



Facultad de Educación
MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN
SECUNDARIA

Título en castellano

La depuración de aguas residuales en entornos rurales, una actividad STEM
basada en la ecosostenibilidad para alumnos de la ESO

Título en inglés

Wastewater treatment in rural environments, a STEM activity based on eco-
sustainability for high school students

Alumno: Bruno Bedoya de la Torre

Especialidad: Física y Química y Tecnología

Director: Imanol de Pedro del Valle

Curso académico: 2024/25

Fecha: 02/06/2025

Resumen

En este Trabajo de Fin de Máster se pretende demostrar que la realización de diferentes experimentos de aula en la asignatura de Física y Química de 3º de ESO puede tener un impacto positivo en el alumnado.

Tales experimentos deben estar relacionados con el currículo de 3º de la ESO para poder explicar a través de ellos algunos contenidos y poder lograr un aprendizaje significativo gracias a la implicación que tiene el alumnado en el desarrollo experimental y al aumento de la motivación y el interés en la asignatura y buscar las conexiones con nuestro entorno natural que generan estos experimentos.

Todos los elementos curriculares están relacionados entre sí formando un todo que dota al currículo de esta materia de un sentido integrado y holístico. Así, la materia de Física y Química se plantea a partir del uso de las metodologías propias de la ciencia, abordadas a través del trabajo cooperativo y la colaboración interdisciplinar y su relación con el desarrollo socioeconómico, y enfocadas a la formación de alumnos y alumnas competentes y comprometidos con los retos del siglo XXI y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En este sentido, las situaciones de aprendizaje que se planteen para la materia deben partir de un enfoque constructivo, crítico y emprendedor.

Palabras clave: tratamiento de aguas residuales, entorno rural, pensamiento crítico, objetivos y metas sostenibles

Summary

The aim of this Master's thesis is to demonstrate that carrying out different classroom experiments in the 3rd ESO Physics and Chemistry subject can have a positive impact on students.

Such experiments must be related to the 3rd ESO curriculum in order to explain through them some contents and to achieve significant learning thanks to the involvement of the students in the experimental development and to the increase of motivation and interest in the subject and to look for the connections with our natural environment that these experiments generate.

All the curricular elements are related to each other forming a whole that gives the curriculum of this subject an integrated and holistic sense. Thus, the subject of Physics and Chemistry is based on the use of the methodologies of science, approached through cooperative work and interdisciplinary collaboration and its relationship with socio-economic development, and focused on the training of competent students committed to the challenges of the 21st century and the Sustainable Development Goals. In this sense, the learning situations proposed for the subject must be based on a constructive, critical and entrepreneurial approach.

Key words: wastewater treatment, rural environment, critical thinking, sustainable goals and targets.

Índice

1. Introducción y justificación del trabajo.....	5
1.1 Introducción	5
1.2 Justificación	6
2. ¿Qué conocemos de las aguas residuales?	7
2.1 Clasificación de las aguas residuales.....	7
2.2 Depuración de las aguas residuales	9
2.3 Contexto general.....	12
3. Estado de la cuestión y relevancia del tema en nuestro país	12
3.1 Marco legal.....	12
3.3 La importancia del pensamiento crítico sobre la educación ambiental en alumnos de la ESO	17
3.4 Agenda 2030. Objetivos de desarrollo sostenible.....	18
4. Objetivos	19
4.1 Objetivos generales.....	19
4.2 Objetivos específicos.....	20
5. Propuesta didáctica.....	20
5.1 Diseño de la propuesta y materiales.....	21
5.2 Conexión con los elementos curriculares	22
5.3 Competencias específicas	23
5.4 Criterios de evaluación.....	25
5.5 Descriptores del perfil de salida.....	26
5.6 Saberes básicos	30
5.7 Relación de los saberes básicos con los objetivos de aprendizaje.....	32
5.8 Metodología	35
5.9 Medidas de atención a la diversidad.....	36
5.10 Secuenciación de la UD	39
5.11 Evaluación	44
5.11.1 Procedimientos de evaluación	44
5.11.2 Actividades e instrumentos de evaluación.	44

6.Conclusiones	47
7.Anexos adjuntados.....	48
8.Referencias bibliográficas	48

1. Introducción y justificación del trabajo

1.1 Introducción

Acceder a un agua potable es esencial para la salud humana y que ésta sea de calidad, es decir sin contaminaciones indispensable para la futura protección del medio ambiente y el desarrollo económico, social y demográfico. Es por ello, que la depuración de las aguas residuales que generamos, se convierte en necesidad inexcusable y es una responsabilidad moral de todos los ciudadanos. Debemos cuidar nuestro medio ambiente tan maltratado, especialmente en el último siglo, en especial nuestros ríos, usados como vertederos durante décadas; una obligación legal de la que deberían participar todas las Administraciones Públicas, cada una en su ámbito competencial.

El agua es imprescindible para la vida. Cualquier ser vivo la necesita para su existencia. El ser humano la utiliza para lavarse, comer, beber, conseguir energía...Es un recurso limitado. Aunque tres cuartas partes del planeta son agua, solo el uno por ciento es dulce y hay que tener en cuenta que no se reparte por igual en todos los lugares y que, en muchas ocasiones, su calidad no es la más idónea para el consumo humano. Además, de toda el agua que hay en el mundo, sólo el 0,004% es accesible para cubrir las necesidades del ser humano (Canal de Isabel II, 2023).

Nosotros, como docentes, debemos de informar y concienciar de este gran problema económico, social y medioambiental a nuestros alumnos. El mundo está en una fase de cambio y cada vez más cerca de que nuestros recursos naturales se agoten o se destruyan. Ellos serán el futuro de este planeta; nuestra labor como padres o docentes es concienciarles de esta problemática a través de su formación activa,

Estamos cerca de un punto sin retorno en la pérdida de recursos humanos y la tierra se está agotando. Es el momento que debemos actuar y llegar a esta conclusión, no porque lo imponga la Unión Europea ni cualquier otra Administración supranacional, sino por la convicción de que ese es el camino que permitirá, a través de la mejora sustancial de nuestro entorno natural, asegurar la sostenibilidad del desarrollo de nuestros municipios.

Para llevar a cabo este reto con éxito en primer lugar debe existir una concienciación y un convencimiento de los ciudadanos y de sus gestores municipales y, en segundo lugar, en la correcta elección de la tecnología más adecuada a cada población, en la que la geografía resulta un factor a tener muy en cuenta.

Basado en lo anteriormente dicho, este TFM se ha realizado para pretender introducir, basado en los objetivos y competencias en la actual ley de educación dentro de la formación de los alumnos de ESO, la problemática que generan las aguas residuales humanas. Para llevarlo a un entorno cercano se abordará, sobre el análisis e implantación de tratamientos eficaces de depuración de las aguas residuales en pequeñas poblaciones; concretamente y de gran importancia, en la parte alta de la cuenca del río Deva (Comarca de Liébana) y de sus afluentes más importantes, como son el río Quiviesa y el río Frío, con un elevado número de pequeños núcleos rurales dispersos por un territorio, de un modo multidisciplinar, y no demasiado extenso. Muchos de estos núcleos se encuentran con serias limitaciones técnicas y económicas, para implementar sistemas eficaces con el fin de tratar sus aguas residuales urbanas; el riesgo de despoblamiento no juega en nuestro favor, pero si podemos emplear una mejora en la calidad ambiental y emplearla para revertir esta situación.

