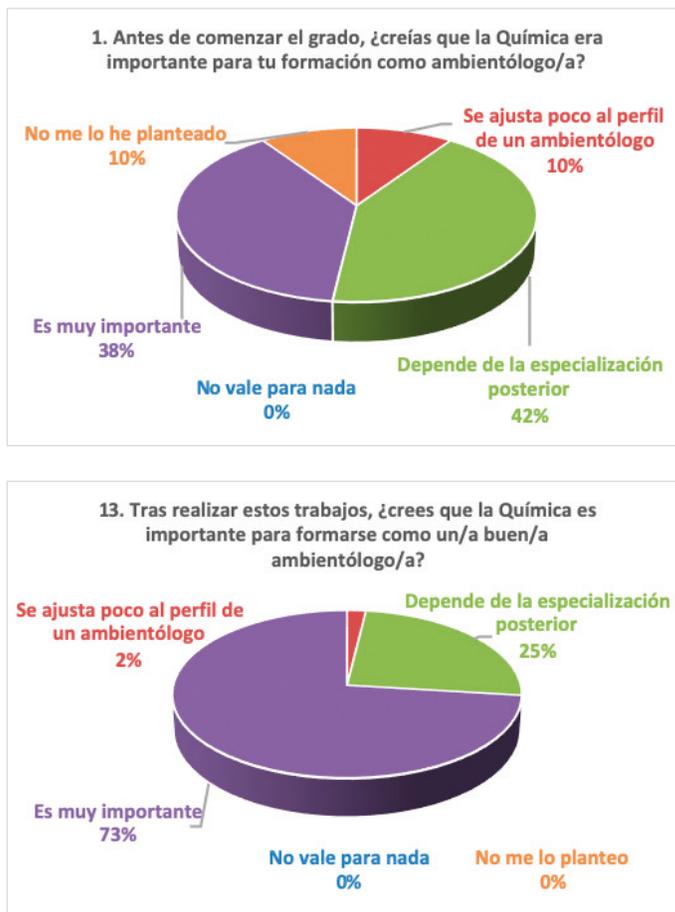


Figura 4. Respuestas a la pregunta «¿Crees que la Química es importante para tu formación como ambientólogo/a?» (A) con las ideas preconcebidas de los estudiantes y (B) tras haber realizado la experiencia, al menos, durante dos cursos.

En cuanto a la mejora de la visión que tienen los estudiantes de las materias relacionadas con la Química al participar en esta experiencia docente (Figura 5A), se aprecia que el 90% del alumnado ha mejorado su idea preconcebida de la Química al realizar estas monografías y el resto de producciones asociadas, resultado que, desde el punto de vista de este grupo de innovación docente, se considera muy positivo.

En la Figura 5B se representan los porcentajes de las diferentes respuestas contestadas a la pregunta «¿Has aprendido contenidos de Química a través de estos trabajos?». Prácticamente la totalidad de los/as encuestados/as (98%) reconoce que ha aprendido contenidos relacionados con esta disciplina, de los cuales el 82% los considera interesantes.

Este resultado pone de manifiesto que se han afianzado contenidos de Química con esta actividad, por lo que se ha alcanzado el segundo objetivo general planteado.

