

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



**FACULTAD DE EDUCACIÓN**

Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria

**Estudio de la Percepción de los Alumnos/as de  
Secundaria sobre la Química y su Papel en la  
Conservación del Medioambiente**

Perception of Secondary School Students on Chemistry  
and its Role in the in Environmental Conservation

***Alumna: Hala Zouiten***

***Especialidad: Física y Química***

***Director TFM: Manuel De Pedro Del Valle***

***Curso académico: 2020/2021***

***Fecha: 15 de junio de 2021***

## **AGRADECIMIENTOS**

Me gustaría expresar mi más profundo agradecimiento a mi director del TFM, el Profesor Manuel De Pedro Del Valle, por prestarme toda la ayuda y la atención, siempre rebotante de amabilidad y de generosidad. Me deja el recuerdo de haber conocido a una gran persona que destaca por su brillantez científica y profesional y una gran calidad humana. Muchas gracias por todo.

Mis más sinceros agradecimientos a todos los Profesores del Máster de Formación del Profesorado de Educación Secundaria de la Universidad de Cantabria por compartir sus conocimientos, su amabilidad y por las discusiones críticas que me permitieron una buena formación como profesional de educación secundaria y, por lo tanto, un buen aprovechamiento de este Máster.

Quiero expresar mis agradecimientos a la Universidad de Cantabria, especialmente a la Facultad de Educación por brindarme la oportunidad de realizar este Máster.

No me quiero olvidar de mis compañeros del Máster, y a todos aquellos que, en un momento u otro, han sido compañeros de camino durante la elaboración de este trabajo. Ha sido un placer conocerlos y pasar con todos vosotros unos momentos inolvidables.

Mis agradecimientos más especiales a Tasnim, mi pequeña princesa, por su paciencia y apoyo y por tener que aguantar mis largas horas de trabajo en esta memoria en casa en vez de estar cuidándola o jugando con ella. No me quiero olvidar de Mohamed, mi marido y mejor amigo. Gracias cariño por tu amor, ayuda e incondicional apoyo.

# ÍNDICE

RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	2
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL .....	3
1. Introducción.....	3
2. Justificación.....	4
3. Estructura del trabajo fin de máster .....	5
CAPÍTULO II. ESTADO DEL CONOCIMIENTO .....	7
1. Percepción de los alumnos/as de secundaria de la química como asignatura .....	7
2. La química y el medio ambiente.....	8
3. La química y el tratamiento de aguas residuales e industriales.....	11
4. La química ambiental en el currículo vigente .....	14
CAPÍTULO III. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA .....	18
1. Objetivos .....	18
1.1. Objetivo general.....	18
1.2. Objetivos específicos .....	18
2. Diseño metodológico.....	18
3. Muestra .....	19
4. Instrumentos de recogida de información .....	21
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSION .....	23
1. Opinión de los alumnos/as sobre la química como asignatura .....	23
1.1. Pregunta 5: “¿Te gusta la clase de la química?” .....	23
1.2. Pregunta 6: “¿Cómo te parece la química en comparación con otras asignaturas?” .....	26
2. Percepción de los alumnos/as sobre la utilidad de la química en la vida cotidiana, así como en la conservación del medio ambiente .....	28
2.1. Pregunta 7: “¿Qué opinas de la utilidad de la química en la vida cotidiana?” .....	28
2.2. Pregunta 8: “¿Crees que la química interviene en el estudio de los problemas y conservación del medioambiente?” .....	32
2.3. Pregunta 9: “¿Qué opinas del rol de la química en el tratamiento de aguas residuales e industriales, por ejemplo?” .....	33
3. Opinión de los alumnos/as sobre los métodos empleados en la enseñanza de la química y sobre otros métodos innovadores.....	35

3.1. Pregunta 10: “¿En qué medida te gustan los medios empleados para enseñar la química?” .....	35
3.2. Pregunta 11: “¿Crees que con otros métodos vas a estar más atento a la asignatura de química?” .....	37
3.3. Pregunta 12: “¿Qué te parece si te explican la química través de unos juegos?” .....	40
3.4. Pregunta 13: “¿Crees que realizar experimentos de laboratorio te ayudarían a entender mejor la química?” .....	41
3.5. Pregunta 14: “¿Qué opinas de realizar algún proyecto relacionado con la química? ¿Crees que te ayudaría a entender mejor? .....	43
4. Actividades para la mejora de la clase de química .....	44
CAPÍTULO V. PROPUESTAS DIDÁCTICAS PARA LA PROMOCIÓN DE LA QUÍMICA AMBIENTAL EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA .....	46
1. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).....	46
2. Gamificación.....	46
3. Experimentación.....	47
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES .....	48
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50
ANEXOS .....	52

# RESUMEN

**Palabras Clave:** *Química, Educación Secundaria, Medioambiente, Metodologías didácticas.*

Las inquietudes internacionales respecto a la promoción de la vocación científica hacen hincapié en la necesidad de promover dinámicas de innovación educativa e integrar nuevas metodologías para dar un nuevo enfoque de enseñanza que posibilite relacionar la química con la vida real y cotidiana de los alumnos/as, fomentando en ellos valores como la ciudadanía responsable y el compromiso medioambiental. A este respecto, nuestro trabajo se enfoca en estudiar la percepción que tienen los alumnos/as de educación secundaria obligatoria y bachillerato sobre la asignatura de química, así como sobre su utilidad en la vida cotidiana y en aspectos relacionados con la conservación del medio ambiente, y determinar si la forma de enseñar esta disciplina influye sobre su interés por ella. Para ello, se ha empleado un cuestionario estructurado, individual, anónimo y voluntario dirigido a los alumnos/as de educación secundaria del IES La Albericia (Santander - España) que cursan la asignatura de química. Tras el análisis y la discusión de los resultados obtenidos, se han propuesto algunas estrategias didácticas con el objeto de promover el interés del alumnado por esta disciplina, destacando el rol que desempeña ésta en el estudio del tratamiento de aguas residuales e industriales, como ejemplo de la química ambiental.

# ABSTRACT

**Keywords:** *Chemistry, Secondary Education, Environment, Didactic Methodologies.*

International concerns regarding the promotion of scientific vocation put the emphasis on the need to encourage dynamics of educational innovation and to integrate new didactical methodologies. These should relate chemistry with the everyday lives of students, promoting values such as social responsibility and environmental commitment. In this sense, the aim of this work is to study the perception of the secondary school students on chemistry as a subject, as well as on its usefulness in everyday life and the environmental conservation issues. The study also focuses on determining if the teaching methods of this discipline influence the students' interest in it. For this, a structured, individual, anonymous and voluntary questionnaire has been used for the secondary school students who study chemistry from the IES La Albericia Institute (Santander - Spain). After the analysis and discussion of the obtained results, some didactic strategies have been proposed in order to promote the students' interest and motivation towards chemistry. Furthermore, these strategies highlight the role of this science in the industrial wastewater treatment as an example of the environmental chemistry.

# CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL

## 1. Introducción

Las ciencias y la tecnología se ven cada vez más presentes en la vida cotidiana de las personas, ya que desempeñan un papel fundamental en la mejora de la calidad de la vida humana. No obstante, está claro que los conocimientos científicos y tecnológicos de la población son mejorables, y el porcentaje de personas con vocación científica es cada vez menor. A este respecto, estudios como el de Vázquez y Manassero (2009) revelan, que los alumnos/as admiten la importancia de las ciencias en la sociedad. Sin embargo, la mayoría de ellos se niegan a seguir estudiándolas en la etapa postobligatoria.

En la actualidad, las preocupaciones internacionales respecto al fomento de la vocación científica ponen de manifiesto la necesidad de promover dinámicas de innovación educativa e integrar nuevas metodologías para dar un nuevo enfoque de enseñanza. Este hecho facilitará relacionar ciencias como la química con la vida real y cotidiana de los alumnos/as, fomentando valores como la ciudadanía responsable y el compromiso medioambiental (Meroni et al., 2015).

Por otro lado, la educación secundaria obligatoria es una etapa crucial en la vida de los alumnos/as, ya que es en ella dónde se eligen los estudios posteriores y las futuras carreras universitarias. Para lograr un impulso de la enseñanza de las ciencias en la educación secundaria obligatoria, hace falta impulsar dinámicas de innovación educativa que permitan transformar la dimensión didáctica del proceso educativo, modificando las características de la enseñanza de manera profunda y superando el enfoque tradicional de la enseñanza que se orienta a la transmisión oral y la reproducción escrita del conocimiento teórico disciplinar, así como, promover una enseñanza estrechamente vinculada con la vida cotidiana de los alumnos/as, es decir, contextualizar los contenidos curriculares en el ámbito próximo y cotidiano del alumnado.

A raíz de esto, durante los últimos años han ido surgiendo proyectos que contemplan la aplicación de la química en la vida diaria, como por ejemplo

“Chemistry in Context” (Schwartz, 2006) o “Chemie im Kontext” (Parchmann et al., 2006). Asimismo, muchos países han adoptado un nuevo enfoque de esta enseñanza (Catret, et al, 2013) con el objeto de relacionar la química con la vida cotidiana de los alumnos/as. Algo que Caamaño (2011) definió como la química en contexto o contextualizar la química, es decir, introducir y desarrollar los contenidos vinculados con la asignatura a través del contexto del alumnado.

No obstante, y a pesar de todo esto, es poco común hallar, hoy en día, materiales escolares con contenidos contextuales. Y aunque a veces aparecen, en la mayoría suelen figurar de forma somera como ejemplos o aplicaciones de los temarios.

Para entender la situación actual que sufre la enseñanza de la química en la educación secundaria, se hace necesario investigar sobre la percepción de los alumnos/as respecto a la química y a sus aplicaciones en la vida cotidiana. Así podremos aportar elementos que promueven dinámicas educativas centradas en la dimensión didáctica-pedagógica que impulsan un aprendizaje crítico y reflexivo de la química.

Por su parte, no hay duda de que la química es una ciencia central. Su universalidad hace de ella una ciencia básica de relevada importancia en diversas áreas del conocimiento, debido a que es una disciplina que se encuentra presente en todo lo que nos rodea, formando el pilar fundamental en el desarrollo de la humanidad, así como, en el desarrollo tecnológico y económico de los países.

## **2. Justificación**

Es evidente tal y como se ha mencionado anteriormente, que la enseñanza de la química a los alumnos/as de secundaria no es una tarea fácil. Intentar atraer su atención e interés, motivándoles mediante nuevas estrategias didácticas puede ser una buena opción para fomentar el aprendizaje significativo, haciendo de que el alumno/a formule y contraste sus hipótesis con ayuda del docente.

En este sentido, nuestra labor como docentes se centra en plantear algunas estrategias innovadoras de enseñanza, como el aprendizaje basado en proyectos, la gamificación o la experimentación. Debemos intentar atraer la atención y el interés del alumnado sobre la química y sensibilizarle sobre el papel que desempeña esta rama científica en la vida diaria del ser humano. Por ejemplo, la química forma parte en el estudio de los problemas y conservación del medioambiente; una de las diversas aplicaciones de la química en la vida cotidiana.

Ahora bien, antes de plantear cualquier propuesta educativa, sería conveniente comprender primero las causas que realmente suelen desmotivar a los alumnos/as de educación secundaria sobre esta disciplina, con el fin de encaminar nuestra estrategia hacia el camino adecuado que permitirá despertar el interés de estos adolescentes sobre la química.

Para ello, además del objetivo general, se fijan los objetivos de este estudio, y se define una metodología que nos permite saber qué opina el alumnado de secundaria sobre la química como asignatura. También se elabora un análisis de estas opiniones con el fin de poder proponer, por último, las metodologías didácticas que estimamos oportunas para suscitar el interés de los alumnos/as sobre la química.

### **3. Estructura del trabajo fin de máster**

Para exponer claramente las tareas desarrolladas para el alcance del objetivo principal de este estudio, se presentan a continuación, de forma estructurada, los siete capítulos recogidos en el presente trabajo:

Capítulo I. "Introducción general". Este capítulo contiene una introducción general de todo lo que se refiere al problema del desinterés de los alumnos/as de secundaria por las disciplinas científicas, en general, y por la química, en particular. De ahí, la importancia de impulsar nuevas estrategias para dar un nuevo enfoque de enseñanza que facilita relacionar esta asignatura con la vida cotidiana de los alumnos/as, y que refleja la justificación de este trabajo. Asimismo, se presenta la estructura adoptada en este último.

Capítulo II. “Estado del conocimiento”. En este capítulo, se pretende analizar la percepción del alumnado de secundaria por la asignatura de la química, a través de algunas investigaciones que se han hecho al respecto. Además, el capítulo recoge una descripción somera del rol de la química en la conservación del medio ambiente, especialmente, en el tratamiento de aguas residuales e industriales. Por último, se elabora un análisis de la química ambiental en el currículo vigente.

Capítulo III. “Objetivos y metodología”. En este capítulo, se definen los objetivos de este trabajo y se representa el marco metodológico, describiendo el diseño propuesto en este estudio y la muestra elegida, terminando con una descripción de los instrumentos de recogida de información adoptados.

Capítulo IV. “Resultados y discusión”. Por su parte, este capítulo contiene los resultados obtenidos del estudio y una discusión sobre éstos.

Capítulo V. “Propuestas didácticas para la promoción de la química ambiental en la educación secundaria: ejemplo de tratamiento de aguas residuales e industriales”. En este capítulo se proponen metodologías innovadoras de enseñanza para promover la química ambiental en la educación secundaria.

Capítulo VI. “Conclusiones”. En este capítulo se da un resumen de los principales puntos que constituyen el enfoque principal de esta memoria y luego se recopilan aquellas conclusiones más importantes del trabajo. Posteriormente, se proponen las líneas futuras de investigación que pueden dar continuidad al presente trabajo.

Capítulo VII. “Referencias bibliográficas”. En este capítulo, se recogen todas las referencias bibliográficas que han sido citadas en este documento.

Finalmente, se presentan los anexos de esta memoria, a saber, el cuestionario empleado en el estudio, seguido por los ejemplos del aprendizaje basado en proyectos; de un juego didáctico; y de un experimento. Todos estos ejemplos están relacionados con la química ambiental y con el tratamiento de aguas.

## CAPÍTULO II. ESTADO DEL CONOCIMIENTO

### 1. Percepción de los alumnos/as de secundaria de la química como asignatura

Una de las hipótesis divulgadas respecto al desinterés de los alumnos/as por la química se asocia a la presentación de los contenidos de esta disciplina, que suelen ser tratados de igual modo que los libros, es decir, descontextualizados del quehacer profesional, de las evidencias experimentales, del origen histórico o de las aplicaciones de estos en la vida cotidiana (Galiano y García, 2015), orientadas solo a la simple memorización de una serie de leyes y formulas que permiten responder a las exigencias educativas concretas del currículo.

Igualmente, estos contenidos se ven aislados de los intereses del alumnado y de los proyectos profesionales relacionados con la química, en otras palabras, no se percibe el carácter humanístico de la química ni sus alcances sociales. El planteamiento de esta disciplina tampoco se encuentra interconectado con otras asignaturas como la biología, la física o las matemáticas, ni se suele vincular con las Tecnologías de la Información y la Comunicación, TIC (Acosta, 2011).

Por lo contrario, si se acercan los contenidos de esta asignatura a la vida cotidiana, esto no sólo motiva al alumnado, ofreciendo un campo de aplicación muy interesante para la química, sino que también da lugar a una enseñanza más sugestiva y cercana a los intereses de los alumnos/as (Aragón, 2004).

Algunas investigaciones muestran que los alumnos/as suelen tener dificultades en transferir los conceptos científicos a fenómenos cotidianos tradicionales (Soudani et al., 2000), o bien a la hora de intentar transferir los conceptos a contextos diferentes a lo aprendido (Gilbert, 2006). De hecho, se cree que uno de los factores que provocan la disminución del interés de los alumnos/as por la química, es la forma de enseñar esta disciplina. La mayoría de los cursos de química en la educación secundaria se encuentran saturados de material teórico. Asimismo, se le da mucha importancia a la resolución de problemas numéricos, y muy poca al sentido real de las reacciones químicas, que forman el núcleo de esta rama científica.