1.2 Justificación

¿Por qué es importante la depuración de aguas residuales urbanas en entornos rurales?

El vertido de las aguas contaminadas causa importantes efectos negativos:

- Aparición de fangos y flotantes, lo que puede provocar impacto visual, malos olores y degradación de los lechos de los ríos.
- Disminución del contenido de oxígeno de las aguas por degradación de la materia orgánica, perjudicando a la flora y la fauna propia de los ecosistemas acuáticos.
- Aporte excesivo de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, que provocan crecimiento excesivo de algas y otras plantas (eutrofización).

- Fomento de la propagación de organismos patógenos, que pueden causar daños a la salud al transmitir enfermedades.
- Dificulta la posterior aplicación del agua para otros usos, comprometiendo el uso racional y sostenible de un recurso limitado (Huertas et al., 2013)

2. ¿Qué conocemos de las aguas residuales?

¿Qué son las aguas residuales?

Las aguas residuales son aquellas que han sido alteradas negativamente por la acción del ser humano y requieren tratamientos para ser purificadas y reaprovechadas. No se incluyen en esta clasificación las aguas no aptas para el uso debido a causas naturales, y tampoco las que hayan sido ya utilizadas por el hombre, pero sigan siendo aprovechables (Ferrovial, 2.025).

¿Cómo se producen las aguas residuales?

Las aguas residuales son las que han sido usadas en entornos domésticos y urbanos, o en las industrias y la ganadería. También las aguas naturales que, por accidente o mala praxis, se hayan mezclado con las anteriores. Según su procedencia, el agua residual puede contener diversos contaminantes, bien sean sólidos o disueltos (Ferrovial, 2.025).

2.1 Clasificación de las aguas residuales.

¿Cómo se clasifican las aguas residuales?

Las aguas residuales se pueden clasificar según su cantidad y el tipo de sustancias químicas que contienen; según sus características bacteriológicas; según la relación entre agua y materia en suspensión y materia disuelta; o según su procedencia (Ferrovial, 2.025)

La procedencia es la forma de clasificación más común. Según ella, se distinguen cuatro tipos de aguas residuales:

- Aguas residuales domésticas o urbanas: resultan del uso del agua en viviendas y núcleos urbanos, donde también se concentra gran cantidad de comercios y lugares de trabajo. Se trata de un agua residual especialmente

alta en contaminantes orgánicos y sólidos sedimentables, así como en bacterias.

- Aguas residuales industriales: resultan de los procesos del sector secundario de la economía, es decir, en las actividades industriales. Aquí se incluye el agua desechada por fábricas, plantas de producción energética o cualquier otra actividad destinada a la fabricación de productos consumibles o productos manufacturados.

El agua residual industrial se caracteriza por contener un elevado nivel de químicos sintetizados y metales pesados (entre los que se encuentran plomo, níquel, cobre, mercurio o cadmio, entre muchos otros).

- Aguas residuales de la agricultura y ganadería: provienen del sector primario de la economía. En su mayoría, son producidas por la ganadería, especialmente por la intensiva. Estas aguas contienen elevados niveles de contaminantes derivados de ciertos productos químicos utilizados para la cría de ganado, así como de heces fecales y orines de los animales.

La agricultura casi no produce aguas residuales, porque utiliza la mayor parte para el riego; sin embargo, algunos cultivos y actividades destinadas al tratamiento de ciertos productos agrícolas, que emplean fertilizantes y pesticidas, hacen uso de abundante agua que luego pasa a ser residual, o que pudiera contaminar cauces y/o acuíferos.

- Aguas residuales urbanas (derivadas de la lluvia): se produce cuando la lluvia arrastra los contaminantes presentes en la atmósfera, especialmente en los núcleos urbanos, que llegan al suelo y lo contaminan. La mayor parte de estas aguas terminan en el alcantarillado público, donde se unen con las aguas residuales domésticas o urbanas.

¿Cuál es el origen de las aguas residuales domésticas?

Las aguas residuales domésticas tienen dos orígenes: la cocina y el baño.

Aguas residuales de la cocina: las aguas residuales que tienen su origen en la cocina están formadas por una mezcla de agua, jabón, productos de limpieza, aceites y grasas.

Aguas residuales del baño: las aguas residuales que tienen su origen en el baño están compuestas, principalmente, por una mezcla de agua, jabón, orín y heces (Hidrotec, 2.025).

¿Qué contienen las aguas residuales urbanas?

Los componentes de las aguas residuales pueden ser mezclas o compuestos físicos, químicos y biológicos:

- a) Físicos: los componentes y parámetros físicos de las aguas residuales son el color, el olor, los sólidos y la temperatura.
- b) Químicos: los componentes químicos más comunes en las aguas residuales son:
 - Orgánicos: carbohidratos, grasas animales, aceites, pesticidas, fenoles, proteínas, contaminantes prioritarios, agentes tensoactivos, compuestos orgánicos volátiles, etc.
 - Inorgánicos: alcalinidad, cloruros, metales pesados, nitrógeno, PH, fósforo, contaminantes prioritarios y azufre.
 - Gases: sulfuro de hidrógeno, metano y oxígeno.
- c) Biológicos: los componentes biológicos más habituales en las aguas residuales son animales y plantas.

2.2 Depuración de las aguas residuales

El tratamiento de aguas residuales urbanas, o depuración de aguas residuales, consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que buscan eliminar los contaminantes presentes en el agua resultante del uso humano. Estos procesos tienen lugar en las EDAR (estación de depuración de aguas residuales) que son instalaciones dedicadas a transformar las aguas residuales provenientes de las poblaciones en un agua de buena calidad. La depuración comienza recogiendo las aguas de los núcleos urbanos. Una vez tratadas, las aguas residuales pueden utilizarse para reemplazar el agua dulce para riego, procesos industriales o fines recreativos. También pueden usarse para mantener el flujo ambiental, devolviéndola al ciclo del agua, ya sea vertiéndola en la mar, un cauce fluvial, y los productos derivados de su tratamiento pueden generar energía y nutrientes (Figura nº 1).