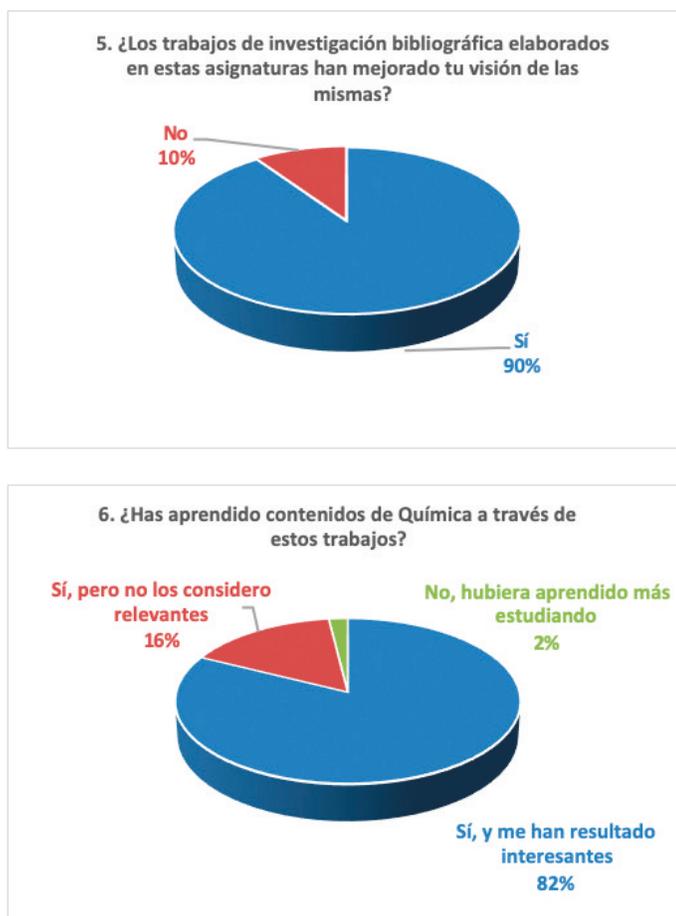


Figura 5. Respuestas a las preguntas (A) «¿Los trabajos de investigación bibliográfica elaborados en estas asignaturas han mejorado tu visión de las mismas?» y (B) «¿Has aprendido contenidos de Química a través de estos trabajos?».

Por último, el 100% de los/as discentes considera que, gracias a esta actividad y al enfoque más práctico y ligado al medio ambiente de las diferentes asignaturas, han mejorado su visión de la Química (Figura 6A). Asimismo, creen ha-

ber mejorado sus habilidades sociales, comunicativas y digitales, haber afianzado el método científico y haber mejorado su proceso de autoaprendizaje (Figura 6B), por lo que los objetivos particulares también se consideran ampliamente conseguidos.



Figura 6. Respuestas a las preguntas (A) «¿Enfocar las materias de Química de manera más práctica y ligada al medio ambiente ha mejorado tu visión de la misma?» y (B) «Además de contenidos relacionados con Química, ¿qué otras competencias y/o habilidades habéis trabajado?»

#### 1.8. Difusión de los resultados entre el profesorado, estudiantes, etc.

Como se indicó anteriormente, en un principio se puso en práctica con los estudiantes de primer y segundo curso. Tras comentarlo con otras profesoras del Departamento de Química y Física Aplicadas, decidieron que sus estudiantes también participasen.

A raíz de las reuniones de coordinación y del proceso de acreditación en el que se encuentra la Facultad de C.C. Biológicas y Ambientales, se ha difundido la existencia de esta propuesta educativa y se han recibido expresiones de interés por parte de otros/as docentes para incorporar sus asignaturas.

### 1.9. Sistema de evaluación o seguimiento

Esta experiencia se ha evaluado mediante el cuestionario descrito en el *Apartado 9.7* y recogido en el *Anexo 10.2. Cuestionario*. A la vista de los resultados (Figura 7A) los estudiantes que han cumplimentado la encuesta califican la actividad con notas de 5 o superiores, siendo en un 80% de los casos una nota igual o mayor que 7. Estos datos alientan la continuación de esta experiencia docente. Sin embargo, aunque los resultados sean positivos, siempre se deben localizar puntos problemáticos e intentar destinar medidas que ayuden a solventarlos o, si no fuese posible, mitigarlos. Como se aprecia en la Figura 7B, los estudiantes señalaron que, para mejorar la experiencia desearían incluir una práctica de laboratorio o de simulación que ayude a afianzar, aún más, los contenidos de la asignatura y contar con una sesión intermedia de presentación de resultados preliminares. Estas solicitudes se tendrán en cuenta de cara al curso que viene para seguir optimizando esta propuesta docente.