Hay que recordar que la química es una rama teórico-experimental pensada para estimular la capacidad intelectual de los alumnos/as de forma creativa. La experimentación, por ejemplo, implica sentidos como la visión, la audición, el tacto, etc. Algo que permite contemplar de manera vinculada el objetivo de lo que se aprende. Además, esta estrategia didáctica promueve que el alumno/a participe en su propio aprendizaje, es decir, aprender a aprender (Pozo y Monereo, 2010), realizando diversas operaciones reflexivas y de lógica comprensiva, lo que da sentido a lo que está aprendiendo (Gil y Escaño, 2010).

Mientras que, con los ejercicios de tipo automático, los alumnos/as no llegan a entender los fundamentos del fenómeno en cuestión, ni el motivo de su aplicación, tampoco logran establecer relaciones significativas entre lo que ya saben y la nueva información.

La clave está entonces en aprender a través de la comprensión, la problematización y la toma consciente de decisiones. Esto facilita el aprendizaje significativo, promoviendo que los alumnos/as establezcan relaciones significativas entre su conocimiento previo y lo que acaban de adquirir, logrando que la nueva información se mantenga en los niveles más profundos de apropiación.

Dicho esto, hay que conseguir que el alumnado entienda las bases del fenómeno, lo que le permitirá dar sentido a lo estudiado y, por tanto, apropiarse de dicho conocimiento mediante estrategias cognitivas propias que promueven su autonomía como aprendiz, impulsando su capacidad de reflexionar y acompañar la lógica durante el proceso de comprensión y apropiación.

## **2. La química y el medio ambiente**

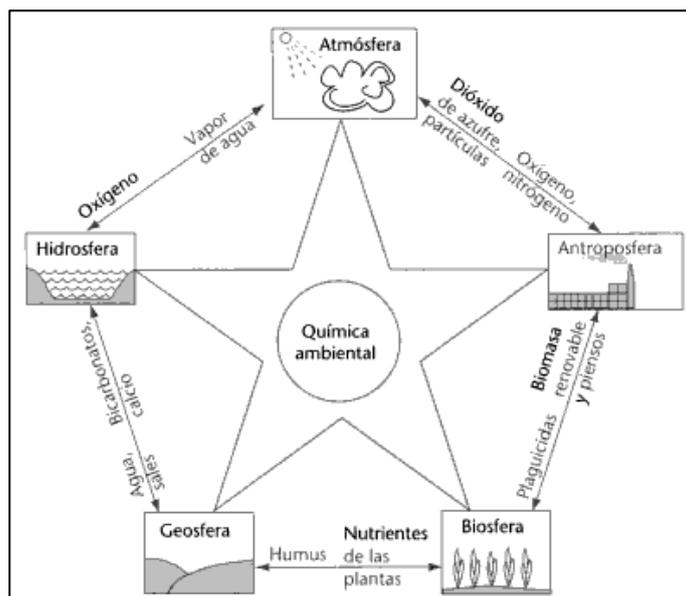
La química se define como la rama de la ciencia que estudia la composición, estructura, propiedades y transformaciones de la materia, especialmente a nivel atómico y molecular. Por su parte, las moléculas son instrumentos que permiten estudiar procesos y desarrollar teorías en otras áreas científicas, contribuyendo a su desarrollo. Esta característica hace que la química sea considerada como una ciencia central.

Por tanto, gracias a la omnipresencia de las especies químicas, especialmente las moléculas, se puede decir que la química es la ciencia de las cosas cotidianas, puesto que todos los humanos interaccionamos con miles de sustancias químicas a lo largo del día: el aire que respiramos, los alimentos o el agua que ingerimos, el combustible que consumimos, la ropa que vestimos, etc. Cada momento de nuestra vida depende absolutamente del complejo y altamente ordenado conjunto de reacciones químicas que tienen lugar en nuestros organismos y en el mundo que nos rodea.

Por otro lado, la preservación del medioambiente es una de las preocupaciones más importantes en nuestra sociedad. Razón por la cual se considera que la educación ambiental es una de las medidas más eficaces para concienciar a la sociedad sobre el uso de los recursos naturales. Y dado que la escuela es el principal espacio para la formación de ciudadanos críticos y conscientes, es allí donde la educación ambiental constituye un tema transversal interdisciplinario.

Sin embargo, a pesar de que la química está estrechamente vinculada con diferentes aspectos del entorno ambiental del ser humano (agujero de ozono, lluvia ácida, efecto invernadero, desalación de agua marina, depuración de aguas residuales, tratamiento de residuos sólidos, biocombustibles, etc.), o lo que llamaríamos química ambiental, apenas existen fuentes de estudio que relacionan la química como asignatura con esta disciplina.

Se entiende por la química ambiental, la aplicación de la química al estudio de los problemas y la conservación del ambiente. Se enfoca en analizar los procesos químicos que tienen lugar en el medio ambiente global, o en alguna de sus partes como la atmósfera, la hidrósfera (ríos, lagos y océanos), la geosfera (suelo, rocas, minerales), la biosfera (organismos vivos) y la antroposfera (parte del medio ambiente creada o modificada por los humanos para su uso en actividades y hábitats humanos), tal y como se refleja en la Figura 1 (Manahan, 2007).



**Figura 1.** Las cinco esferas del medio ambiente (Manahan, 2007)

Por otra parte, no hay que olvidarse de la preocupación social ante la química, desde el punto de vista emisiones generadas por la industria química y los riesgos relativos al uso de los productos químicos por parte de otras industrias o por el propio consumidor (disolventes orgánicos, pesticidas, plásticos, etc.).

No obstante, aunque parte de la contaminación ambiental es de origen químico, la labor que tiene la química a la hora de proporcionar soluciones eficaces para la disminución de la contaminación no es nada despreciable. De hecho, esta responsabilidad no sólo incluye la prevención de los efectos que ocasiona ella misma, sino que se extiende además a la prevención de los causados por otros sectores, así como el tratamiento de la contaminación ya generada.

Con todo ello, es más que evidente que el medio ambiente como elemento transversal tiene que ser abordado desde las diferentes áreas del conocimiento; es decir, desde las diferentes asignaturas del currículo educativo, especialmente la química, con el fin de lograr una educación ambiental integrada.

### **3. La química y el tratamiento de aguas residuales e industriales**

El agua está presente en la vida cotidiana del ser humano e interviene en gran parte de su quehacer diario. Es tan relevante que constituye dos terceras partes del cuerpo humano y el setenta por ciento de la superficie de la tierra.

Este elemento fundamental aparece en diversos materiales curriculares, y constituye por sí solo un objeto de interdisciplinariedad, tal y como lo ilustran los distintos estudios realizados sobre el agua desde el punto de vista fisicoquímico (Rincón et al., 2011), biológico (Torres et al., 2011), matemático (Duque et al., 2018), etc. Asimismo, existen múltiples trabajos sobre el agua con un enfoque didáctico (Giraldo et al, 2015).

Por otra parte, la protección y conservación de los recursos hídricos representa hoy en día una de las principales preocupaciones a nivel mundial, debido a los problemas de abastecimiento relativos a su elevado consumo, derroche y la elevada contaminación de las fuentes de aguas superficiales y subterráneas.

En este sentido, la Unión Europea, en su Directiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, ha modificado la anterior Directiva marco del agua 2000/60/CE, aprobando una lista de contaminantes prioritarios en el ámbito de la política de aguas. Estas sustancias orgánicas e inorgánicas, que pueden encontrarse en diversos tipos de aguas, resultan especialmente peligrosas y refractarias a su eliminación (metales pesados, productos farmacéuticos, pesticidas, etc.). De allí viene la importancia de seleccionar procesos y métodos que permiten la eliminación de estos contaminantes.

A este respecto, la química desempeña un rol muy importante, como en el caso del tratamiento de aguas residuales y los efluentes industriales, por ejemplo. Las aguas residuales urbanas contienen fundamentalmente materia orgánica, aparte de numerosos objetos que la gente suele verter a los desagües, lo que obliga a establecer diferentes actuaciones sobre éstas. Por su parte, la depuración de los efluentes líquidos es una parte fundamental de la gestión ambiental en cualquier industria.

Las aguas residuales urbanas están constituidas por una mezcla muy variada de sustancias y de microorganismos. Por otro lado, los efluentes industriales líquidos se caracterizan por su variada composición química y la presencia de organismos diversos y un número limitado de sustratos.

No obstante, aunque existe una diferencia significativa entre las aguas residuales y los efluentes industriales, el enfoque del problema es parecido, ya que es preciso en ambos casos reducir a límites bien determinados y mínimos en su contenido la materia orgánica antes de que sean arrojadas a una corriente de agua. Y para ambos casos se puede hablar de los mismos procesos generales de tratamientos; primarios, secundarios y terciarios.

Los tratamientos primarios consisten en la eliminación de la materia insoluble, es decir, la reducción de los sólidos suspendidos y de la materia flotante. Los tratamientos secundarios, por su parte, se diseñan para eliminar la materia orgánica disuelta y suspendida en el agua, oxidándola biológicamente, lo que se mide como DBO (demanda bioquímica del oxígeno disuelto). Mientras que en los tratamientos terciarios se busca reducir los contaminantes químicos como los compuestos orgánicos disueltos, incluyendo la importante categoría de los nutrientes de algas, y los metales pesados. Así como, la reducción de la DBO por eliminación de la mayor parte de la materia coloidal mediante procesos químicos.

Los tratamientos fisicoquímicos de las aguas residuales e industriales se engloban en una serie de tratamientos primarios y terciarios. A continuación, se muestran algunos de estos tratamientos:

- Neutralización: es un tratamiento ácido-base del agua residual, y se utiliza para justar el pH del efluente último antes de la descarga al medio receptor (5,5-9) o para la precipitación de los metales pesados.
- Coagulación-floculación: para eliminar sólidos en suspensión y material coloidal, a través del uso de coagulantes químicos como sales de aluminio o sales de hierro.

- Decantación: se utiliza para la eliminación de la materia en suspensión y la separación de contaminantes (como los metales) en un proceso de precipitación química.
- Intercambio iónico: es un proceso en el que se utiliza un material, llamado resinas de intercambio iónico, capaz de retener selectivamente sobre su superficie los iones disueltos en el agua, para cederlos frente a una disolución con un fuerte regenerante.
- Adsorción: define la propiedad de ciertos materiales adsorbentes (generalmente el carbón activo) de fijar en su superficie moléculas orgánicas (fenoles, hidrocarburos aromáticos nitrados, derivados clorados, etc.) extraídas de la fase líquida en la que se encuentran. Se utiliza también para eliminar olor, color y sabor.
- Oxidación: sirve para eliminar o transformar materia orgánica y materia inorgánica oxidable. Se distinguen los procesos convencionales de oxidación (ozono, peróxido de hidrógeno, permanganato de potasio como oxidantes); los procesos de oxidación avanzada (POAs) mediante combinaciones de oxidantes, oxidación con aire húmedo (WAO), o detoxificación solar utilizando la radiación UV solar; y los procesos de reducción para disminuir elementos metálicos en alto estado de oxidación.
- Precipitación química: consiste en la utilización de reacciones químicas para la obtención de productos de muy baja solubilidad.
- Ósmosis inversa: consiste en aplicarle a la disolución concentrada una presión superior a la osmótica, produciéndose el paso de disolvente (agua) desde la disolución más concentrada a la más diluida hasta alcanzar un nuevo equilibrio. Se utiliza para eliminar la mayor parte del contenido en sales del agua.
- Electrodiálisis: similar a la anterior, se utilizan un conjunto de membranas semipermeables al otro lado de las cuales se colocan electrodos sobre los que se aplica una diferencia de potencial. Esto hace que los cationes migren hacia el cátodo (acompañados de sus contraiones aniónicos) y los aniones hacia el ánodo (acompañados de sus contraiones catiónicos),

retirándose del agua al atravesar las membranas oportunamente dispuestas.

- Desinfección: consiste en matar a los microorganismos que pueden representar un peligro para la salud, agregando cloro, exponiendo el agua residual a rayos ultravioletas o mediante la ozonización.

Todos estos procesos reflejan claramente el rol que juega la química en el ámbito de tratamiento de aguas residuales e industriales, así como en la eliminación de los contaminantes.

#### **4. La química ambiental en el currículo vigente**

La educación ambiental nació oficialmente en España en el año 1983, cuando se celebraron en Cataluña las “I Jornadas Nacionales de Educación Ambiental”. No obstante, el Ministerio de Educación no incorporó esta disciplina como materia transversal curricular hasta la entrada en vigor la LOGSE en 1990 (Real Decreto 1007/1991), como forma de admitir el relevante rol que desempeña el medio ambiente en la vida humana, así como en el desarrollo de cualquier sociedad (Acebal, 2010). Esta inclusión curricular se ve reflejada en los contenidos ambientales que tratan temas como por ejemplo la salud, el medio ambiente o el consumo, y que están distribuidas entre las áreas escolares (Moreno et al., 2017).

En cuanto a la educación secundaria, el medio ambiente está contemplado en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, precisamente en el Artículo 11 (Objetivos de la Educación Secundaria Obligatoria) del Capítulo II (Educación Secundaria Obligatoria) y en el Artículo 25 (Objetivos) del Capítulo III (Bachillerato).

Sin embargo, y como se ha mencionado anteriormente, el medio ambiente como elemento transversal no se encuentra abordado desde las diferentes asignaturas del currículo educativo, sobre todo las que tienen un estrecho vínculo con esta disciplina como la química. Dicho esto, es poco frecuente encontrar contenidos curriculares donde se integra la química ambiental.

En la Tabla 1, a continuación, se hace un análisis de los contenidos de las asignaturas de física y química de la ESO y de la química del Bachillerato relacionados con el medioambiente, tal y como vienen en los currículos de la LOMCE del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

**Tabla 1.** *Contenidos relacionados con el medioambiente en física y química de la ESO y química del Bachillerato*

<b>Contenidos</b>	<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Estándares de aprendizaje evaluables</b>
<b>Física y Química. 2º y 3º ESO</b>		
Bloque 3. Los cambios		
La química en la sociedad y el medio ambiente.	7. Valorar la importancia de la industria química en la sociedad y su influencia en el medio ambiente.	7.1. Describe el impacto medioambiental del dióxido de carbono, los óxidos de azufre, los óxidos de nitrógeno y los CFC y otros gases de efecto invernadero relacionándolo con los problemas medioambientales de ámbito global.  7.2. Propone medidas y actitudes, a nivel individual y colectivo, para mitigar los problemas medioambientales de importancia global.
Bloque 5. Energía		
Fuentes de energía.	5. Valorar el papel de la energía en nuestras vidas, identificar las diferentes fuentes, comparar el impacto medioambiental de las mismas y reconocer la importancia del ahorro energético para un desarrollo sostenible.  6. Conocer y comparar las diferentes fuentes de energía empleadas en la vida diaria en un contexto global que implique aspectos económicos y medioambientales.	5.1. Reconoce, describe y compara las fuentes renovables y no renovables de energía, analizando con sentido crítico su impacto medioambiental.  6.1. Compara las principales fuentes de energía de consumo humano, a partir de la distribución geográfica de sus recursos y los efectos medioambientales.