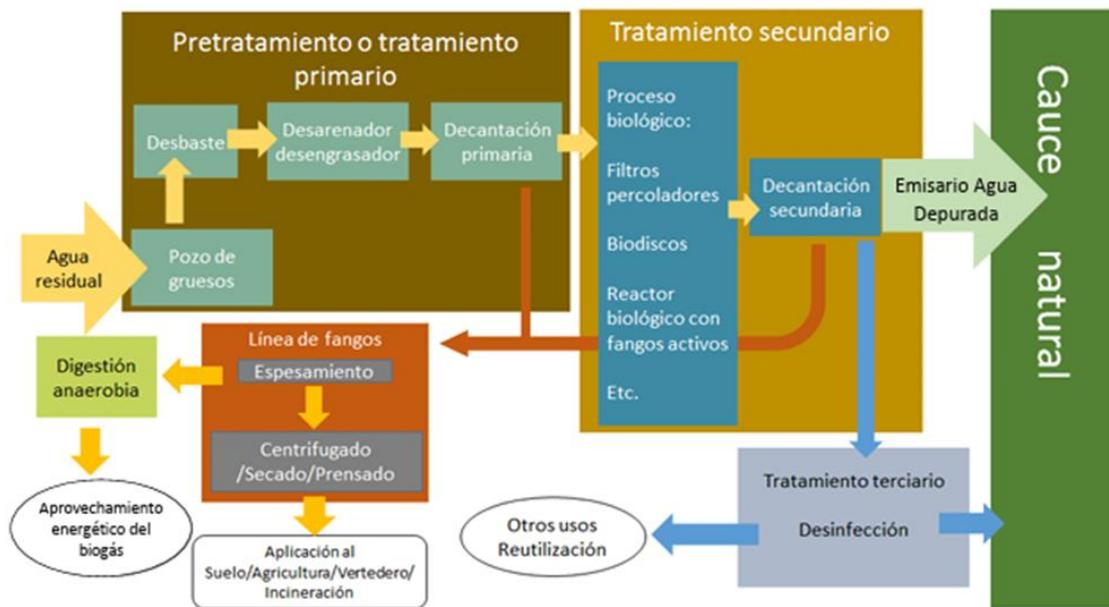


Figura nº 1: Diagrama del tratamiento de aguas residuales en EDAR con sus elementos característicos (AEAS, 2017)

En general, las EDAR tratan el agua residual procedente de las casas o las industrias, que contiene gran cantidad de contaminantes como materia orgánica, jabones o aceites. Estas sustancias contaminan el agua, por lo que no puede ser devuelta al cauce natural del río sin ser tratada antes.

La secuencia de procesos más usual que tiene lugar en las EDAR es la siguiente:

Pretratamiento

Una vez que el agua entra por los colectores el primer paso es el pretratamiento, que es un proceso físico de separación. En él se distinguen varias etapas:

- 1) Desbaste. Elimina los sólidos más gruesos, mediante su retención en rejillas.
- 2) Desarenado. Las arenas se depositan por gravedad en el fondo de un compartimento.
- 3) Desengrasado. Concentra en la superficie del agua las partículas en suspensión de baja densidad, habitualmente grasas.

Tratamiento primario

En él tienen lugar varias operaciones:

- 1) Decantación primaria. El agua circula a baja velocidad y las partículas de mayor densidad se depositan en el fondo de los decantadores por gravedad. Los fangos depositados se evacúan mediante purgas periódicas. La limpieza de espumas y flotantes se realiza mediante brazos radiales que barren la superficie del agua.
- 2) Coagulación y floculación. Rompe la suspensión y provoca la aglomeración de partículas pequeñas, permitiendo su decantación. La coagulación se consigue a través de la eliminación de la carga eléctrica de las partículas, y la floculación las agrupa.
- 3) Neutralización. Corrige la alcalinidad o acidez del agua mediante la adición de ácidos o bases, con el objeto de favorecer la acción depuradora de los microorganismos.

Tratamiento biológico o secundario

El agua se somete a la acción de microorganismos (bacterias y protozoos), que se alimentan de las sustancias orgánicas que contiene, convirtiendo los compuestos orgánicos complejos en compuestos simples, y disminuyendo la demanda de oxígeno al tiempo que aumenta su concentración.

Este proceso se favorece aumentando la superficie de contacto entre el agua y los microorganismos y aportando oxígeno, que ocasiona el desarrollo de los microorganismos que se alimentan de la materia orgánica.

Tratamiento terciario

Finalizada la decantación secundaria, el agua residual se considera ya libre de la carga contaminante necesaria para ser vertida a los cauces de los ríos. No obstante, en algunos casos es conveniente afinar más la depuración para poder reutilizarla directamente en usos como el riego de parques y jardines o el baldeo de calles, por lo que es sometida a un tratamiento terciario.

En ocasiones, el agua pasa a una cámara de cloración, donde se eliminan los microorganismos (AEAS, 2017).

2.3 Contexto general

Origen del agua potable en España

El 65 % del agua captada para abastecimientos corresponde a aguas superficiales, el 26% a aguas subterráneas y de manantiales, y el 9% restante a aguas desaladas (AEAS, 2022).

Existen captaciones en nuestra Comunidad que se hacen de ríos donde hay vertidos de aguas sin depurar (fuente propia).

¿Cómo se convierte el agua potable en agua residual?

Aproximadamente un 75% del agua de consumo empleada en los hogares retorna al ciclo integral del agua bajo forma de agua residual (INE, 2.024).

¿Qué porcentaje de agua residual se trata en Cantabria?

En Cantabria debemos diferenciar dos situaciones, la de los grandes núcleos de población, donde se depuran más del 75 % de las aguas residuales, y la de los entornos rurales más alejados de éstos, donde el porcentaje se invierte (Fuente: propia).

¿Cuánta agua residual reciclada se reutiliza en España?

España es el primer país de Europa y el quinto del mundo en el uso de agua regenerada; el porcentaje de agua que se reutiliza actualmente en España se cifra entre el 7 % y el 13 % del total de agua residual, según datos de la Asociación Española de Desalación y Reutilización (A.E.D. y R., 2019). En la zona de Levante estos porcentajes alcanzan el 80 %.

3. Estado de la cuestión y relevancia del tema en nuestro país

3.1 Marco legal

En las últimas décadas, la gestión y el tratamiento de las aguas residuales en España ha evolucionado de manera significativa, movida por la necesidad de proteger los recursos hídricos y garantizar la salud pública.

La normativa sobre aguas residuales se remonta a los años 70, cuando se comenzaron a establecer las primeras regulaciones enfocadas en la protección del medio ambiente acuático.

Ley de Aguas (1985): que estableció un marco legal para la gestión de los recursos hídricos y el tratamiento de aguas residuales. Esta ley fue fundamental para la modernización del sector y la implementación de

infraestructuras de tratamiento más avanzadas. La incorporación de España a la Unión Europea en 1.986 también jugó un papel crucial, ya que alineó la legislación española con las directivas comunitarias, promoviendo estándares más estrictos y una mayor conciencia ambiental (SmartWater, 2.024).

Directiva Europea 91/271/CEE (1991) (evaluada en 2.019): relativa al tratamiento de las aguas residuales urbanas, es una pieza clave de la legislación europea que establece normas mínimas para el tratamiento y la gestión de las aguas residuales en los Estados miembros de la Unión Europea. Sus objetivos principales son:

1. Protección del medio ambiente: la directiva busca proteger el medio ambiente del impacto adverso causado por la descarga de aguas residuales urbanas y ciertas aguas residuales industriales. Esto incluye la reducción de la contaminación de los cuerpos de agua receptores y la protección de los ecosistemas acuáticos.
2. Normas mínimas de tratamiento: establece estándares mínimos para el tratamiento de aguas residuales urbanas antes de su vertido en cuerpos de agua. Esto incluye la necesidad de que los asentamientos urbanos con una población equivalente superior a los 2.000 habitantes dispongan de sistemas adecuados de recolección y tratamiento.
3. Fomento de tecnologías avanzadas: la directiva fomenta el uso de tecnologías avanzadas y sostenibles para el tratamiento de aguas residuales, con el fin de mejorar la eficiencia y reducir los impactos ambientales.