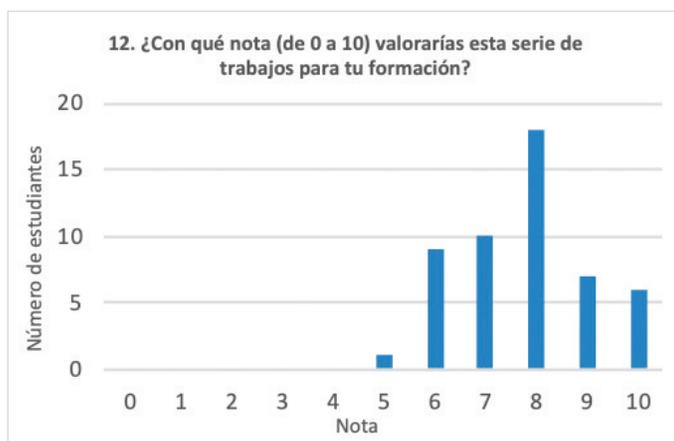


Figura 7. Respuestas a las preguntas (A) «¿Con qué nota valorarías esta serie de trabajos para tu formación?»



y (B) «Cómo mejorarías estos trabajos de investigación bibliográfica?»

### 1.10. Proyección: posibilidades y ámbitos de generalización

*Un contaminante desde el principio hasta el final* es fácilmente aplicable a otras titulaciones que tengan una gran carga de conceptos químicos y cuyos estudiantes sientan que la Química es ajena a su formación, como podría ser el Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Estas dificultades son extensibles a otras disciplinas, como la Física, por lo que la presente actividad se podría implantar en asignaturas relacionadas con la Física en los grados de C.C. Ambientales y Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

Como se puso de manifiesto en el *Apartado 1.8*, hay otras materias del Grado de C.C. Ambientales que han mostrado interés en participar en esta actividad. Por otro lado, se considera que ciertas asignaturas podrían incluirse en este proyecto debido a los contenidos que se desarrollan en las mismas y que podrían enriquecer esta experiencia docente. Entre ellas se encuentran Toxicología Ambiental o Contaminación Atmosférica, por lo que se contactará en un futuro con los profesores encargados de su impartición para explicarles cómo es esta actividad y si les interesaría participar en ella.

### 1.11. Compromiso institucional

Desde la Escuela de Formación del Profesorado de la Universidad de León se concedió un Proyecto de Innovación como apoyo económico para diferentes acciones a desarrollar por el Grupo de Innovación Docente en Químicas Física y Analítica (QUIFALID), entre las que se encontraba esta propuesta educativa.

Como se comentó en el *Apartado 1.8*, el equipo decanal, la Coordinadora del Grado y la Coordinadora de Garantía de Calidad de la Facultad de C.C. Biológicas y Ambientales promueven este tipo de actividades innovadoras, por lo que esta actividad es apoyada institucionalmente.

### 1.12. Descriptores y fuentes de localización de información sobre la acción

*Un contaminante químico desde el principio hasta el final* fue presentada, en forma de póster, en el *II Congreso de Didáctica de la Química*, que tuvo lugar los días 26 y 27 de noviembre de 2020 de manera telemática.

## 2. Anexos

Incluyen documentación relacionada con la acción desarrollada.

### 2.1. Instrumentos de evaluación

Se muestran la escala de valoración con la que el docente evaluará las producciones del alumnado y la tabla que tienen que rellenar los/as estudiantes para evaluarse a sí mismos y a sus compañeros. Se muestran los instrumentos diseñados para la asignatura «Química Analítica».

#### 2.1.1. Escala de valoración

Los docentes elaborarán una escala de valoración propia para su asignatura, dándole el peso que estime oportuno a cada uno de los ítems seleccionados. El alumnado recibirá este instrumento de evaluación al comienzo del semestre para que sepa en todo momento qué debe contener sus producciones para ser merecedoras de la máxima calificación.