<b>Física y Química. 4º ESO</b>		
Bloque 3. Los cambios		
Reacciones de especial interés.	8. Valorar la importancia de las reacciones de síntesis, combustión y neutralización en procesos biológicos, aplicaciones cotidianas y en la industria, así como su repercusión medioambiental.	8.1. Describe las reacciones de síntesis industrial del amoníaco y del ácido sulfúrico, así como los usos de estas sustancias en la industria química.
<b>Física y Química. 1º Bachillerato</b>		
Bloque 4. Transformaciones energéticas y espontaneidad de las reacciones químicas		
Consecuencias sociales y medioambientales de las reacciones químicas de combustión.	8. Analizar la influencia de las reacciones de combustión a nivel social, industrial y medioambiental y sus aplicaciones.	8.1. A partir de distintas fuentes de información, analiza las consecuencias del uso de combustibles fósiles, relacionando las emisiones de CO <sub>2</sub> , con su efecto en la calidad de vida, el efecto invernadero, el calentamiento global, la reducción de los recursos naturales, y otros y propone actitudes sostenibles para minorar estos efectos.
<b>Química. 2º Bachillerato</b>		
Bloque 3. Reacciones químicas		
Ácidos y bases relevantes a nivel industrial y de consumo. Problemas medioambientales	16. Conocer las distintas aplicaciones de los ácidos y bases en la vida cotidiana tales como productos de limpieza, cosmética, etc.	16.1. Reconoce la acción de algunos productos de uso cotidiano como consecuencia de su comportamiento químico ácido-base.
Bloque 4. Síntesis orgánica y nuevos materiales		
Fabricación de materiales plásticos y sus transformados: impacto medioambiental.	12. Valorar la utilización de las sustancias orgánicas en el desarrollo de la sociedad actual y los problemas medioambientales que se pueden derivar.	12.1. Reconoce las distintas utilidades que los compuestos orgánicos tienen en diferentes sectores como la alimentación, agricultura, biomedicina, ingeniería de materiales, energía frente a las posibles desventajas que conlleva su desarrollo.

Tras el análisis de los contenidos relacionados con el medioambiente en física y química de la ESO y química del Bachillerato, es evidente que no se contempla el papel de la química en el estudio de los problemas ambientales o en la conservación del medioambiente, ya que en todos estos contenidos se abordan más los problemas e impactos ambientales que pueda causar la química o la industria química.

No obstante, se observa que la química ambiental se contempla en la asignatura de ciencias aplicadas a la actividad profesional de 4º de la ESO, precisamente, en el Bloque 2. “Aplicaciones de la ciencia en la conservación del medio ambiente”. Dónde se abordan temas como la contaminación: concepto y tipos, la contaminación del suelo, la contaminación del agua, la contaminación del aire, la contaminación nuclear, el tratamiento de residuos, y nociones básicas y experimentales sobre química ambiental y el desarrollo sostenible. Tal y como se refleja en Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

Asimismo, la química ambiental aparece en la disciplina de ciencias de la naturaleza dentro de las materias obligatorias de la educación secundaria obligatoria que recoge el anexo II del Decreto 57/2007, de 10 de mayo, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Cantabria.

Dicho esto, está claro que el sistema educativo español ha de contemplar la química ambiental desde el enfoque en el que los alumnos/as puedan apreciar el rol que desempeña esta disciplina en la protección del medio ambiente, introduciéndola precisamente en los contenidos curriculares de la asignatura de química, con el fin de despertar el interés de los alumnos/as sobre esta rama científica.

# CAPÍTULO III. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

## 1. Objetivos

### 1.1. Objetivo general

El objetivo general de este trabajo es saber qué perciben los alumnos/as de secundaria y bachillerato sobre la asignatura de química, y determinar si la forma de su enseñanza influye sobre su interés sobre esta rama científica.

### 1.2. Objetivos específicos

Para dar respuesta a la cuestión antes planteada, además del objetivo general, se plantea en paralelo alcanzar otros objetivos específicos enfocados en:

- Identificar la actitud de los alumnos/as hacia el aprendizaje de la química como asignatura.
- Llevar a cabo un estudio a través del cual se pueda identificar y analizar las opiniones de los alumnos/as sobre la utilidad de la química en la vida cotidiana, así como en aspectos relacionados con los problemas y la conservación del medio ambiente.
- Describir y analizar nuevas metodologías didácticas que puedan suscitar el interés de los alumnos/as por la materia.

## 2. Diseño metodológico

Tal y como se ha dicho antes, el objetivo de nuestra investigación es conocer la percepción de la química por parte de los alumnos/as, y determinar si la forma de enseñar esta disciplina influye sobre el interés de los alumnos/as por ella. Con lo cual, se trata de una investigación cuyo diseño está previamente estructurado y cerrado, adoptando una muestra estadísticamente representativa, que es en este caso, alumnos/as que cursan la química de diferentes cursos del IES La Albericia, y utilizando un instrumento de investigación uniforme para todos los sujetos (cuestionario) con el fin de obtener unos datos objetivos y estandarizados que nos permitirán el análisis de variables dependientes (el interés de los

alumnos/as por la química) e independientes (la forma de enseñar la química) así como de su variación. Dicho esto, estamos optando por una metodología de enfoque cuantitativo deductivo (Hernández et al., 2014), basándonos en la hipótesis de que la manera de enseñanza de la química influye sobre el interés de los alumnos/as del IES La Albericia por esta disciplina.

Por otra parte, nuestra investigación se hace según el grado de abstracción aplicada, tratando de implementar los resultados obtenidos para la resolución del problema del desinterés de los alumnos/as de secundaria por la química. Asimismo, adoptamos un proceso cuasi-experimental, ya que en este caso trabajamos con grupos ya conformados con antelación al experimento (alumnos/as de diferentes cursos del IES Albericia, que cursan la química), sin tener ningún control de las variables extrañas que puedan intervenir en los resultados.

Por último, nuestra investigación se lleva a cabo según la intención correlacional, evaluando la relación que existe entre los dos conceptos: la metodología seguida en la enseñanza de la química, por una parte, y el interés de los alumnos/as por esta materia, por otra.

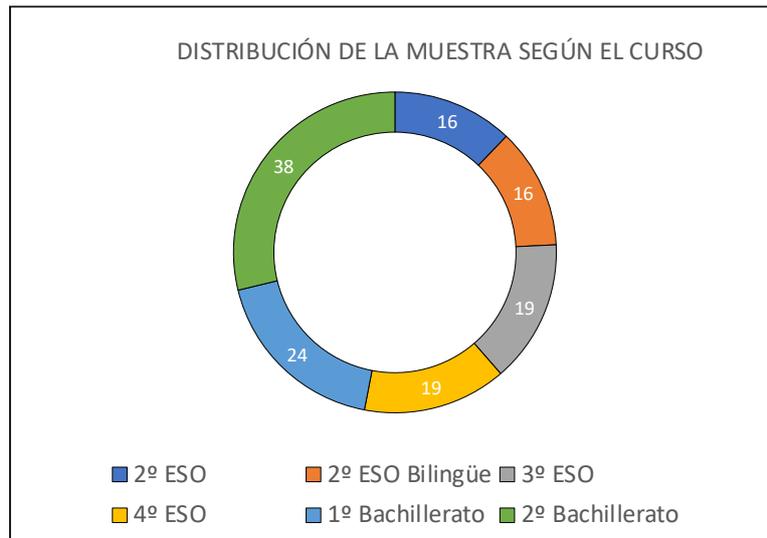
### **3. Muestra**

En cuanto a la muestra, sujeto de nuestro estudio, nos hemos centrado en alumnos/as de diferentes cursos del IES La Albericia que cursan la asignatura de química. Se trata de un muestreo probabilístico, y la muestra está formada por un total de 132 alumnos/as, cuya edad oscila entre los 13 y 18 años, y que accedieron a responder al cuestionario de manera voluntaria y anónima.

Otro aspecto que se ha tenido en cuenta en la muestra es la decisión de trabajar con alumnos/as que cursan química en diferentes cursos. Dicha decisión tiene como objeto analizar si la percepción de los alumnos/as por la química se diferencia de un curso a otro, o también entre un programa de ESO ordinario y otro bilingüe, donde la química se cursa en inglés.

La muestra se distribuye por cursos de la siguiente forma, tal y como se muestra en la Figura 2. En ella hay 32 cuestionarios de 2º de la ESO, entre los

cuales la mitad corresponden al programa bilingüe que cursan la materia en inglés, 19 de 3º de la ESO, 19 de 4º de ESO, 24 de 1º de Bachillerato y 38 de 2º de Bachillerato. En los cuatro primeros cursos, la química como disciplina se da en la asignatura de física y química como obligatoria para 2º y 3º de la ESO y optativa para 4º de la ESO y 1º de Bachillerato, mientras que para el 2º de Bachillerato, la química es una asignatura independiente y optativa.



**Figura 2.** Distribución de la muestra según el curso

Por otra parte, analizando la distribución de la muestra según el género, se observa tal y como se muestra en la Figura 3, que hay un equilibrio entre los dos géneros, femenino y masculino, aunque se puede apreciar que el número de alumnas es ligeramente mayor que el de alumnos.

Por último, se analiza la muestra según el nivel de estudios que tienen los alumnos/as, a través de los resultados obtenidos de la pregunta 4 “¿Cómo vas en tus estudios?”, que varía entre muy bien, aprobando todo con muy buenas notas, y suspendiendo a menudo. La Figura 4 representa el porcentaje de cada nivel de estudios de la muestra, en donde se observa que más del 50% de los alumnos/as tienen un buen nivel, mientras que sólo el 9% de esta muestra suelen suspender.

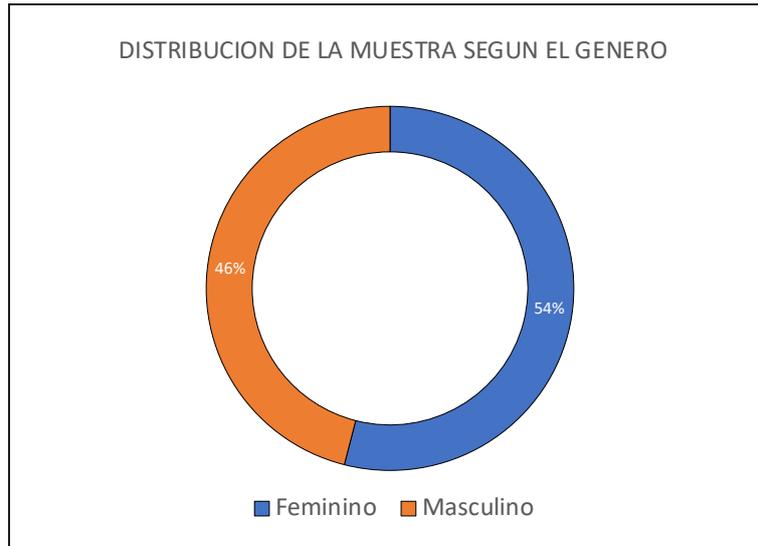


Figura 3. Distribución de la muestra según el género

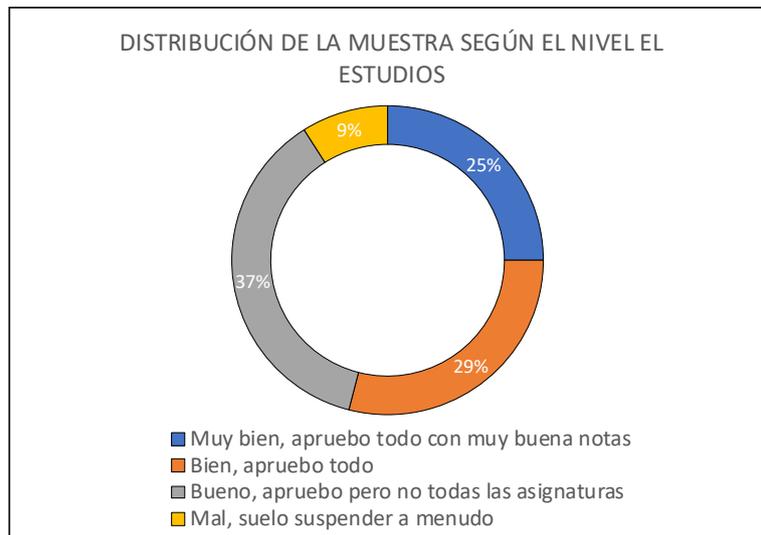


Figura 4. Distribución de la muestra según el nivel de estudios

#### 4. Instrumentos de recogida de información

A partir de los objetivos planteados, el presente estudio corresponde a un enfoque cuantitativo. En este sentido, con el fin de medir sus variables, sería conveniente emplear un cuestionario como técnica de recogida de datos. Si bien existen otras técnicas cuantitativas que pudieran utilizarse, los cuestionarios tienen la ventaja de permitir la recopilación de mucha información de más de una variable.

El cuestionario está formado por un total de 15 preguntas cerradas, incluyendo una abierta. En las preguntas cerradas, los alumnos/as responden según su grado de conformidad a las opciones presentadas.

Por otro lado, además de las preguntas principales del cuestionario, los alumnos/as tienen que contestar también a algunos datos sociodemográficos personales, recogidos en las preguntas de 1 a 4, tales como el sexo, la edad, el curso actual y el nivel de estudios. En cuanto al resto de las preguntas, están divididas en cuatro bloques según el aspecto en que se centran estas.

- 1<sup>er</sup> bloque: preguntas 5 y 6, corresponde a la opinión de los alumnos/as sobre la química como asignatura.
- 2<sup>do</sup> bloque: preguntas de 7 a 9, corresponde a la percepción de los alumnos/as sobre la utilidad de la química en la vida cotidiana, así como en aspectos relacionados con el medio ambiente y su conservación.
- 3<sup>er</sup> bloque: preguntas de 10 a 14, es la correspondiente a lo que piensan los alumnos/as sobre los métodos actualmente empleados para enseñar la química, por una parte, y sobre las metodologías propuestas, en este trabajo, como nuevas estrategias didácticas para la promoción de la química, por otra.
- 4<sup>to</sup> bloque: pregunta 15, se trata de una pregunta abierta en la que los alumnos/as están invitados a proponer actividades que creen que podrían mejorar la clase de la química

La evaluación cuántica de todas las respuestas a las preguntas del cuestionario se ha llevado a cabo mediante la recopilación los datos obtenidos y su posterior análisis en un libro de Excel.

El cuestionario empleado se encuentra recogido en el Anexo I.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación, se presentan los resultados de la investigación de este trabajo, por lo que se realizará un análisis exhaustivo de los datos y gráficos obtenidos a través de la utilización de Microsoft Office Excel. La presentación y el análisis de estos resultados se hará en cuatro bloques, según la repartición antes mencionada en el apartado de descripción del cuestionario.

En este sentido, se examinarán los resultados de todas las preguntas de los tres primeros bloques de forma general y por curso, analizando, además, las respuestas de la pregunta clave de cada uno de los tres primeros bloques por género y por nivel de estudios.

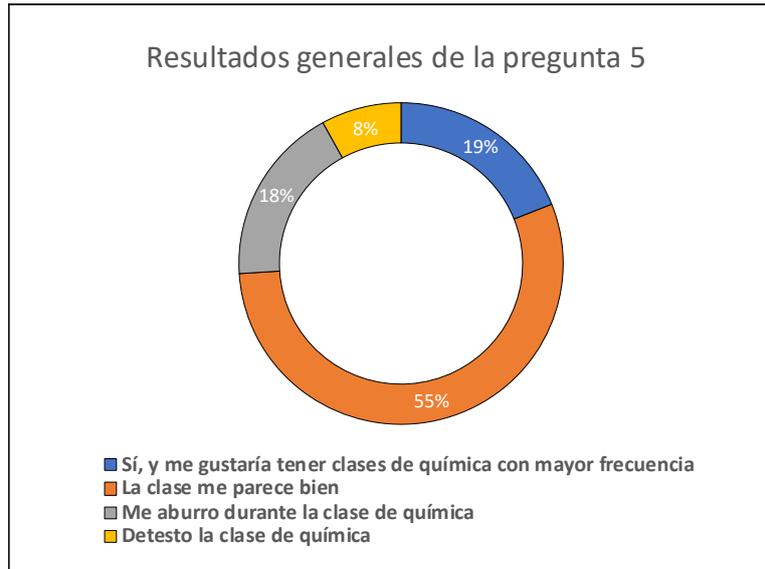
Por último, se evaluarán los resultados de la pregunta 15, cuyo carácter es abierto, y que corresponde al cuarto bloque de forma genérica, haciendo una síntesis de todas las respuestas adquiridas.