Real Decreto 509/1996: este Real Decreto desarrolla la Directiva 91/271/CEE, estableciendo las normas específicas para el tratamiento de aguas residuales urbanas en España.

Planes Nacionales de Saneamiento y Depuración: se han implementado planes nacionales como el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales 1995-2005, que han contribuido a la mejora de la gestión de las aguas residuales.

Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre: supuso un hito en el fomento de la reutilización de las aguas residuales en España.

Reglamento (UE) 2020/741 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de mayo de 2020: relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua depurada.

Real Decreto 1085/2024: este Real Decreto, publicado en octubre de 2024, aprueba el Reglamento de reutilización del agua y modifica otros reales decretos sobre gestión del agua, incluyendo aspectos relacionados con el tratamiento de aguas residuales.

Plan Nacional de Depuración, Saneamiento, Eficiencia, Ahorro y Reutilización (Plan DSEAR) aprobado mediante la Orden TED/801/2021, de 14 de julio: constituye un instrumento de gobernanza que se ha incorporado en los planes hidrológicos del tercer ciclo (2022-2027), con una serie de criterios enfocados al cumplimiento de los objetivos de la planificación hidrológica, principalmente en los ámbitos de la depuración, el saneamiento y la reutilización de las aguas residuales regeneradas

En noviembre del 2024, el Consejo de la Unión Europea dio el visto bueno definitivo a una revisión de la Directiva de la UE sobre el Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas. La Directiva revisada amplía el ámbito de aplicación a las aglomeraciones urbanas más pequeñas, incluye más contaminantes, entre ellos los microcontaminantes, y contribuye a la neutralidad energética.

Según la Directiva revisada, los Estados miembros deben recoger y tratar las aguas residuales de todas las aglomeraciones urbanas que tengan más de 1.000 habitantes equivalentes (una medida utilizada para calcular la contaminación de las aguas residuales urbanas) con arreglo a las normas mínimas de la UE (en lugar del umbral de 2.000 habitantes equivalentes establecido en la normativa anterior).

Para abordar mejor la contaminación y evitar los vertidos al medio ambiente de aguas residuales urbanas no tratadas, todas las aglomeraciones urbanas de entre 1.000 y 2.000 habitantes equivalentes deben disponer de sistemas de colectores y todas las fuentes de aguas residuales domésticas deben estar conectadas a estos sistemas a más tardar en 2.035.

En el caso de esas aglomeraciones urbanas, los Estados miembros tendrán que eliminar, de aquí a 2035, la materia orgánica biodegradable de las aguas residuales urbanas (tratamiento secundario) antes de verterla al medio ambiente. Se aplicarán excepciones a los Estados miembros en los que la cobertura de los sistemas de colectores sea muy baja y, por lo tanto, se necesitarían inversiones significativas.

El sector del tratamiento de aguas residuales urbanas puede desempeñar un papel importante a la hora de reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero y ayudar a la UE a alcanzar su objetivo de neutralidad climática. La nueva normativa introduce un objetivo de neutralidad energética, lo que significa que, de aquí a 2045, las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas que traten una carga igual o superior a 10.000 habitantes equivalentes tendrán que utilizar energía procedente de fuentes renovables generada por las instalaciones respectivas (Consejo de Europa, 2024).

3.2 Contextualización en la Comunidad Autónoma de Cantabria

En la actualidad en Cantabria existen unas 20 aglomeraciones urbanas con más de 2.000 habitantes equivalentes, que aseguran el saneamiento adecuado de más del 90 % de la población de nuestra Comunidad Autónoma (MARE, 2015)

Si tomamos los datos del Valle de Cereceda (Comarca de Liébana), solo las aguas residuales del pueblo de la Vega son depuradas antes de ser devueltas a la naturaleza, en este caso, al río Quiviesa.

El municipio de Vega de Liébana lo integran 17 pueblos entre los que destacan por el número de habitantes Bárago, Dobres y La Vega (capital del municipio). Tiene una superficie de 133,6 km² y una población de 702 habitantes a finales del año 2023 (INE, 2024) (Figura nº 2).

Se encuentra ubicada en el extremo occidental de Cantabria, y su situación montañosa y la comunicación a través del Desfiladero de La Hermida, la convierten en una zona aislada. Numerosos arroyos discurren por este territorio que aportan sus aguas a los ríos Quiviesa y Río Frío. Sus extensos

bosques configuran un hábitat excepcional para especies como el corzo, ciervo, oso pardo, lobo, jabalí, águila real, urogallo, zorro, ...

POBLACIÓN	HABITANTES	DISTANCIA A LA CAPITAL DEL AYUNTAMIENTO (km.)
BARRIO	35	4,2
BÁRAGO	79	5,4
BORES	30	3,3
CAMPOLLO	47	4,1
DOBARGANES	18	8,7
DOBRES	72	11,2
ENTERRÍAS	7	5,1
LEDANTES	47	7
POLLAYO	10	4
TOLLO	22	6,2
TORANZO	26	4,6
TUDES	29	8
VADA	18	2,7
VALMEO	41	4,9
VEGA, LA (capital municipal)	165	0
VEJO	37	7,2
VILLAVERDE	19	5

Figura nº 2: Habitantes de Vega de Liébana en 2.023 (Fuente: INE 2.024)

Según los habitantes del valle en el año 2.023, con un sencillo cálculo hemos estimado que solo el 23,57 % de las aguas residuales generadas por los habitantes son depuradas. Estos datos podríamos hacerles extensibles al resto de municipios de montaña de nuestra Comunidad (Fuente: elaboración propia).

Además, el Gobierno de Cantabria ha publicado recientemente en el Boletín Oficial de Cantabria (BOC, 2025) la orden definitiva que establece los

municipios de la comunidad autónoma que se encuentran en riesgo de despoblamiento, que incrementa en dos el número de municipios beneficiados –un total de 41-, y consigue unificar y clarificar en una única norma reguladora los ayuntamientos donde se aplicarán todas las medidas de discriminación positiva para incentivar la fijación y atracción de la población a estas zonas. En concreto, en virtud de la nueva orden, tienen la consideración de municipios en riesgo de despoblamiento todos los municipios de Cantabria con densidad de población inferior a 12,5 hab./km², de acuerdo con los parámetros de la Unión Europea. En Cantabria suman un total de 41.

En el año 2023 Vega de Liébana tenía una densidad poblacional de 5,25 hab./km².

El riesgo de despoblamiento puede generar un riesgo de incumplimiento de los principios educativos en la LOMLOE, especialmente cuando se refiere a que todo el alumnado tiene derecho a una educación de calidad, sin que se produzca discriminación por razón de nacimiento, sexo, origen racial, étnico o geográfico (LOMLOE, 2024).