<b>FORMATO</b> <b>10</b>	Cumple las especificaciones solicitadas	<b>10</b>
	No cumple las especificaciones solicitadas	<b>0</b>
<b>FUENTES SELECCIONADAS</b> <b>10</b>	Aportan 5 o más referencias	<b>10</b>
	Aportan 4 referencias	<b>7</b>
	Aportan 3 referencias	<b>4</b>
	Aportan menos de 3 referencias	<b>0</b>

<b>CONTAMINANTE</b> <b>20</b>	El contaminante es original. Su peligrosidad está fundamentada. Se comentan diferentes técnicas de análisis	<b>20</b>
	El contaminante no es original. Su peligrosidad está fundamentada. Se comentan diferentes técnicas de análisis	<b>15</b>
	El contaminante es original. Su peligrosidad no está fundamentada. Se comentan diferentes técnicas de análisis	<b>8</b>
	El contaminante no es original. Su peligrosidad no está fundamentada. Se comentan diferentes técnicas de análisis	<b>3</b>
	No se nombran diferentes técnicas de análisis	<b>0</b>
<b>METODOLOGÍA</b> <b>20</b>	Se explican adecuadamente los pasos previos al análisis. Se comparan correctamente los procedimientos seleccionados	<b>20</b>
	Se explican adecuadamente los pasos previos al análisis. No se comparan correctamente los procedimientos seleccionados	<b>15</b>
	No se explican adecuadamente los pasos previos al análisis. Se comparan correctamente los procedimientos seleccionados	<b>10</b>
	No se explican adecuadamente los pasos previos al análisis. No se comparan correctamente los procedimientos seleccionados	<b>0</b>
<b>TÉCNICA/S</b> <b>ANALÍTICA/S</b> <b>20</b>	Se explica adecuadamente el fundamento físico-químico. La ilustración del equipo es didáctica	<b>20</b>
	Se explica adecuadamente el fundamento físico-químico. La ilustración del equipo no es didáctica	<b>15</b>
	Se explica adecuadamente el fundamento físico-químico. No se aporta ilustración del equipo	<b>10</b>
	No se explica adecuadamente el fundamento físico-químico. La ilustración del equipo es didáctica	<b>5</b>
	No se explica adecuadamente el fundamento físico-químico. La ilustración del equipo no es didáctica o no se adjunta	<b>0</b>
<b>RESULTADOS</b> <b>20</b>	Están claros, debidamente justificados e incluyen los aspectos relevantes solicitados	<b>20</b>
	Están poco claros, debidamente justificados e incluyen los aspectos relevantes solicitados	<b>15</b>
	No están justificados, pero incluyen los aspectos relevantes solicitados	<b>5</b>
	Ni están justificados ni incluyen los aspectos relevantes solicitados	<b>0</b>

<b>CONCLUSIONES</b> <b>15</b>	Se ajustan a la metodología y técnica/s analizadas. Se proponen mejoras del procedimiento analítico	<b>20</b> <b>(15+5)</b>
	Se ajustan a la metodología y técnica/s analizadas	<b>15</b>
	No se ajustan a la metodología y técnica/s analizadas. Se proponen mejoras del procedimiento analítico	<b>5 (0+5)</b>
	No se ajustan a la metodología y técnica/s analizadas	<b>0</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> <b>10</b>	En el texto se citan correctamente todas las referencias. En la bibliografía se recogen todas las referencias de manera uniforme	<b>10</b>
	En el texto se citan correctamente gran parte de las referencias. En la bibliografía se recogen gran parte de las referencias de manera uniforme	<b>4</b>
	Se citan pocas referencias o ninguna, o se recogen pocas referencias o ninguna en la bibliografía	<b>0</b>
<b>TOTAL</b>		