### **1. Opinión de los alumnos/as sobre la química como asignatura**

Tal y como se ha visto antes, este bloque contiene dos preguntas cerradas, cuyo objetivo es el de determinar si a los alumnos/as les gusta la química como asignatura o no (pregunta 5: pregunta clave del 1<sup>er</sup> bloque), y su comparación con otras asignaturas (pregunta 6).

#### **1.1. Pregunta 5: “¿Te gusta la clase de la química?”**

La Figura 5 recoge las respuestas generales de la pregunta 5. En la figura aparecen las posibles respuestas de esta pregunta: (a) sí, y me gustaría tener clases de química con mayor frecuencia; (b) la clase me parece bien; (c) me aburro durante la clase de química; y (d) detesto la clase de química.

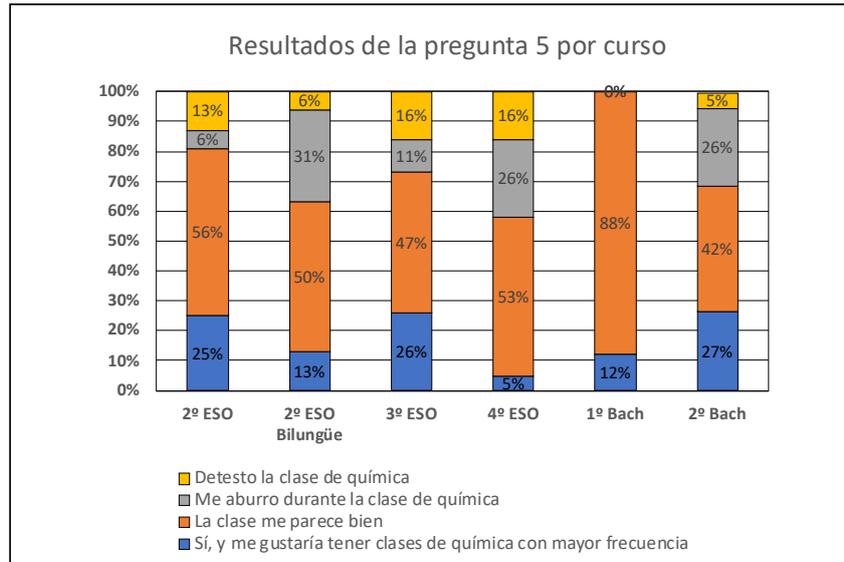


**Figura 5.** Resultados generales de la pregunta 5

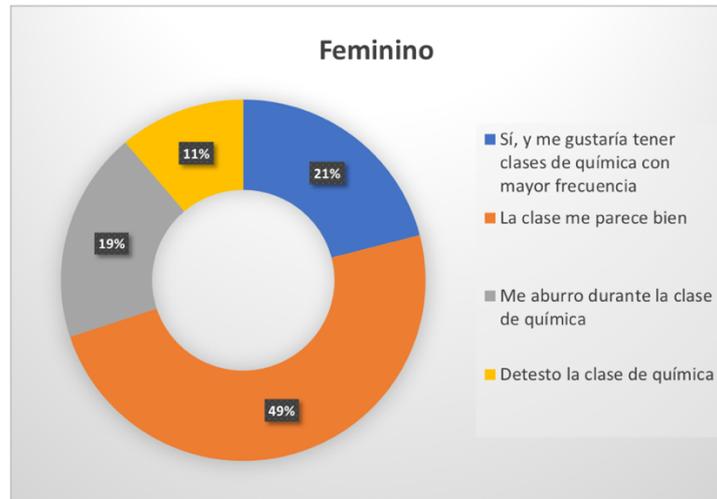
El análisis de esta figura muestra que el 74 % de la muestra están contentos con la clase de química, a algunos alumnos/as incluso les gusta tener las clases con mayor frecuencia (19%), mientras que el resto o se aburren en clase (18%) o que la detestan directamente (8%).

Ahora bien, si analizamos las respuestas a esta misma pregunta por curso, tal y como se refleja en la Figura 6, notamos que la mayor parte del alumnado que se sienten satisfechos con la asignatura se encuentra en 1º bachillerato con un porcentaje nulo de disgusto por la disciplina, seguido por 2º ESO. Mientras que la peor percepción de la química se observa en 4º ESO, 2º ESO Bilingüe, 2º bachillerato y 3º ESO, sucesivamente, llegando a alcanzar hasta el 42% en 4º ESO. La causa de esta decepción es lo que vamos a intentar entender más adelante en las preguntas siguientes.

Luego si evaluamos las respuestas por género (Figura 7 y Figura 8), podemos apreciar que casi el 80% de los alumnos están contentos con la clase de química, mientras que con las alumnas este porcentaje es un poco inferior (70%). El resto se encuentran disgustados con la clase.



**Figura 6. Resultados de la pregunta 5 por curso**



**Figura 7. Resultados de la pregunta 5 por género (femenino)**



**Figura 8. Resultados de la pregunta 5 por género (masculino)**

Lo mismo, si estudiamos los resultados en función del nivel de estudios de la muestra (Figura 9), obtenido a partir de las respuestas de la pregunta 4 (Figura 4), percibimos que los alumnos/as que tiene un buen nivel de estudios están más satisfacción con la asignatura que aquellos con un nivel medio/bajo de estudios. Dicho esto, el porcentaje de disgusto por la clase de química alcanza su máximo de 42% con el alumnado que suspende a menudo. No obstante, estos porcentajes de insatisfacción de los alumnos/as con la clase de química tienen que ser considerados, tengan o no un buen nivel de estudios.

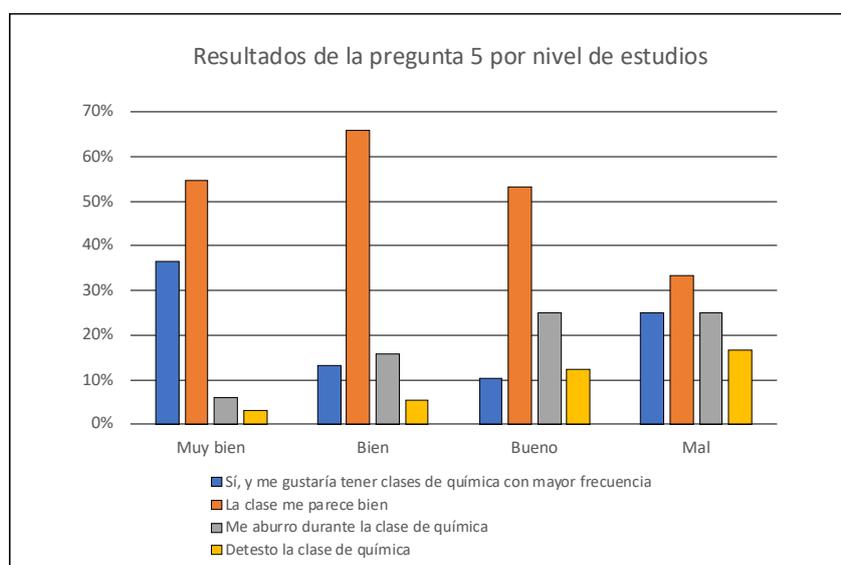
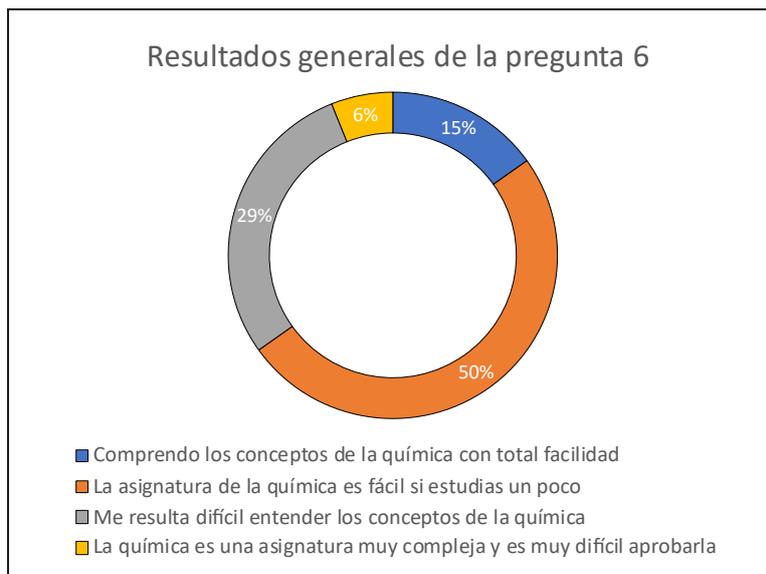


Figura 9. Resultados de la pregunta 5 por nivel de estudios

## 1.2. Pregunta 6: “¿Cómo te parece la química en comparación con otras asignaturas?”

Las posibles respuestas de esta pregunta son: (a) comprendo los conceptos de la química con total facilidad; (B) la asignatura de la química es fácil si estudias un poco; (c) me resulta difícil entender los conceptos de la química; y (d) la química es una asignatura muy compleja y es muy difícil aprobarla.

La Figura 10 representa los resultados generales obtenidos de la pregunta 6. En ella, se constata que prácticamente el 65% de la muestra entiende los conceptos de la química, mientras que al resto le parece que es una asignatura difícil de entender. Algo del que se verá el porque más adelante a través de los resultados de las preguntas siguientes.



**Figura 10.** Resultados generales de la pregunta 6

En cuanto al análisis de las respuestas de esta pregunta por curso (Figura 11), se observa que la mayor parte de los alumnos/as que entienden fácilmente los conceptos de la química se registra en 1º bachillerato, seguido por 2º bachillerato y 2º ESO, respectivamente.

En cambio, los cursos de 4º ESO, 3º ESO y 2º ESO bilingüe son los que más tienen alumnos/as con dificultades hacia esta asignatura, con un porcentaje que llega hasta aproximadamente el 70 % en 4º ESO. Un resultado alarmante, sobre todo para este curso que representa la última etapa de la educación secundaria obligatoria, lo que seguramente va a afectar a la elección de estudios y/o carreras posteriores que van a hacer estos alumnos/as. Algo que pone de manifiesto la necesidad de determinar las causas de estas dificultades y, por tanto, intentar resolverlas.

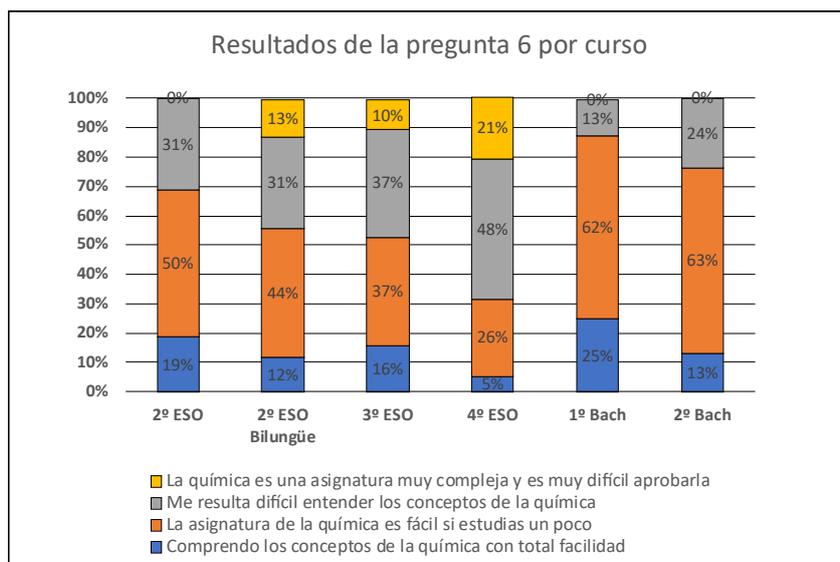


Figura 11. Resultados de la pregunta 6 por curso

## 2. Percepción de los alumnos/as sobre la utilidad de la química en la vida cotidiana, así como en la conservación del medio ambiente

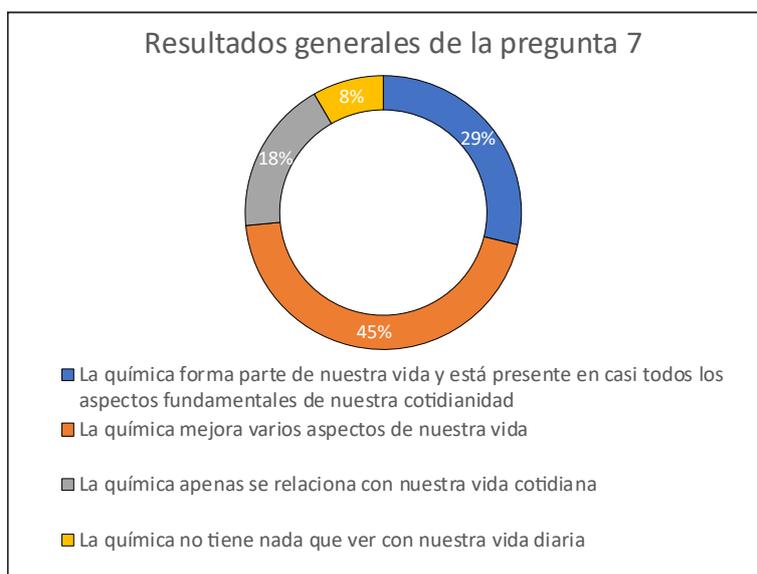
Este bloque incluye tres preguntas cerradas, cuyo objetivo es el de definir la percepción de los alumnos/as sobre la utilidad de la química en la vida cotidiana (pregunta 7: pregunta clave del 2º bloque), en el estudio de los problemas y conservación del medioambiente (pregunta 8), y en el tratamiento de aguas residuales e industriales, como ejemplo de la labor de la química en este campo (pregunta 9).

### 2.1. Pregunta 7: “¿Qué opinas de la utilidad de la química en la vida cotidiana?”

Las posibles respuestas a esta pregunta son: (a) la química forma parte de nuestra vida y está presente en casi todos los aspectos fundamentales de nuestra cotidianidad; (b) la química mejora varios aspectos de nuestra vida; (c) la química apenas se relaciona con nuestra vida cotidiana; y (d) la química no tiene nada que ver con nuestra vida diaria.

Si analizamos los resultados generales de esta pregunta, recogidos en la Figura 12, podemos apreciar que el 74% del alumnado admiten el rol de la

química en la cotidianidad, mientras que el resto piensan que esta ciencia apenas se relaciona o no tiene nada que ver con nuestra vida diaria.

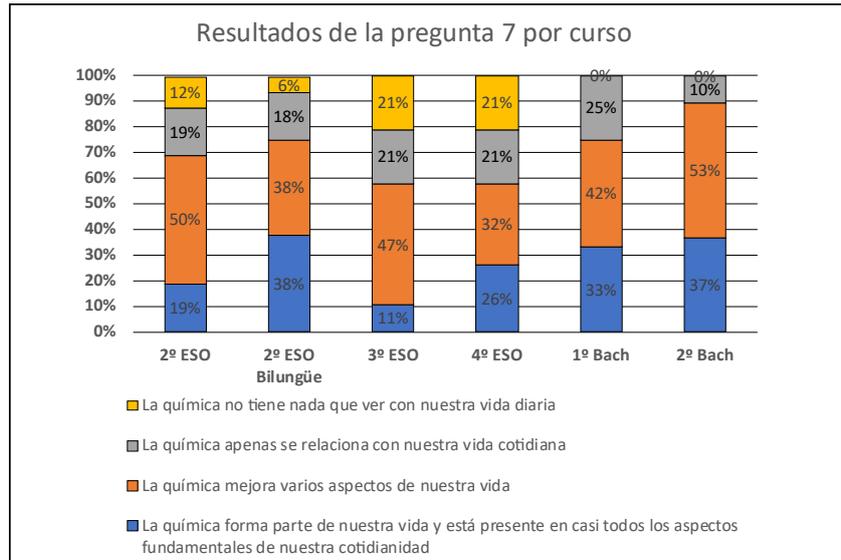


**Figura 12.** Resultados generales de la pregunta 7

Por su parte, el análisis de las respuestas por curso (Figura 13), muestra que el mayor porcentaje de alumnos/as que piensan que la química está relacionada con la vida cotidiana se ve en 2º bachillerato, seguido por 2º ESO bilingüe, 1º bachillerato y 2º ESO, respectivamente. los dos cursos de bachillerato tienen un porcentaje nulo de los alumnos/as que piensan lo contrario.