Por último, en el valle se encuentran Espacios Naturales Protegidos como los incluidos en la Red Natura 2000: LIC de Liébana, LIC Fluvial del río Deva y ZEPA de Liébana (Naturea Cantabria, 2023).

3.3 La importancia del pensamiento crítico sobre la educación ambiental en alumnos de la ESO

El pensamiento crítico en esta etapa de la educación es fundamental, ya que les permite documentarse para introducirse en el análisis de los problemas ambientales, y así desarrollar estrategias con el objeto de tomar y ejecutar decisiones de manera conjunta, además de:

- Buscar interconexiones entre lo social, lo económico y lo ambiental.
- Fomentar el análisis de diferentes puntos de vista, evitando la simplificación y permitiendo una visión más completa de los problemas.
- Encontrar soluciones creativas, sostenibles y fundamentadas técnicamente que consideren los impactos ambientales, sociales y económicos.

- Impulsar la conciencia ambiental y la responsabilidad en la protección del medio ambiente, promoviendo la acción individual y colectiva.
- Preparar a los estudiantes para enfrentar otros desafíos en la vida.

(Lugo et al. 2023).

3.4 Agenda 2030. Objetivos de desarrollo sostenible.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) constituyen un llamamiento universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar las vidas y las perspectivas de las personas en todo el mundo. En 2015, todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas aprobaron 17 Objetivos como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en la cual se establece un plan para alcanzar los Objetivos en 15 años.

Actualmente, se está progresando en muchos lugares, pero, en general, las medidas encaminadas a lograr los Objetivos todavía no avanzan a la velocidad ni en la escala necesarias. El año 2020 debe marcar el inicio de una década de acción ambiciosa a fin de alcanzar los Objetivos para 2030.

La Agenda plantea 17 Objetivos con 169 metas de carácter integrado e indivisible que abarcan las esferas económica, social y ambiental.

El tema abordado es este TFM implica la conexión con los siguientes ODS (Figura nº 3):

- Objetivo nº 6: Agua y Saneamiento
- Objetivo nº 12: Producción y consumo responsables
- Objetivo nº 13: Acción por el clima
- Objetivo 15: Vida de ecosistemas terrestres

(ONU, 2022)



Figura nº 3: iconos de los ODS relacionados (ONU, 2022)

4. Objetivos

Los objetivos de un TFM son declaraciones claras y específicas que definen los contenidos del Proyecto que se va a desarrollar. Los objetivos del TFM deben tener una finalidad, alcanzables en la elaboración, estructurados y alineados con el título del trabajo.

4.1 Objetivos generales

Los objetivos generales de este TFM son:

- 1) Hacer una propuesta didáctica basada en una situación de aprendizaje en la que elaboraremos nuestra propia agua residual, con sustancias recogidas en nuestras casas, exenta de agentes con riesgo biológico (cultivos celulares, bacterias, virus) con el objeto de devolver esas aguas a la naturaleza en condiciones óptimas o bien reutilizarlas para regadío, limpieza, ...
- 2) Promover un cambio hacia un modelo sostenible conocido como economía circular, en la que se usen materias primas, como el agua, con más eficiencia y se reduzcan los residuos.

- 3) Alargar el ciclo de vida de las materias primas y de los productos, contrastando con el modelo económico lineal tradicional, basado principalmente en el concepto “usar y tirar”.
- 4) La reutilización y el reciclaje de productos ralentizarían el uso de recursos naturales, reducirían la alteración del paisaje y el hábitat y ayudarían a limitar la pérdida de biodiversidad.
- 5) Contribuir a frenar el avance de la desertificación.

(Servicio de Investigación del Parlamento Europeo, 2023)

4.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos de este TFM son:

- 1) Concienciar al alumnado de la importancia de no verter aguas contaminadas a la naturaleza.
- 2) Diseñar un sistema de filtrado de aguas residuales adaptado a la clase.
- 3) Introducir conceptos de Física y Química básicos según la normativa de la LOMLOE.
- 4) Establecer relaciones con los objetivos de la Agenda 2030.

5. Propuesta didáctica

“La formación integral del alumnado requiere de una alfabetización científica en la etapa de la Educación Secundaria como continuidad a los aprendizajes relacionados con las ciencias de la naturaleza en Educación Primaria, pero con un nivel de profundización mayor en las diferentes áreas de conocimiento de la ciencia. En esta alfabetización científica, la materia de Física y Química contribuye a que el alumnado comprenda el funcionamiento del universo y las leyes que lo gobiernan, y proporciona los conocimientos, destrezas y actitudes de la ciencia que le permiten desenvolverse con criterio fundamentado en un mundo en continuo desarrollo científico, tecnológico, económico y social, promoviendo acciones y conductas que provoquen cambios hacia un mundo más justo e igualitario” (Fuente: Ministerio de Educación).

Los saberes básicos de esta materia contemplan conocimientos, destrezas y actitudes que se encuentran estructurados en los que tradicionalmente han

sido los grandes bloques de conocimiento de la Física y la Química: «La materia», «La energía», «La interacción» y «El cambio».

Nuestra U.D. la integraremos en el bloque denominado «El cambio», que aborda las principales transformaciones físicas y químicas de los sistemas materiales y naturales, así como los ejemplos más frecuentes del entorno y sus aplicaciones y contribuciones a la creación de un mundo mejor.

5.1 Diseño de la propuesta y materiales

Esta propuesta didáctica se enmarca en el desarrollo de las prácticas formativas del Máster en Formación del Profesorado de la Universidad de Cantabria. Se ha pensado para ser desarrollada en un grupo de 3º de la ESO, en la asignatura de Física y Química, en la 3ª Evaluación, integrada dentro del bloque denominado «El cambio» (como ya hemos apuntado). Tendrá una duración de 6 semanas lectivas, teniendo en cuenta que solo hay dedicadas a esta asignatura 2 horas semanales. El aula estará compuesta por 20 alumnos, y el idioma de impartición será el castellano (ver Tabla nº 1).

DATOS IDENTIFICATIVOS			
Título	Construcción de un filtro-decantador primario de aguas residuales grises		
Etapas	Secundaria	Curso	3º ESO
Área / Materia / Ámbito	Física y Química y Tecnología		
Vinculación con otras materias	Biología y Geología Matemáticas Tecnología		
Descripción de la situación de aprendizaje (ver Anexo nº 8)	Con esta situación de aprendizaje el alumnado aprende los conocimientos básicos para construir un filtro – decantador primario de aguas residuales grises empleando conocimientos básicos de Física y Química. Al finalizar la situación de aprendizaje el alumnado debe comprender el funcionamiento básico de una EDAR, los procesos que en ella se realizan y su importancia en la conservación de nuestro entorno natural.		
Materiales	Recursos básicos de nuestro entorno		
Temporalización	6 semanas / 12 sesiones de 55´		

Tabla nº 1. Esquema de los datos de la propuesta didáctica y la situación de aprendizaje

5.2 Conexión con los elementos curriculares

Desde todas las asignaturas impartidas a lo largo de la educación secundaria el alumnado tiene que adquirir una serie de competencias clave, las cuales están recogidas en el Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la educación secundaria obligatoria. Estas son:

- Competencia en comunicación lingüística (CCL)
- Competencia plurilingüe (CP)
- Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM)
- Competencia digital (CD)

- Competencia personal, social y de aprender a aprender (CPSAA)
- Competencia ciudadana (CC)
- Competencia emprendedora (CE)
- Competencia en conciencia y expresión culturales (CCEC)

A su vez, cada asignatura contribuye a la adquisición de estas competencias clave mediante diferentes competencias específicas, características de cada materia. Estas competencias específicas están recogidas en el Decreto 73/2022, de 27 de julio, por el que se establece el currículo de la educación secundaria obligatoria y del bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria.