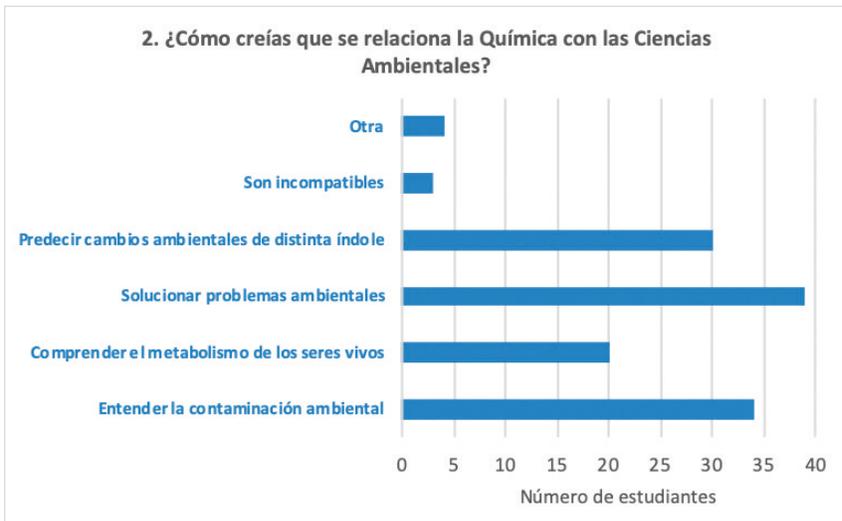
2.1.2. *Tabla de autoevaluación y coevaluación:*

El alumnado rellena la siguiente tabla. Cada columna está destinada a cada uno/a de los/as miembros/as del grupo, incluyéndose a sí mismo/a. Cada casilla deberá ser rellena con una nota de 0 a 10 en función del desempeño de la persona evaluada.

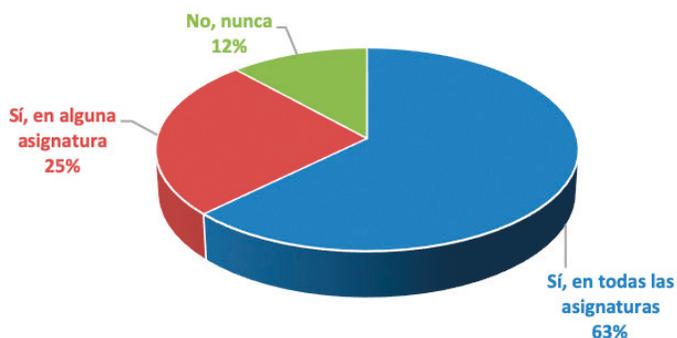
		Alumno 1	Alumno 2	Alumno 3	Alumno 4	Alumno 5
<b>TRABAJO INDIVIDUAL</b>	Realiza las tareas a tiempo					
	Adecua la tarea asignada a lo solicitado por el grupo					
	Sus producciones son interesantes					
<b>TRABAJO GRUPAL</b>	Acude a las reuniones					
	Participa activamente en las reuniones					
	Participa en las decisiones del grupo					
	Genera propuestas interesantes					
	Apoya a los compañeros en tareas difíciles					
	Asume el liderazgo en ocasiones					
<b>TOTAL</b>						

## 2.2. Cuestionario

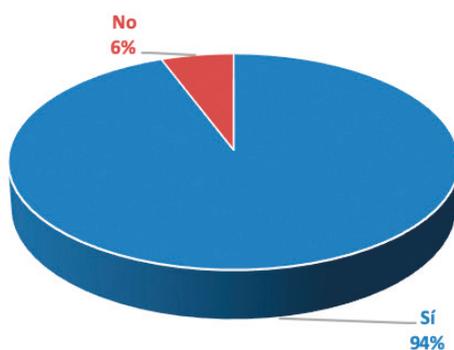
A continuación, se recogen las respuestas a las preguntas realizadas en el cuestionario que no se introdujeron en el cuerpo del texto.



8. ¿Habéis consultado el material elaborado por vuestros/as compañeros/as?



9. ¿Creéis que es bueno para vuestra formación aprender a defender vuestras producciones?



10. ¿Los profesores os han ayudado con el trabajo?