En cambio, los cursos de 4º ESO y 3º ESO son los que registran más porcentajes de alumnos/as inconscientes del papel de la química en la vida diaria, alcanzando hasta el 42 % en ambos cursos.

Una comparación de estos resultados con los obtenidos por curso de la pregunta 5 (Figura 6), lleva a confirmar que 4º ESO es también el curso con más alumnado que se aburre en la clase de química o la detesta (42%). Un análisis que nos lleva a deducir que estos 42% que están disgustados por la química son los mismos que creen que esta ciencia no se involucra en nuestras vidas. Otro dato preocupante para el sistema educativo en cuanto a la enseñanza de esta asignatura, sobre todo que estamos hablando del último curso de la educación secundaria obligatoria.

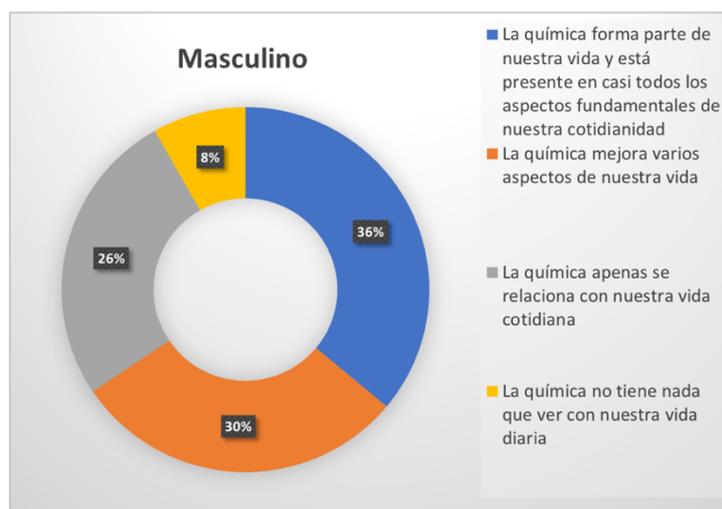


**Figura 13. Resultados de la pregunta 7 por curso**

Ahora bien, si analizamos las respuestas a la pregunta 7 por género (Figura 14 y Figura 15), observamos que más del 80% de las alumnas admiten la utilidad de la química en la vida diaria, mientras que, con los alumnos, este porcentaje es inferior (66%). Comparando estos datos con los obtenidos por género de la pregunta 5 (Figura 8), notamos que a pesar de que el 80% de alumnos sienten satisfacción por la clase de química, sólo el 66% están conscientes de la labor de esta ciencia en la vida diaria. Algo que puede ser relacionado con los currículos y la enseñanza de la química, en el sentido de que si estos están o no vinculados con la vida cotidiana de los alumnos/as.



**Figura 14. Resultados de la pregunta 7 por género (femenino)**



**Figura 15.** Resultados de la pregunta 7 por género (masculino)

Por último, si examinamos los resultados de esta misma pregunta por nivel de estudios, tal y como se refleja en Figura 16, constatamos que el mayor porcentaje de alumnos/as que reconocen el rol de la química en la cotidianidad se registra en aquellos que tienen un buen nivel de estudios.

De lo contrario, el pensamiento de que la química apenas participa o no tiene ninguna relación con la vida cotidiana, se observa más en los alumnos/as que suelen suspender a menudo, con un porcentaje que llega hasta el 42%.

Si hacemos lo mismo que antes, y comparamos estos resultados con los de la pregunta 5 obtenidos en función del nivel de estudios (Figura 9), volvemos a encontrarnos con la misma cifra, es decir, el 42% del alumnado que está disgustado por la asignatura de química corresponde a los alumnos/as que suspenden a menudo. Algo que nos hace creer que estos 42% del alumnado que tienen dificultades en sus estudios, y que están descontentos con la química, son los mismos que creen que ésta no juega ningún papel en su vida diaria.

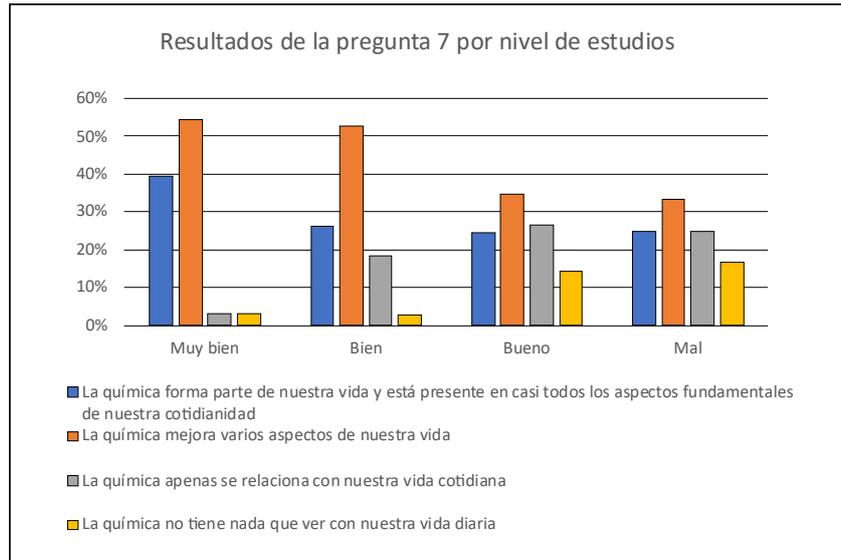


Figura 16. Resultados de la pregunta 7 por nivel de estudios

## 2.2. Pregunta 8: “¿Crees que la química interviene en el estudio de los problemas y conservación del medioambiente?”

En lo que se refiere a esta pregunta, las posibles respuestas son: (a) sí, la química juega un papel muy importante en este campo; (b) creo que la química algo interviene algo en estos temas; (c) no creo que la química tenga algo que ver con esto; y (d) en mi opinión, no interviene nada. Analizando los resultados generales correspondientes (Figura 17), se constata que el 94 % de la muestra reconoce el papel de la química en el ámbito medioambiental.



Figura 17. Resultados generales de la pregunta 8

Ahora, si estudiamos las respuestas a esta pregunta por curso, tal y como se refleja en la Figura 18, distinguimos que, tanto en 2º bachillerato como en 3º ESO, todos los alumnos tienen certeza total del rol de la química en el campo medioambiental. En cuanto al resto de los cursos, registran pequeños porcentajes de alumnos/as que no lo creen, llegando a alcanzar un máximo de 25% en 2º ESO.

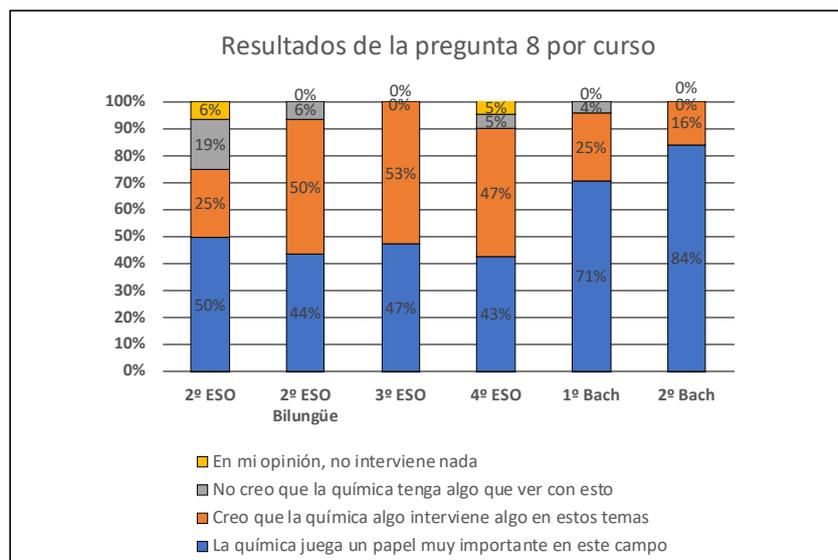


Figura 18. Resultados de la pregunta 8 por curso

### 2.3. Pregunta 9: “¿Qué opinas del rol de la química en el tratamiento de aguas residuales e industriales, por ejemplo?”

Para esta pregunta se ofrecen las posibles respuestas siguientes: (a) la química juega un papel muy importante en este campo; (b) creo que la química algo interviene algo en este tema; (c) no creo que la química tenga algo que ver con esto; y (d) en mi opinión, no interviene nada.

Si se estudian las respuestas generales a esta pregunta (Figura 19), se puede apreciar que el 92% de los alumnos/as opinan que la química juega un papel importante en el tratamiento de aguas residuales e industriales, mientras que sólo el 8% piensa lo contrario. Unos datos similares a los obtenidos en las respuestas generales a la pregunta anterior (Figura 17), donde el 94 % asumía que la química desempeña un papel importante en el ámbito medioambiental, mientras que sólo el 6% opinaba lo opuesto.

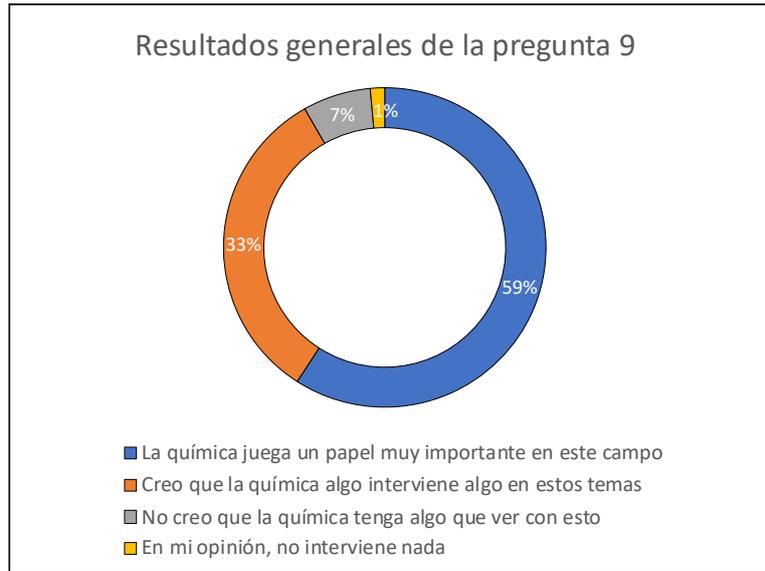


Figura 19. Resultados generales de la pregunta 9

Luego si se analizan los resultados por curso, como se ve en la Figura 20, se consta que el mayor porcentaje del alumnado que tiene clara la labor de la química en el tratamiento de aguas se observa en 1º bachillerato, con un 75% del pensamiento opuesto, seguido por 2º bachillerato, 2º ESO bilingüe, 2º ESO y 4º ESO, respectivamente. Finalmente, se nota que 3º ESO es el que más tiene alumnos/as que opinan lo contrario, con un porcentaje de 22 %.

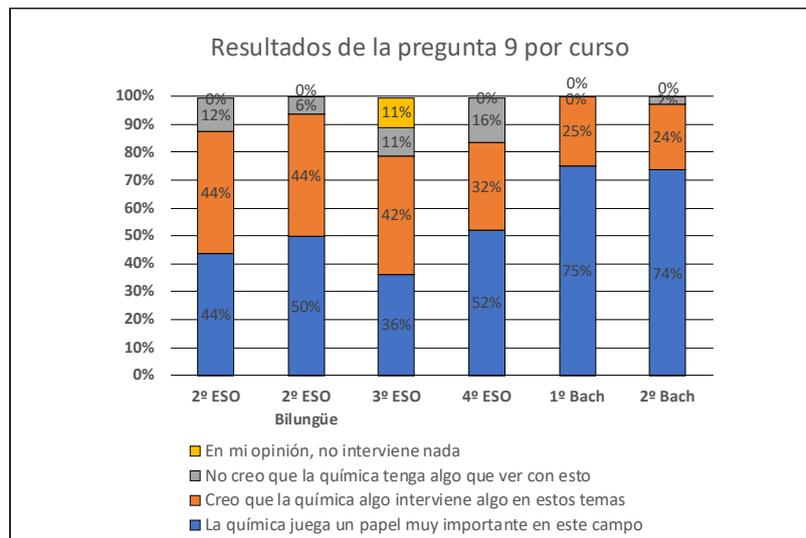


Figura 20. Resultados de la pregunta 9 por curso

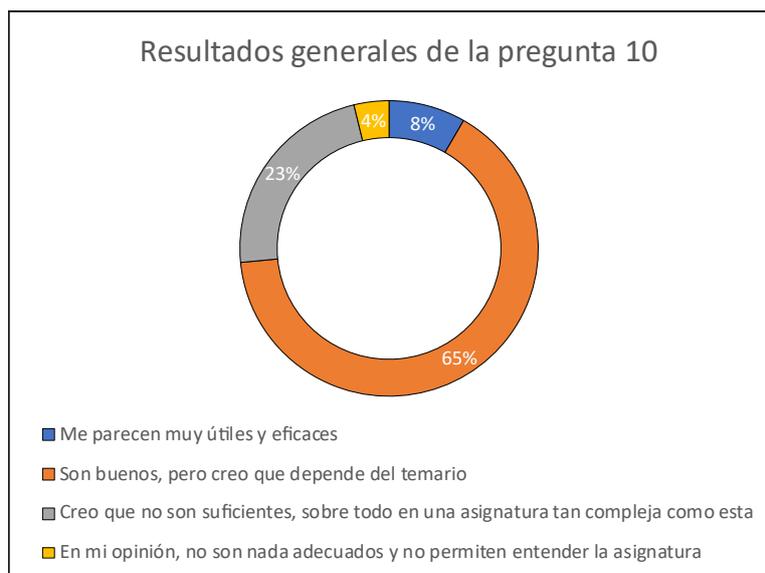
### **3. Opinión de los alumnos/as sobre los métodos empleados en la enseñanza de la química y sobre otros métodos innovadores**

Este bloque está formado por cinco preguntas cerradas, dirigidas para saber lo que piensan los alumnos/as sobre los métodos que se emplean para enseñar la química (pregunta 10), sobre si el empleo de otros métodos favorecerá que estén más atentos con la asignatura (pregunta 11, pregunta clave del 3<sup>er</sup> bloque), y finalmente saber qué opinan de los juegos didácticos (pregunta 12), de la experimentación (pregunta 13) y de los proyectos como metodologías didácticas para ayudarles a entender mejor la química (pregunta 14).

#### **3.1. Pregunta 10: “¿En qué medida te gustan los medios empleados para enseñar la química?”**

Las respuestas propuestas para esta pregunta son: (a) me parecen muy útiles y eficaces; (b) son buenos, pero creo que depende del temario; (c) creo que no son suficientes, sobre todo en una asignatura tan compleja como esta; y (d) en mi opinión, no son nada adecuados y no permiten entender la asignatura.

La Figura 21 recoge los resultados generales obtenidos de esta pregunta. En ella, se parecía como el 65% del alumnado opina que los medios empleados para enseñar la química son buenos dependiendo del temario, el 27% creen que no son suficientes o no adecuados para que esta asignatura se entienda, y el resto piensan que son útiles y eficaces.