5.3 Competencias específicas

Las competencias específicas que se trabajan en esta propuesta didáctica son las siguientes: 1, 4, 5 y 6, ya que implica interpretar y transmitir los datos científicos que nos aportará nuestra visita a una EDAR (Estación Depuradora de Aguas Residuales), donde nos explicarán el funcionamiento de la misma y los procesos físicos y químicos que en ella se desarrollan, y la necesidad de tratar dichas aguas antes de devolverlas a la naturaleza, así como la evolución que los tratamientos han seguido en los últimos años.

Resolveremos un problema con recursos básicos obtenidos en nuestro entorno, sin necesidad de realizar un gran gasto económico, fomentando la creatividad del alumnado.

Además, analizaremos los efectos, transcendencia e impactos negativos que ciertos comportamientos cotidianos del Ser Humano tienen en nuestro entorno más cercano, especialmente en aquellos espacios más sensibles y de mayor valor ecológico, como los Espacios Naturales Protegidos, aportando soluciones para minimizarlos.

Competencia específica 1: Comprender y relacionar los motivos por los que ocurren los principales fenómenos fisicoquímicos del entorno, explicándolos en términos de las leyes y teorías científicas adecuadas, para resolver problemas con el fin de aplicarlas para mejorar la realidad cercana y la calidad de vida humana.

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores del Perfil de salida: CCL1, STEM1, STEM2, STEM4, CPSAA4.

Competencia específica 4: Utilizar de forma crítica, eficiente y segura plataformas digitales y recursos variados, tanto para el trabajo individual como en equipo, para fomentar la creatividad, el desarrollo personal y el aprendizaje individual y social, mediante la consulta de información, la creación de materiales y la comunicación efectiva en los diferentes entornos de aprendizaje.

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores del Perfil de salida: CCL2, CCL3, STEM4, CD1, CD2, CPSAA3, CE3, CCEC4.

Competencia específica 5: Utilizar las estrategias propias del trabajo colaborativo, potenciando el crecimiento entre iguales como base emprendedora de una comunidad científica crítica, ética y eficiente, para comprender la importancia de la ciencia en la mejora de la sociedad, las aplicaciones y repercusiones de los avances científicos, la preservación de la salud y la conservación sostenible del medio ambiente.

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores del Perfil de salida: CCL5, CP3, STEM3, STEM5, CD3, CPSAA3, CC3, CE2.

Competencia específica 6: Comprender y valorar la ciencia como una construcción colectiva en continuo cambio y evolución, en la que no solo participan las personas dedicadas a ella, sino que también requiere de una interacción con el resto de la sociedad, para obtener resultados que repercutan en el avance tecnológico, económico, ambiental y social.

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores del Perfil de salida: STEM2, STEM5, CD4, CPSAA1, CPSAA4, CC4, CCEC1.

5.4 Criterios de evaluación

A partir de estas competencias específicas, los criterios de evaluación que se trabajan en esta propuesta didáctica son los siguientes:

1.2. Resolver los problemas fisicoquímicos planteados utilizando las leyes y teorías científicas adecuadas, razonando los procedimientos utilizados para encontrar las soluciones y expresando adecuadamente los resultados.

1.3. Reconocer y describir en el entorno inmediato situaciones problemáticas reales de índole científica y emprender iniciativas en las que la ciencia, y en particular la física y la química, pueden contribuir a su solución, analizando críticamente su impacto en la sociedad.

4.2. Trabajar de forma adecuada con medios variados, tradicionales y digitales, en la consulta de información y la creación de contenidos, seleccionando con criterio las fuentes más fiables y desechando las menos adecuadas y mejorando el aprendizaje propio y colectivo.

5.1. Establecer interacciones constructivas y coeducativas, emprendiendo actividades de cooperación como forma de construir un medio de trabajo eficiente en la ciencia.

5.2. Empezar, de forma guiada y de acuerdo a la metodología adecuada, proyectos científicos que involucren al alumnado en la mejora de la sociedad y que creen valor para el individuo y para la comunidad.

6.1. Reconocer y valorar, a través del análisis histórico de los avances científicos logrados por hombres y mujeres de ciencia, que la ciencia es un proceso en permanente construcción y que existen repercusiones mutuas de la ciencia actual con la tecnología, la sociedad y el medio ambiente.

6.2. Detectar en el entorno las necesidades tecnológicas, ambientales, económicas y sociales más importantes que demanda la sociedad,

entendiendo la capacidad de la ciencia para darles solución sostenible a través de la implicación de todos los ciudadanos.

5.5 Descriptores del perfil de salida

Cada una de las competencias específicas que se desarrollan en esta propuesta didáctica están conectadas con las competencias clave que el alumnado tiene que adquirir mediante diferentes descriptores del perfil de salida, partiendo de los diferentes marcos europeos de referencia existentes. Estas competencias clave, así como los descriptores de salida están definidas en el anexo I del Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la educación secundaria obligatoria.

Los descriptores ejercen la función de nexo entre las competencias clave y las competencias específicas de cada área, materia o ámbito, ya que estas últimas se han formulado a partir de dichos descriptores. De esta forma se asegura la coherencia y la continuidad de los aprendizajes en las etapas educativas y se garantiza, a su vez, que el alumnado finalice la educación básica con las competencias necesarias para su desarrollo académico, profesional y, en suma, personal.

Los descriptores del perfil de salida con los que se conecta la Competencia Específica nº 1 son los siguientes:

CCL1: Se expresa de forma oral, escrita, signada o multimodal con coherencia, corrección y adecuación a los diferentes contextos sociales, y participa en interacciones comunicativas con actitud cooperativa y respetuosa tanto para 22 intercambiar información, crear conocimiento y transmitir opiniones, como para construir vínculos personales.

STEM1: Utiliza métodos inductivos y deductivos propios del razonamiento matemático en situaciones conocidas, y selecciona y emplea diferentes estrategias para resolver problemas analizando críticamente las soluciones y reformulando el procedimiento, si fuera necesario.

STEM2: Utiliza el pensamiento científico para entender y explicar los fenómenos que ocurren a su alrededor, confiando en el conocimiento como

motor de desarrollo, planteándose preguntas y comprobando hipótesis mediante la experimentación y la indagación, utilizando herramientas e instrumentos adecuados, apreciando la importancia de la precisión y la veracidad y mostrando una actitud crítica acerca del alcance y las limitaciones de la ciencia.