**Figura 21.** Resultados generales de la pregunta 10

Ahora si se analizan las respuestas a esta pregunta por curso, tal y como se muestra en la Figura 22, se observa que el mayor porcentaje de los alumnos/as que piensan que los métodos utilizados son buenos dependiendo del temario corresponden al curso de 1º bachillerato, seguido por 3º ESO y 2º ESO, respectivamente. En cambio, en 4º ESO se registra la mayor parte de alumnos/as que creen que estos métodos no son suficientes, con un porcentaje que alcanza el 47%, seguido por 2º ESO bilingüe (31%) y 2º bachillerato (29%).

Estos resultados hacen hincapié a lo que puede ser la causa de las percepciones negativas de los alumnos/as sobre la química. Si tomamos el ejemplo del curso de 4º ESO, donde se registraba antes el mayor porcentaje del alumnado con dificultades para entender la química, percibiéndola como una asignatura difícil de entender (Figura 11), y analizamos sus resultados de esta pregunta (Figura 22), distinguimos que es el curso que el más porcentaje tiene (47%) de alumnos/as que están descontentos con los métodos utilizados en la enseñanza de esta disciplina.

Dicho esto, se puede deducir que las metodologías empleadas para enseñar la química como disciplina forman una pieza clave para que los alumnos/as la perciben de manera positiva, y por consecuencia, entiendan sus conceptos.

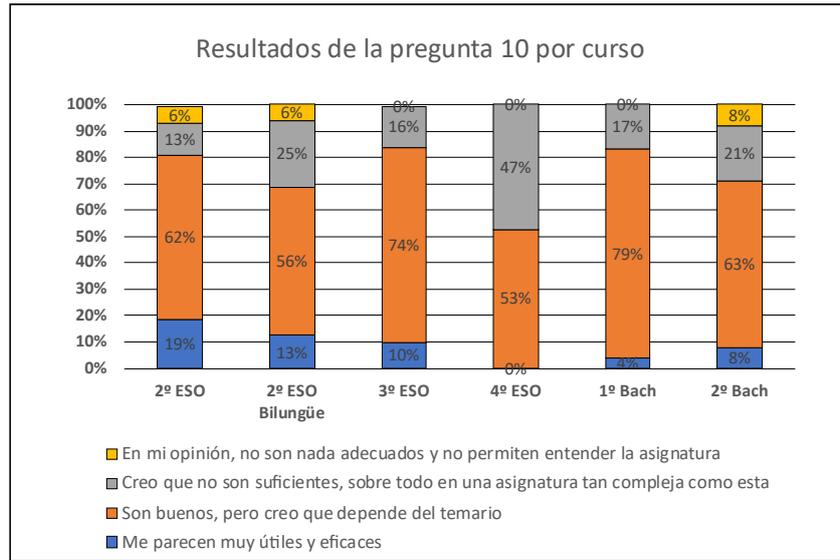


Figura 22. Resultados de la pregunta 10 por curso

### 3.2. Pregunta 11: “¿Crees que con otros métodos vas a estar más atento a la asignatura de química?”

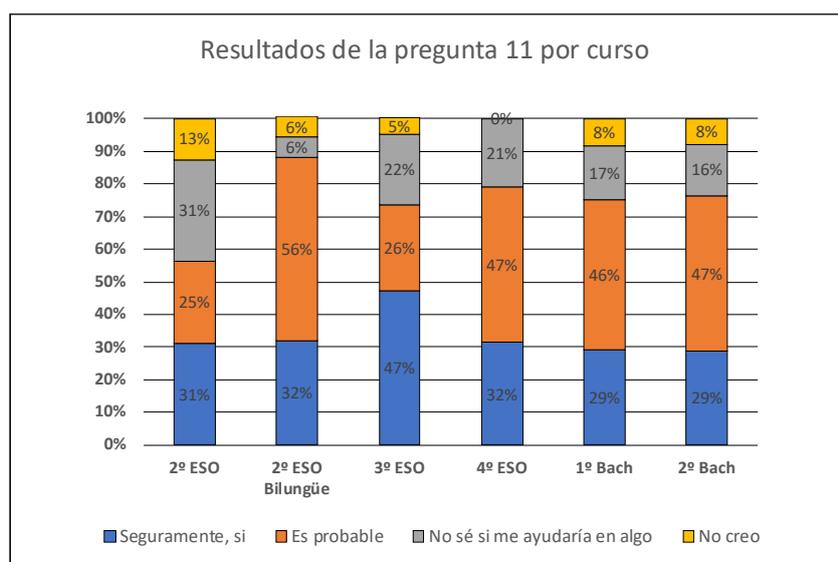
Esta pregunta tiene como posibles respuestas las siguientes: (a) seguramente, si; (b) es probable; (c) no sé si me ayudaría en algo; y (d) no creo. Al analizar sus resultados generales, que se recogen en la Figura 23, se nota que el 75% de los alumnos/as votan a favor de emplear nuevos métodos de enseñanza; siendo el 33 % seguros de ello y el 42% lo ven como posible opción, mientras que el resto o tienen sus dudas al respecto o no lo creen directamente.



Figura 23. Resultados generales de la pregunta 11

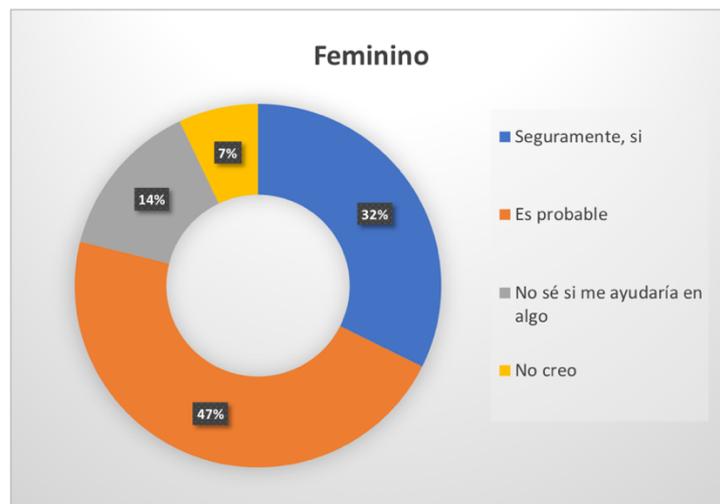
Ahora si estudiamos los resultados de esta pregunta por curso (Figura 24), descubrimos que más del 50% del alumnado de todos los cursos piensan que adoptar nuevos métodos de enseñanza de la química mejoraría el aprendizaje de la misma, registrando el porcentaje más alto en 2º ESO bilingüe, 4º ESO y 2º bachillerato, y siendo el curso de 3º ESO, el más seguro de ello, con un porcentaje de 47%.

Un análisis comparativo de estos resultados con los obtenidos de la pregunta 5 por curso (Figura 6), no lleva a observar que se trata de los mismos cursos de 4º ESO, 2º ESO Bilingüe, 2º bachillerato, y 3º ESO, en donde más los alumnos/as se aburren en la clase de química o la detestan. Con lo cual, se puede deducir que esta percepción negativa del alumnado hacía la química se debe a los métodos empelados para la enseñanza de esta asignatura.

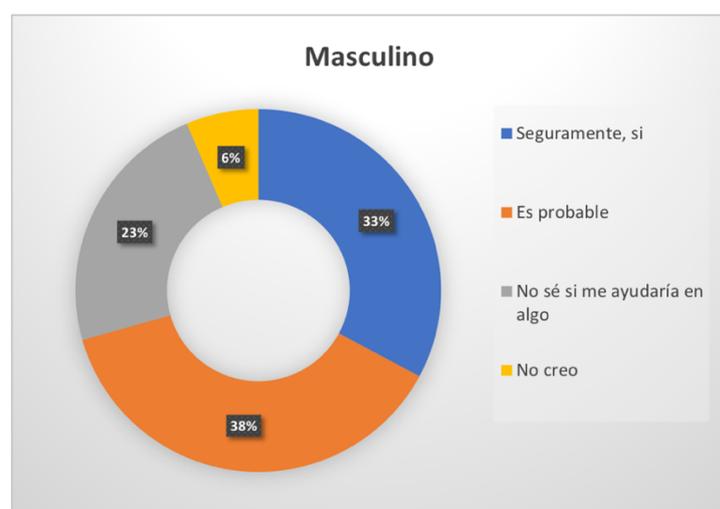


**Figura 24.** Resultados de la pregunta 11 por curso

Luego si analizamos las respuestas por género (Figura 25 y Figura 26), constatamos que casi el 80% de las alumnas apoyan la idea de adoptar otros métodos en la enseñanza de la química, mientras que en los alumnos este porcentaje es del 71%. Contrastando estos resultados con los de la pregunta 5 obtenidos por género (Figura 7 y Figura 8), observamos que también se registran más alumnas (30%) que están disgustados con la clase de química que alumnos (21%). Con lo cual, se puede decir que el método de enseñanza de la química es una de las razones más influyentes en su percepción por los alumnos/as.



**Figura 25.** Resultados de la pregunta 11 por género (femenino)



**Figura 26.** Resultados de la pregunta 11 por género (masculino)

Finalmente, al estudiar los resultados de esta pregunta por nivel de estudios, que se reagrupan en la Figura 27, se observa que la mayoría del alumnado admiten que cambiando la metodología de enseñanza mejoraría su aprendizaje de la química, excepto en los alumnos/as que suspenden a menudo, donde más del 50% tienen dudas de esta mejora o directamente no la creen.

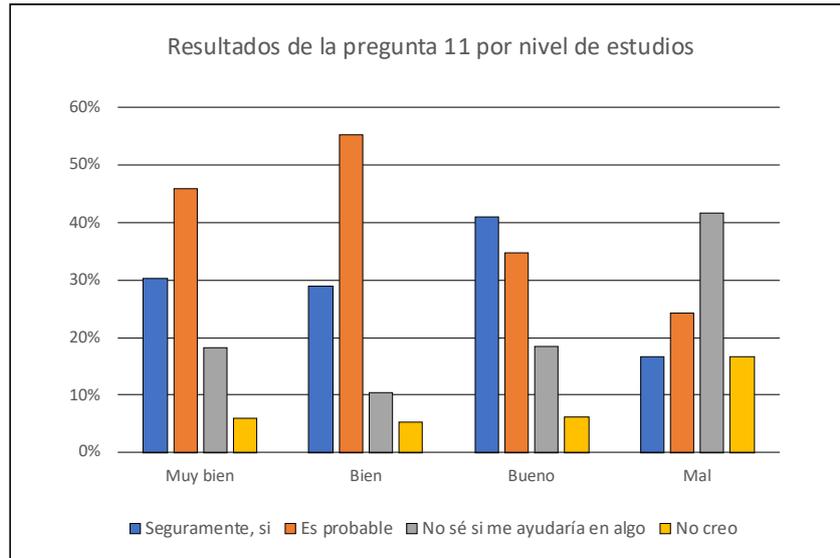


Figura 27. Resultados de la pregunta 11 por nivel de estudios

### 3.3. Pregunta 12: “¿Qué te parece si te explican la química través de unos juegos?”

Las respuestas ofrecidas para esta pregunta son: (a) me parece muy interesante, y me resultaría más fácil entender la clase; (b) creo que me ayudaría un poco a entender la asignatura; (c) no sé si me ayudaría en algo; y (d) creo que no me ayudaría nada ya que de todos modos la química es muy difícil.

La Figura 28 representa los resultados generales correspondientes. En ella, se observa que el 84% de la muestra creen que los juegos les ayudarían a entender mejor la química, el 60% están seguros de ello, y sólo el 16% no tienen claro o no lo creen.

En cuanto al análisis de las respuestas por curso (Figura 29), se observa que más del 80% del alumnado constan que los juegos son una buena herramienta para entender de química, sobre todo en 2º ESO bilingüe, 2º bachillerato, 3º ESO y 2º ESO. Mientras que los alumnos/as que piensan lo contrario se registran más en 1º bachillerato (33%), seguidos por 4º de ESO (21%).

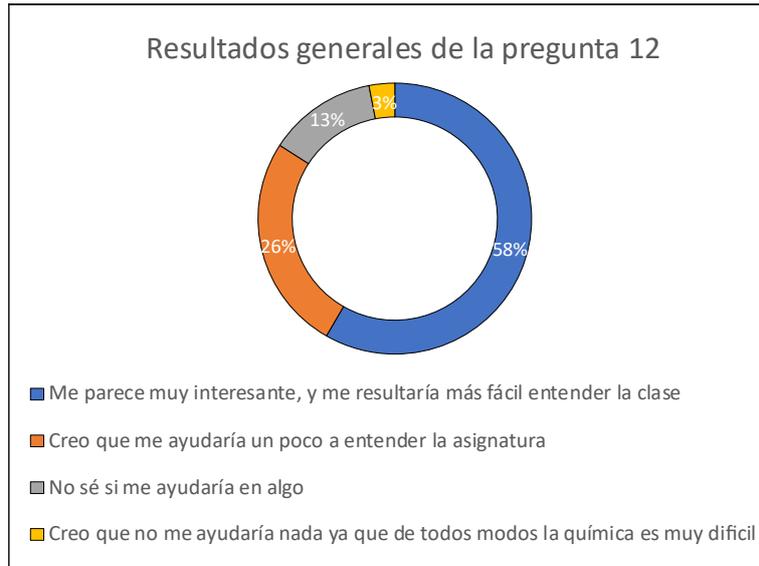


Figura 28. Resultados generales de la pregunta 12

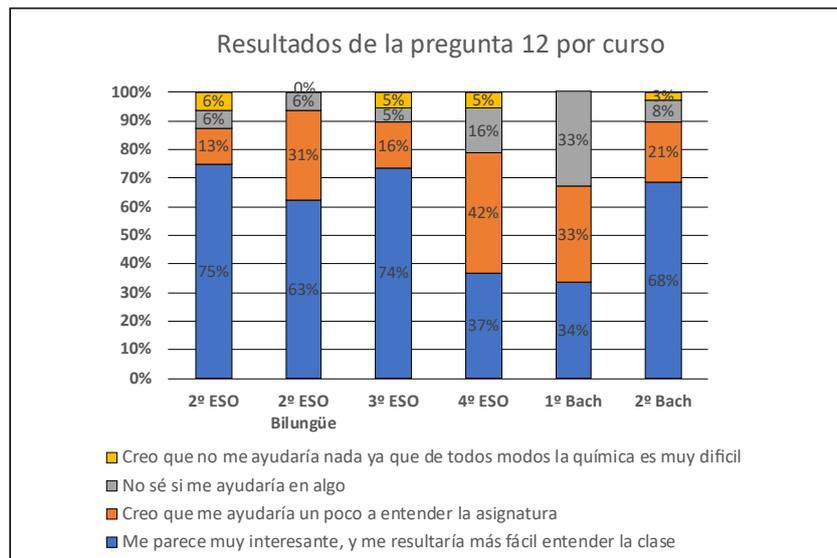


Figura 29. Resultados de la pregunta 12 por curso

### 3.4. Pregunta 13: “¿Crees que realizar experimentos de laboratorio te ayudarían a entender mejor la química?”

De igual manera que la pregunta anterior, las posibles respuestas para esta pregunta son: (a) me parece muy interesante, y me resultaría más fácil entender la química; (b) creo que me ayudaría un poco a entender la asignatura; (c) no sé si me ayudaría en algo; y (d) creo que no me ayudaría nada ya que de todos modos la química es muy difícil.

Si analizamos las respuestas generales correspondientes, recogidas en la Figura 30, podemos apreciar que casi el 90% de los alumnos/as votan a favor de la experimentación para entender mejor la química.