STEM4: Interpreta y transmite los elementos más relevantes de procesos, razonamientos, demostraciones, métodos y resultados científicos, matemáticos y tecnológicos de forma clara y precisa y en diferentes formatos (gráficos, tablas, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos...), aprovechando de forma crítica la cultura digital e incluyendo el lenguaje matemático-formal con ética y responsabilidad, para compartir y construir nuevos conocimientos.

CPSAA4: Realiza autoevaluaciones sobre su proceso de aprendizaje, buscando fuentes fiables para validar, sustentar y contrastar la información y para obtener conclusiones relevantes.

Los descriptores del perfil de salida con los que se conecta la Competencia Específica nº 4 son los siguientes:

CCL2. Comprende, interpreta y valora con actitud crítica textos orales, escritos, signados o multimodales de los ámbitos personal, social, educativo y profesional para participar en diferentes contextos de manera activa e informada y para construir conocimiento.

CCL3: Localiza, selecciona y contrasta información y la transforma en conocimiento.

STEM 4

CD1: Realiza búsquedas en internet atendiendo a criterios de validez, calidad, actualidad y fiabilidad, seleccionando los resultados de manera crítica y archivándolos, para recuperarlos, referenciarlos y reutilizarlos, respetando la propiedad intelectual.

CD2. Gestiona y utiliza su entorno personal digital de aprendizaje para construir conocimiento y crear contenidos digitales, mediante estrategias de tratamiento de la información y el uso de diferentes herramientas digitales, seleccionando y configurando la más adecuada en función de la tarea y de sus necesidades de aprendizaje permanente.

CPSAA3. Comprende proactivamente las perspectivas y las experiencias de las demás personas y las incorpora a su aprendizaje, para participar en el trabajo en grupo, distribuyendo y aceptando tareas y responsabilidades de manera equitativa y empleando estrategias cooperativas.

CE3. Desarrolla el proceso de creación de ideas y soluciones valiosas y toma decisiones, de manera razonada, utilizando estrategias ágiles de planificación y gestión, y reflexiona sobre el proceso realizado y el resultado obtenido, para llevar a término el proceso de creación de prototipos innovadores y de valor, considerando la experiencia como una oportunidad para aprender.

CCEC4. Conoce, selecciona y utiliza con creatividad diversos medios y soportes, así como técnicas plásticas, visuales, audiovisuales, sonoras o corporales, para la creación de productos artísticos y culturales, tanto de forma individual como colaborativa, identificando oportunidades de desarrollo personal, social y laboral, así como de emprendimiento.

Los descriptores del perfil de salida con los que se conecta la Competencia Específica nº 5 son los siguientes:

CCL5. Pone sus prácticas comunicativas al servicio de la convivencia democrática, la resolución dialogada de los conflictos y la igualdad de derechos de todas las personas, evitando los usos discriminatorios, así como los abusos de poder, para favorecer la utilización no solo eficaz sino también ética de los diferentes sistemas de comunicación.

CP 3. Implica la habilidad de comunicarse eficazmente en diferentes lenguas, comprendiendo y respetando la diversidad lingüística y cultural.

STEM3: Plantea y desarrolla proyectos diseñando, fabricando y evaluando diferentes prototipos o modelos para generar o utilizar productos que den solución a una necesidad o problema de forma creativa y en equipo, procurando la participación de todo el grupo, resolviendo pacíficamente los conflictos que puedan surgir, adaptándose ante la incertidumbre y valorando la importancia de la sostenibilidad.

STEM5. Emprende acciones fundamentadas científicamente para promover la salud física, mental y social, y preservar el medio ambiente y los seres vivos; y aplica principios de ética y seguridad en la realización de proyectos para

transformar su entorno próximo de forma sostenible, valorando su impacto global y practicando el consumo responsable.

CD3. Se comunica, participa, colabora e interactúa compartiendo contenidos, datos e información mediante herramientas o plataformas virtuales, y gestiona de manera responsable sus acciones, presencia y visibilidad en la red, para ejercer una ciudadanía digital activa, cívica y reflexiva.

CPSAA3

CC3. Comprende y analiza problemas éticos fundamentales y de actualidad, considerando críticamente los valores propios y ajenos, y desarrollando juicios propios para afrontar la controversia moral con actitud dialogante, argumentativa, respetuosa y opuesta a cualquier tipo de discriminación o violencia.

CE2. Capacidad para trabajar en equipo de forma efectiva y proactiva. Esto implica la habilidad de colaborar, compartir ideas, tomar decisiones de forma conjunta y reflexionar sobre el resultado obtenido, tanto si el proyecto fue exitoso como si no.

Los descriptores del perfil de salida con los que se conecta la Competencia Específica nº 6 son los siguientes:

STEM 2

STEM5: Emprende acciones fundamentadas científicamente para promover la salud física, mental y social, y preservar el medio ambiente y los seres vivos; y aplica principios de ética y seguridad en la realización de proyectos para transformar su entorno próximo de forma sostenible, valorando su impacto global y practicando el consumo responsable.

CD4: Identifica riesgos y adopta medidas preventivas al usar las tecnologías digitales para proteger los dispositivos, los datos personales, la salud y el medioambiente, y para tomar conciencia de la importancia y necesidad de hacer un uso crítico, legal, seguro, saludable y sostenible de dichas tecnologías.

CPSAA1. Regula y expresa sus emociones, fortaleciendo el optimismo, la resiliencia, la autoeficacia y la búsqueda de propósito y motivación hacia el

aprendizaje, para gestionar los retos y cambios y armonizarlos con sus propios objetivos.

CPSAA4

CC4. Comprende las relaciones sistémicas de interdependencia, ecoddependencia e interconexión entre actuaciones locales y globales, y adopta, de forma consciente y motivada, un estilo de vida sostenible y ecosocialmente responsable.

CCEC1. Reconoce y aprecia los aspectos fundamentales del patrimonio cultural y artístico, comprendiendo las diferencias entre distintas culturas y la necesidad de respetarlas (R.D.,217/2022)

5.6 Saberes básicos

En el marco de la LOMLOE, los saberes básicos son “conocimientos, destrezas y actitudes que constituyen los contenidos propios de una materia o ámbito cuyo aprendizaje es necesario para la adquisición de las competencias específicas”.

En el Decreto 73/2022, de 27 de julio, por el que se establece el currículo de la educación secundaria obligatoria y del bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria están definidos los saberes básicos que se deben tener como referencia en el perfil de salida del alumnado al finalizar la etapa educativa de cuarto de la ESO para la asignatura de “Física y Química”, basados en los definidos en Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo. En este sentido, los saberes básicos que se adquieren con el desarrollo de esta propuesta didáctica se describen a continuación:

A. Las destrezas científicas básicas

- Metodologías de la investigación científica: identificación y formulación de cuestiones, elaboración de hipótesis y comprobación experimental de las mismas.
- Trabajo experimental y proyectos de investigación: estrategias en la resolución de problemas y en el desarrollo de investigaciones mediante la indagación, la deducción, la búsqueda de evidencias y el

razonamiento lógico-matemático, haciendo inferencias válidas de las observaciones y obteniendo conclusiones.