Luego si evaluamos los resultados por curso (Figura 31), percibimos que la mayor parte del alumnado de todos los cursos afirman que los experimentos les ayudarían a comprender mejor la asignatura, sobre todo en 3º de ESO, con un porcentaje el 100%, seguido por 2º bachillerato (92%). Sin embargo, el curso de 2º ESO es el que más tiene alumnos/as que no están seguros de ello (25%).

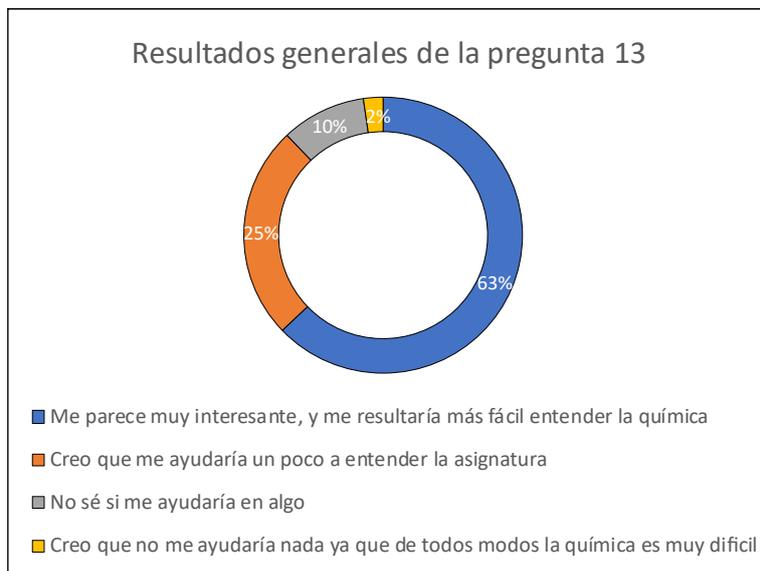


Figura 30. Resultados generales de la pregunta 13

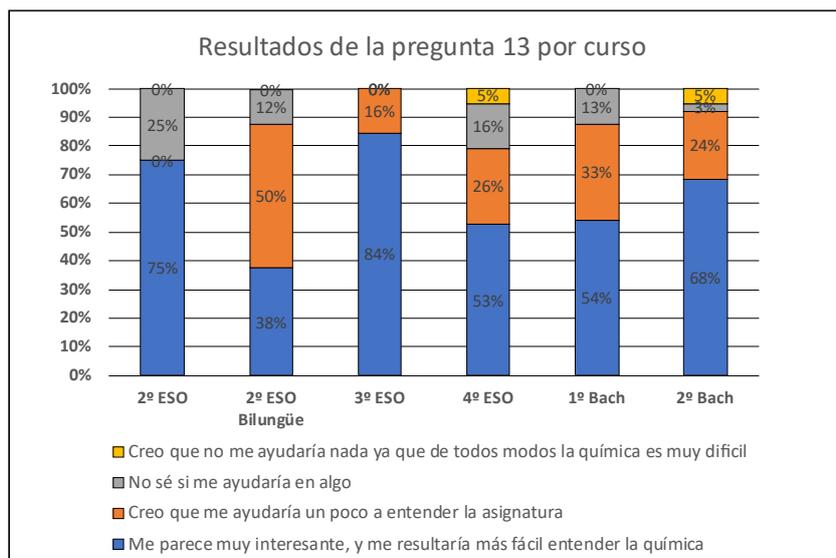
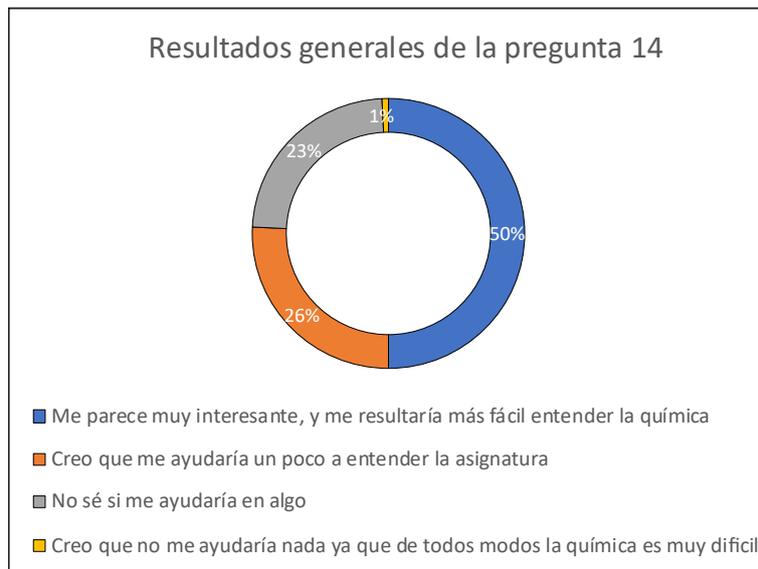


Figura 31. Resultados de la pregunta 13 por curso

### 3.5. Pregunta 14: “¿Qué opinas de realizar algún proyecto relacionado con la química? ¿Crees que te ayudaría a entender mejor?”

Aquí también las posibles respuestas para esta pregunta son iguales a la anterior: (a) me parece muy interesante, y me resultaría más fácil entender la química; (b) creo que me ayudaría un poco a entender la asignatura; (c) no sé si me ayudaría en algo; y (d) creo que no me ayudaría nada ya que de todos modos la química es muy difícil.

Un análisis de los resultados generales correspondientes, recogidos en la Figura 32, permite estimar que el 76% de los alumnos/as apoyan la enseñanza de química a través de los proyectos, y el 23% no lo tienen claro.



**Figura 32.** Resultados generales de la pregunta 14

Por último, la evaluación de las respuestas por curso (Figura 33) revela que más del 70% de los alumnos/as de todos los cursos consideran los proyectos como una buena metodología para enseñar la química, excepto los de 1º bachillerato y en 2º ESO, dónde se registra un poco menos, con el 67% y 56%, respectivamente.

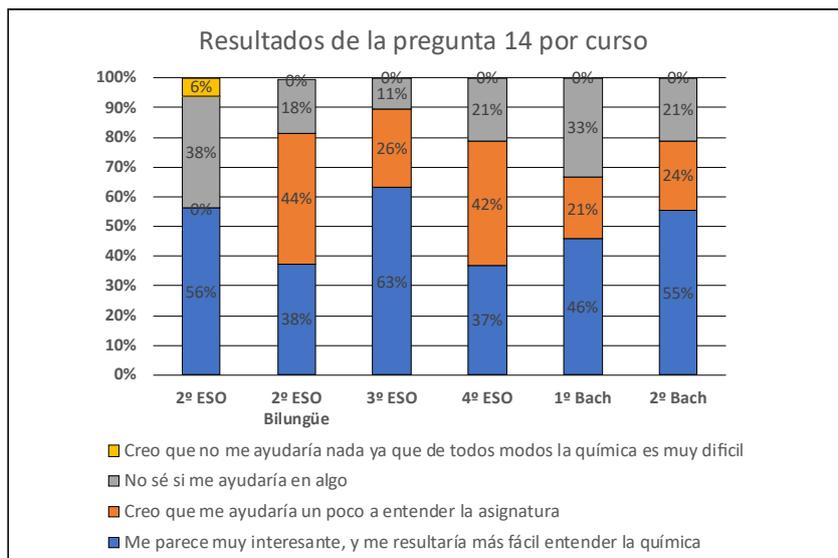


Figura 33. Resultados de la pregunta 14 por curso

#### 4. Actividades para la mejora de la clase de química

Este cuarto y último bloque está compuesto por una sola y última pregunta abierta; la pregunta 15: “Propón actividades que crees que podrían mejorar la clase de la química”, cuyo objetivo es invitar a los alumnos/as a que proponen las actividades que creen oportunas para mejorar la clase de la química.

La Figura 34, a continuación, representa los resultados generales de esta pregunta, recogiendo las diferentes propuestas de los alumnos/as de todos los cursos estudiados. Hay que mencionar que el 18% de la muestra no ha contestado a esta pregunta, con lo cual, se han analizado las respuestas del 82% restantes. El análisis de esta figura muestra que el 43% del alumnado han optado por la experimentación como metodología didáctica para mejorar la clase de química, mientras que el 23% han escogido los juegos, y el 4% los proyectos.

No obstante, hay que tener en cuenta también que el 17% han sugerido las actividades interactivas, que en realidad incluyen las tres antes citadas, es decir; los experimentos, los juegos y los proyectos; así como los trabajos grupales, que han sido nombrados por el 5% de los alumnos/as. Con lo cual, podemos decir que el porcentaje de los alumnos/as que realmente votan por las actividades interactivas, incluyendo los proyectos, la gamificación o la experimentación, que constituyen las propuestas didácticas para la promoción de la química ambiental

en este trabajo, es del 92%. Por otra parte, está la utilización de los vídeos (5%), los trabajos de investigación (1%), la introducción histórica al tema (1%) y otras propuestas como la explicación ralentizada de los conceptos o concederle más tiempo algunos temarios (1%).



**Figura 34.** Resultados generales de la pregunta 15

En síntesis, está claro que una buena parte del alumnado de secundaria, desconocen la labor de la química en su vida cotidiana, así como en la conservación del medioambiente, o en el tratamiento de aguas residuales e industriales, como ejemplo de ello. Algo que se debe, por una parte, al contenido curricular de esta asignatura, y a los métodos de su enseñanza, por otra.

Por otro lado, no hay duda ninguna de que los métodos empleados para la enseñanza de la química tienen un peso muy significativo en su percepción por los alumnos/as de educación secundaria, tanto la obligatoria con el bachillerato. Asimismo, es evidente que optar por metodologías didácticas innovadoras como la experimentación, la gamificación, o los proyectos puede constituir una buena herramienta para atraer el interés del alumnado sobre esta rama científica, sobre todo cuando nos encontramos con percepciones negativas sobre la química en etapas educativas importantes, como lo es el curso de 4º ESO, siendo una etapa clave en la vida académica de los alumnos/as, ya que en ella se elige el camino que éstos van a seguir en el futuro, en cuanto a sus estudios y sus carreras profesionales. Y lo mismo para los cursos de 1º y 2º bachillerato.

## **CAPÍTULO V. PROPUESTAS DIDÁCTICAS PARA LA PROMOCIÓN DE LA QUÍMICA AMBIENTAL EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA**

Tal y como se ha visto en el capítulo anterior, la mayoría de los alumnos/as de la muestra analizada optan por la introducción de nuevas estrategias didácticas para un mejor aprendizaje de la asignatura de química. Dicho esto, a continuación, se proponen algunas metodologías que tienen como objeto promover el interés por la química, y concienciar el alumnado sobre el papel que desempeña esta ciencia en el campo medioambiental. Estas metodologías educativas permiten que los alumnos/as adquieran las competencias clave de forma divertida; las habilidades lingüísticas y de comunicación; las competencias matemáticas y competencia básica en ciencia y tecnología; la competencia digital; aprender a aprender; el sentido de iniciativa y espíritu emprendedor; conciencia y expresiones culturales; y las competencias sociales y cívicas.

### **1. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)**

El aprendizaje basado en proyectos es una práctica que forma parte del ámbito del "aprendizaje activo" (Pitarch y Hernández, 2018). Esta metodología, además de trabajar los contenidos curriculares de la química ambiental en este caso, nos permitirá promover el desarrollo de las competencias clave mediante la elaboración de proyectos que dan respuesta a problemas de la vida real (ver ejemplo en el Anexo II).

### **2. Gamificación**

La gamificación, como metodología educativa consiste en efectuar juegos en contextos no lúdicos (Domínguez et al., 2013), ya que este tipo de acciones motivan al alumnado, promueven en él la creatividad, la imaginación y el aprendizaje espontáneo, además de desarrollar el pensamiento abstracto del mismo (Franco, 2014). La gamificación educativa en la enseñanza de la química ambiental permite cambiar el estudio tradicional, teórico y memorístico de esta

disciplina, por otro más activo, más atractivo y provechoso, induciendo a que el alumno/a se interese por el desarrollo de los contenidos de la asignatura. Esta metodología proporciona, además, el desarrollo del proceso de aprendizaje de manera alegre, interesante y beneficiosa, trabajando sus competencias clave, abordando la interdisciplinariedad con otras áreas, y atendiendo a los alumnos/as que presenten dificultades de aprendizaje de forma más agradable (ver ejemplo en el Anexo III).

### **3. Experimentación**

La experimentación representa uno de los pilares más importantes de la enseñanza de las ciencias, como la química, o la química ambiental en este caso, que desde siempre se ha desarrollado de manera teórico-práctica, por su naturaleza experimental. De hecho, las prácticas de laboratorio tienen una función esencial en el aprendizaje significativo de los alumnos/as, ya que los experimentos involucran sentidos como la visión, la audición, el tacto, etc., permitiendo contemplar de manera vinculada el objetivo de lo que se aprende. Asimismo, esta metodología didáctica fomenta que el alumno/a participe en su propio aprendizaje (Gil y Escaño, 2010), desarrollando las competencias clave, y realizando diversas operaciones reflectivas y de lógica comprensiva, dando sentido a lo que está aprendiendo (ver ejemplo en el Anexo IV).

## CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

El objetivo del presente trabajo está enfocado en saber qué perciben los alumnos/as de secundaria y bachillerato sobre la asignatura de química. Para ello, se ha llevado a cabo un estudio a través del cual se ha podido identificar y analizar sus opiniones sobre la clase de química, por un lado, y sobre su papel en la vida cotidiana, en la conservación del medio ambiente y en el ámbito de tratamientos de aguas, por otro. A este respecto, se ha hecho también un análisis de los contenidos relacionados con la química ambiental en el currículo de las asignaturas de Física y Química o de la Química.

También se ha pretendido determinar la relación entre la forma de enseñar esta disciplina y el interés de los alumnos/as por ella, así como averiguar si la introducción de nuevas metodologías didácticas como los proyectos, los juegos o los experimentos mejoraría su aprendizaje de ésta.

Los resultados han podido revelar que el mayor porcentaje del alumnado de la muestra están contentos con la clase de química. No obstante, en algunos cursos como 4º ESO, se han registrado cifras alarmantes de alumnos/as que se encuentran disgustados por esta asignatura, o que tienen dificultades para entenderla. También se ha comprobado que, generalmente, la mayoría de los alumnos/as admiten el papel de la química en la vida cotidiana, así como en la conservación del medioambiente o el tratamiento de aguas. Sin embargo, hay cursos como el de 3º ESO dónde hay una buena parte de alumnado que desconocen esta labor. Por último, se ha deducido que la mayoría de los alumnos/as han optado por el empleo de nuevas estrategias didácticas, asegurando que es algo que les ayudaría a entender mejor la asignatura.

En síntesis, es evidente que la percepción negativa y las dificultades que tienen algunos alumnos/as por la química se deben sobre todo a los métodos de la enseñanza de esta rama científica. Por otra parte, se puede decir que la ignorancia de algunos alumnos/as del importante rol que desempeña esta disciplina en la conservación del medioambiente o en los tratamientos de aguas

tiene que ver con el escaso contenido relativo a la química ambiental en el currículo de la asignatura.

De este hecho, nuestra labor como docentes, debe plantear estrategias innovadoras de enseñanza, como el aprendizaje basado en proyectos, la gamificación o la experimentación, con el fin de atraer la atención del alumnado sobre esta rama científica, y la gran labor que tiene tanto en la vida cotidiana como en varios ámbitos tales como la conservación del medioambiente o los tratamientos de aguas residuales e industriales, promoviendo el desarrollo de las competencias clave en los alumnos/as.

Finalmente, y tras el análisis de los resultados obtenidos de este estudio, se pone de manifiesto la necesidad de desarrollar, de forma más precisa, un estudio sobre los efectos que va a tener la puesta en marcha de las metodologías didácticas propuestas en este trabajo en el interés de los alumnos/as por la asignatura de la química y en su aprendizaje, así como en la concienciación de éstos sobre su papel en la cotidianidad como en el sector medioambiental.

## CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acebal-Expósito, M. C. (2010). *Conciencia ambiental y formación de maestras y maestros* [Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Málaga] SPICUM Servicio de Publicaciones. <https://libros.metabiblioteca.org/bitstream/001/323/8/978-84-9747-606-5.pdf>
- Acosta, N. B. (2011). Estrategia didáctica con mediación de las TIC, propicia significativamente el aprendizaje de la química orgánica en la educación secundaria. *Revista Escenarios*, 9(2), 7-17.
- Aragón-Méndez, M. M. (2004). La ciencia de lo cotidiano. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 1(2), 109-121.
- Caamaño, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (69), 21-34.
- Catret, M., Gomis, J. Ivorra, E. y Martínez, J. (2013). El uso del entorno local en la formación científica de los futuros docentes. *IX Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias*, Valencia, España, 749-753.
- Decreto 57/2007, de 10 de mayo, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Cantabria. (2007, 25 de mayo). Boletín Oficial de Cantabria No 101. <https://boc.cantabria.es/boces/verAnuncioAction.do?idAnuBlob=116447>
- Directiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, por la que se modifican y derogan ulteriormente las Directivas 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE y 86/280/CEE del Consejo, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE. (2008, 24 de diciembre). Diario Oficial de la Unión Europea No L 348. <https://www.boe.es/doue/2008/348/L00084-00097.pdf>
- Domínguez, A., Saenz-De Navarrete, J., De Marcos, L., Fernández-Sanz, L., Pagés, C. y Martínez-Herráiz, J. J. (2013). Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Computer and Education*, 63, 380-392.

- Duque-Sarango, P., Heras-Naranjo, C., Lojano-Criollo D. y Vilorio, T. (2018). Modelamiento del tratamiento biológico de aguas residuales; estudio en planta piloto de contactores biológicos rotatorios. *Revista Ciencia UNEMI*, 11(28), 88-96.
- Franco, M. A. (2014). Diseño y evaluación del juego didáctico «Química con el mundial de Brasil 2014». *Educación Química*, 25(1), 276-283.
- Galiano, J. E., y Sevillano-García, M. L. (2015). Estrategias de enseñanza de la Química en la formación inicial del Profesorado Universitario. *Educatio Siglo XXI*, 33(1), 215-234.
- Gil-De la Serna, M., y Escaño, J. (2010). Motivación y esfuerzo en el proceso de la educación secundaria. En Coll-Salvador C. (Ed.), *Desarrollo, Aprendizaje y Enseñanza en la Educación Secundaria* (pp. 131-153). Graó Editorial.
- Gilbert, J. K. (2006). On the nature of “context” in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976.
- Giraldo-Toro, M.T., Cañada-Cañada, F., Dávila-Acedo, M. A. y Melo-Niño, L.V. (2015). Ideas alternativas de los alumnos de secundaria sobre las propiedades físicas y químicas del agua. *Tecné Episteme y Didaxis TED*, (37), 51-70.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, M. P. (2014). Desarrollo de la perspectiva teórica: revisión de la literatura y construcción del marco teórico. En Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., Baptista-Lucio y M. P. (Eds.), *Metodología de la investigación* (pp. 58-87). McGraw Hill Education.
- Manahan, S. E. (2007). *Introducción a la Química ambiental* (1ª ed.). Barcelona: Editorial Reverté.
- Meroni, G. Copello, M. I. y Paredes, J. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educación Química*, 26, 275-280.
- Moreno-Latorre, E., Molins-Palanca, A., Padilla-Bautista, L. y Boisset-Castells, E. (2017). El medio ambiente en las aulas de secundaria y bachillerato. Estudio de caso sobre la transversalidad en un centro educativo de Valencia.

- X Congreso Internacional Investigación Didáctica de las Ciencias*, Sevilla, España, 3343-3349.
- Pitarch, R. y Hernández-García, E. (2018). Mito-Botánica en el Jardín de Monforte. *Metodología y Didáctica, Aula de Secundaria*, (26), 14-18.
  - Pozo, I. J., y Monereo, C. (2010). Aprender a aprender: cuando los contenidos son el medio. *Aula de Innovación Educativa*, 190, 35-37.
  - Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. (2015, 3 de enero). Boletín Oficial del Estado No 3. <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>
  - Real Decreto 1007/1991 de 14 de junio, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. (1991, 26 de junio). Boletín Oficial del Estado No 152. <https://www.boe.es/boe/dias/1991/06/26/pdfs/A21193-21195.pdf>
  - Rincón-Galán, Y.A., Del Socorro-Daza, D. y Castrillón-Cardona W.F. (2011). Diagnóstico actual de los parámetros fisicoquímicos como indicadores de contaminación ambiental en el río Apulo, Cundinamarca – Colombia. *Revista Tecnura*, 15(28), 53-67.
  - Soudani, M, Sivade, A., Cros, D. y Médimagh, M. S. (2000). Transferring knowledge from the classroom to the real world: redox concepts. *School Science Review*, 82(298), 65-72.
  - Schwartz, A.T. (2006). Contextualized Chemistry Education: The American experience. *International Journal of Science Education*, 28(9), 977- 998.
  - Torres-Lozada, P., Vásquez-Sarria, N, Pérez-Vidal, A. Madera-Parra, C. A. y Rodríguez-Victoria, J. A. (2011). Alternativas de tratamiento biológico aerobio para el agua residual doméstica del municipio de Cali, Colombia. *Afinidad LXVIII*, (555), 381-388.
  - Vázquez-Alonso, A y Manassero-Mas, M. A. (2009). La relevancia de la educación científica: Actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología. *Investigación Didáctica, Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), 33-48.



- c. Me aburro durante la clase de química.
  - d. Detesto la clase de química.
6. ¿Cómo te parece la química en comparación con otras asignaturas?
- a. Comprendo los conceptos de la química con total facilidad.
  - b. La asignatura de la química es fácil si estudias un poco.
  - c. Me resulta difícil entender los conceptos de la química.
  - d. La química es una asignatura muy compleja y es muy difícil aprobarla.
7. ¿Qué opinas de la utilidad de la química en la vida cotidiana?
- a. La química forma parte de nuestra vida y está presente en casi todos los aspectos fundamentales de nuestra cotidianidad.
  - b. La química mejora varios aspectos de nuestra vida.
  - c. La química apenas se relaciona con nuestra vida cotidiana.
  - d. La química no tiene nada que ver con nuestra vida diaria.
8. ¿Crees que la química interviene en el estudio de los problemas y conservación del medioambiente?
- a. Sí, la química juega un papel muy importante en este campo.
  - b. Creo que la química algo interviene algo en estos temas.
  - c. No creo que la química tenga algo que ver con esto.
  - d. En mi opinión, no interviene nada.
9. ¿Qué opinas del rol de la química en el tratamiento de aguas residuales e industriales, por ejemplo?
- a. La química juega un papel muy importante en este campo.
  - b. Creo que la química algo interviene algo en este tema.
  - c. No creo que la química tenga algo que ver con esto.
  - d. En mi opinión, no interviene nada.
10. ¿En qué medida te gustan los medios empleados para enseñar la química?
- a. Me parecen muy útiles y eficaces.

- b. Son buenos, pero creo que depende del temario.
  - c. Creo que no son suficientes, sobre todo en una asignatura tan compleja como esta.
  - d. En mi opinión, no son nada adecuados y no permiten entender la asignatura.
11. ¿Crees que con otros métodos vas a estar más atento a la asignatura de química?
- a. Seguramente, si.
  - b. Es probable.
  - c. No sé si me ayudaría en algo.
  - d. No creo.
12. ¿Qué te parece si te explican la química través de unos juegos?
- a. Me parece muy interesante, y me resultaría más fácil entender la clase.
  - b. Creo que me ayudaría un poco a entender la asignatura.
  - c. No sé si me ayudaría en algo.
  - d. Creo que no me ayudaría nada ya que de todos modos la química es muy difícil.
13. ¿Crees que realizar experimentos de laboratorio te ayudarían a entender mejor la química?
- a. Me parece muy interesante, y me resultaría más fácil entender la química.
  - b. Creo que me ayudaría un poco a entender la asignatura.
  - c. No sé si me ayudaría en algo.
  - d. Creo que no me ayudaría nada ya que de todos modos la química es muy difícil.
14. ¿Qué opinas de realizar algún proyecto relacionado con la química? ¿Crees que te ayudaría a entender mejor?
- a. Me parece muy interesante, y me resultaría más fácil entender la química.
  - b. Creo que me ayudaría un poco a entender la asignatura.

- c. No sé si me ayudaría en algo.
- d. Creo que no me ayudaría nada ya que de todos modos la química es muy difícil.

15. Propón actividades que crees que podrían mejorar la clase de la química.

El cuestionario ha concluido.

Muchas gracias por tu colaboración.

## **Anexo II. Ejemplo del Aprendizaje Basado en Proyectos en la Química Ambiental - Tratamiento de aguas**

Esta es una propuesta educativa que constituye una práctica del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en el centro educativo de educación secundaria, IES La Albericia. Se trata de un proyecto interdisciplinar en el que participan distintos departamentos, involucrando también al resto de la comunidad educativa, las familias y la sociedad.

### **1. Justificación de la propuesta**

El proyecto tiene como objetivo general trabajar las competencias clave del alumnado (curriculares, cognitivas y socioemocionales), usando de las nuevas tecnologías, y todo bajo los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por la ONU.

### **2. Departamentos implicados**

Tal y como se ha mencionado anteriormente, se trata de una propuesta educativa interdisciplinar a nivel de centro. La propuesta nace de la colaboración entre cuatro departamentos: Departamento de Física y Química, Departamento de Biología y Geología, Departamento de Tecnología y Departamento de Geografía e Historia. Sin embargo, la participación queda abierta para toda la comunidad educativa del centro.

### **3. Descripción de la propuesta**

La propuesta se llevará a cabo durante un periodo de dos semanas: La primera semana (del 14 al 18 de marzo de 2022) comenzará por la impartición de clases teórico-expositivas para preparar al alumnado sobre el proyecto. A continuación, se crearán grupos mixtos formados por alumnado de Física y Química de 3º ESO, alumnado de Geografía e Historia de 1º ESO, alumnado de Biología y Geología de 4º ESO, alumnado de Tecnología de 4º de la ESO y alumnado de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente de 2º de Bachillerato que trabajarán conjuntamente, aportando cada uno desde su área de estudio, en el trabajo de investigación que elegirán cada uno de estos grupos, y que serán

relacionados con la temática del agua y del medioambiente (problemática de contaminación del agua o del medioambiente, las diferentes tecnologías usadas en el tratamiento de aguas residuales o industriales, el tratamiento de agua potable, los efectos de la sequía sobre la vida humana, etc.). El trabajo consiste en que cada grupo prepare material expositivo para exponerlo en la semana siguiente en forma de conferencias y pósteres. En este sentido, se realizará en esta primera semana una visita a la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) de la región, que permitirá que el alumnado pueda completar sus conocimientos y su trabajo desde el punto de vista práctico.

En la siguiente semana, que coincide con el Día Mundial del Agua (día 22 de marzo), en este mismo día se inaugurará oficialmente “la semana del agua y del medioambiente” en el centro, con la presencia de toda la comunidad educativa, las familias y las autoridades (Consejería de Educación, Consejería de Medioambiente y Ayuntamiento). El evento dará comienzo con una conferencia impartida por la Consejería de Medioambiente del Gobierno de Cantabria sobre la importancia de conservación del agua y del medioambiente. El evento continuará con exposiciones orales y físicas (en forma de pósteres), a lo largo de toda la semana, de los trabajos elaborados por parte del alumnado. Dichas exposiciones, cuya presencia será abierta a toda la comunidad educativa y a las familias, irán acompañadas por debates abiertos entre ponentes y asistentes.

#### **4. Objetivos del proyecto**

Esta propuesta tiene el objetivo de promover el desarrollo de las competencias clave del alumnado, así como de habilidades relativas a los desafíos que propone la Agenda de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU:

- Objetivo número 4: relativo a la educación y calidad.
- Objetivo número 6: correspondiente al agua limpia y saneamiento.
- Objetivo número 11: sobre las ciudades y comunidades sostenibles.
- Objetivo número 12: relativo a la producción y consumo responsables.
- Objetivo número 13: sobre la acción por el clima.
- Objetivo número 15: correspondiente a la vida de ecosistemas terrestres.

## Anexo III. Ejemplo de un Juego Educativo en la Química Ambiental - Tratamiento de aguas

**Quimigrama/Tratamiento de agua** (creado en educaplay.com)

[https://es.educaplay.com/recursos-educativos/9473857-quimigrama\\_tratamiento\\_de\\_agua.html](https://es.educaplay.com/recursos-educativos/9473857-quimigrama_tratamiento_de_agua.html)



### Horizontales:

1. Demanda bioquímica del oxígeno disuelto.
2. Palabra compuesta: Consisten en la eliminación de la materia insoluble, es decir, la reducción de los sólidos suspendidos y de la materia flotante.
3. Sirve para eliminar o transformar materia orgánica y materia inorgánica oxidable.
4. Define la propiedad de ciertos materiales adsorbentes (generalmente el carbón activo) de fijar en su superficie moléculas orgánicas.
5. Consiste en la utilización de reacciones químicas para la obtención de productos de muy baja solubilidad.

### Verticales:

1. Tratamiento ácido-base del agua residual, y se utiliza para justar el pH del efluente último antes de la descarga al medio receptor (5,5-9) o para la precipitación de los metales pesados.
2. Consiste en matar a los microorganismos que pueden representar un peligro para la salud, agregando cloro, exponiendo el agua residual a rayos ultravioletas o mediante la ozonización.
3. Consiste en aplicarle a la disolución concentrada una presión superior a la osmótica, produciéndose el paso de disolvente (agua) desde la disolución más concentrada a la más diluida hasta alcanzar un nuevo equilibrio.
4. Palabra compuesta: Se utilizan un conjunto de membranas semipermeables al otro lado de las cuales se colocan electrodos sobre los que se aplica una diferencia de potencial.
5. Palabra compuesta: Proceso en el que se utiliza un material, llamado resinas de intercambio iónico, capaz de retener selectivamente sobre su superficie los iones disueltos en el agua.

## Anexo IV. Ejemplo de un Experimento en la Química Ambiental - Tratamiento de aguas

### EXPERIMENTO DE ADSORCIÓN



#### ¿En qué consiste el experimento?

El carbón activo actúa atrapando impurezas en el agua como solventes, pesticidas, residuos industriales y otros productos químicos, eliminando los malos olores y sabores. Vamos a usar el carbón activo para remover impurezas coloreadas y olores de varias soluciones.

- **Materiales**

Embudo, papel de filtro, carbón activo, colorante alimenticio o tinta, solución de permanganato de potasio,  $\text{KmnO}_4$  y encurtido de col.



- **Procedimiento**

(a) Dobra apropiadamente el papel filtro, colócalo en el embudo y éste dentro de un beaker; (b) Añade una cucharada de carbón activo al embudo; (c) Añade una gota de tinta o de colorante alimenticio a 100 mL de agua en otro beaker; (d) Filtra una pequeña porción del agua coloreada; (e) Retira el papel filtro y su contenido. Prepara otro papel filtro con la misma cantidad de carbón. Añade esta vez una porción de la solución que resulta al añadir unos cuantos cristales de permanganato de potasio a 100 mL de agua en un beaker. (f) Repite lo mismo con el encurtido de col. ¿Qué aspecto tienen los filtrados?

- **¿Qué es lo que ocurrió?**

El carbón actúa como un agente decolorante o desodorizante que atrapa las moléculas responsables del color o del olor. Este proceso, denominado adsorción, exige una elevada área superficial. Se puede imaginar la superficie de cada partícula de carbón como si estuviese formada por multitud de agujeritos o poros en los que las moléculas de colorante o de malos olores quedan atrapadas.