- Diversos entornos y recursos de aprendizaje científico como el laboratorio o los entornos virtuales: materiales, sustancias y herramientas tecnológicas.
- Normas de uso de cada espacio, asegurando y protegiendo así la salud propia y comunitaria, la seguridad en las redes y el respeto hacia el medio ambiente.
- El lenguaje científico: unidades del Sistema Internacional y sus símbolos. Herramientas matemáticas básicas en diferentes escenarios científicos y de aprendizaje.
- Estrategias de interpretación y producción de información científica utilizando diferentes formatos y diferentes medios: desarrollo del criterio propio basado en lo que el pensamiento científico aporta a la mejora de la sociedad para hacerla más justa, equitativa e igualitaria.
- Valoración de la cultura científica y del papel de científicos y científicas en los principales hitos históricos y actuales de la física y la química en el avance y la mejora de la sociedad.

E. El cambio

- Los sistemas materiales: análisis de los diferentes tipos de cambios que experimentan, relacionando las causas que los producen con las consecuencias que tienen.
- Interpretación macroscópica y microscópica de las reacciones químicas: explicación de las relaciones de la química con el medio ambiente, la tecnología y la sociedad.
- Ley de conservación de la masa y de la ley de las proporciones definidas: aplicación de estas leyes como evidencias experimentales que permiten validar el modelo atómico-molecular de la materia.
- Factores que afectan a las reacciones químicas: predicción cualitativa de la evolución de las reacciones, entendiendo su importancia en la resolución de problemas actuales por parte de la ciencia.

5.7 Relación de los saberes básicos con los objetivos de aprendizaje

En esta propuesta didáctica se tocan dos de los saberes básicos descritos en la legislación vigente para el tercer curso de la ESO: los relacionados con el desarrollo de unas destrezas científicas básicas que utilizaremos para provocar un cambio.

En cuanto al primero, desarrollar unas Destrezas Científicas Básicas, permite a los alumnos de 3º de la ESO aprender de una manera divertida y dotada de base científica; deben resolver el problema que se les plantea de forma parcialmente autónoma, ya que contarán con la ayuda del docente (al menos en las fases iniciales, y dependiendo de la complejidad) para garantizar el éxito del Proyecto o Trabajo experimental. En la situación de aprendizaje planteada no van a trabajar con elementos tecnológicos novedosos, precisamente uno de los objetivos es saber aprovechar los recursos disponibles a nuestro alrededor sin aparente utilidad. Por otro lado, también deben aprender a ser críticos científicamente hablando para interpretar como tienen que utilizar los diferentes materiales y objetos que tienen disponibles. También van a aprender a utilizar los espacios científicos como puedan ser el laboratorio, en el que desarrollarán sus prácticas.

Este tipo de Proyecto o Trabajo experimental propuesto puede tener los siguientes pasos:

- 1) Elegir un tema (en nuestro caso, el tema se propone)
- 2) Redactar las primeras hipótesis. Es recomendable redactar las hipótesis usando un lenguaje sencillo, que sea fácil de comprender para los alumnos.
- 3) Buscar información sobre el tema. Es importante la supervisión del docente para evitar que los alumnos se pierdan entre tanta información.
- 4) Estudiar la información recogida y analizar nuestras primeras hipótesis.
- 5) Realizar un trabajo experimental que permita confirmar o refutar las hipótesis.
- 6) Analizar los resultados del experimento y elaborar las conclusiones.
- 7) Preparar la presentación del Proyecto. Podrá hacerse en diferentes formatos: póster, mural con fotos, dossier, vídeo, PowerPoint. Lo ideal

es que durante su elaboración se potencie el trabajo en equipo, la disciplina, el respeto y la empatía con el resto de miembros que puedan conformar el grupo.

En cuanto al segundo, la finalidad provocar un Cambio en nuestro entorno, como contenido transversal, la sostenibilidad y la transición ecológica apoyadas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, así como promover la educación para el desarrollo sostenible.

Los objetivos principales que quiere transmitir esta idea son:

- 1) Identificar los sistemas materiales más habituales en nuestro entorno.
Tipos de sistemas materiales (sustancias puras o mezclas).
- 2) Dependiendo del aspecto de la mezcla distinguiremos entre mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas.
- 3) Mezclas que perjudican al medio ambiente.
- 4) Las sustancias que componen la mezcla pueden separarse usando métodos físicos de separación.

En la tabla nº 2 se muestra un resumen general de la conexión de esta propuesta didáctica con los elementos curriculares correspondiente

Tabla nº 2: Conexión de la propuesta didáctica con los elementos curriculares

CONEXIÓN CON LOS ELEMENTOS CURRICULARES				
Asignatura / Curso	Competencias Específicas	Criterios de Evaluación	Descriptor del Perfil de Salida	
Física y Química 3º ESO	1	1.2	CCL1, STEM1, STEM2, STEM4, CPSAA4	
		1.3		
	4	4.2	CCL2, CCL3, STEM4, CD1, CD2, CPSAA3, CE3, CCEC4	
	5	5.1	CCL5, CP3, STEM3, STEM5, CD3, CPSAA3, CC3, CE2	
		5.2		
	6	6.1	STEM2, STEM5, CD4, CPSAA1, CPSAA4, CC4, CCEC1	
		6.2		
	SABERES BÁSICOS			
	A. Las destrezas científicas básicas			
	E. El cambio			

5.8 Metodología

“Es el conjunto de métodos y técnicas, estrategias, y principios de enseñanza que utiliza el docente para favorecer el aprendizaje de los alumnos” (INTEF, 2025).

Los métodos de enseñanza podríamos agruparlos en tres categorías principales en función de cómo se comparte la información entre profesor y alumnos:

- 1) Informativo. Su base es la facilitación de información estructurada y coherente por parte del profesor al alumno. La lección magistral es el ejemplo más representativo, ya que es útil para la organización del conocimiento, la explicación de conceptos y teorías y para ofrecer síntesis de ideas a los estudiantes (UPF, 2025). Esta sesión tiene al menos tres partes fundamentales: la preparación (por parte del docente), el desarrollo y la evaluación de los conocimientos adquiridos por parte de los estudiantes con el fin de adaptar la próxima clase tomando en consideración las respuestas dadas.
- 2) Interactivo. Este método tiene su foco en el diálogo que se establece entre profesor y alumnos. El objetivo no es que en una clase se hagan preguntas para saber si los alumnos han entendido el contenido, sino que, a partir de la discusión, el diálogo, la reflexión conjunta, o la enseñanza entre iguales, se aprendan los contenidos; el docente también puede aprender de sus alumnos.
- 3) Elaborativo. Este método se fundamenta en la idea de que el aprendizaje ha de ser construido por el alumno mientras que el profesor cumple una función de guiar los aprendizajes. Este método exige una implicación activa del alumno por ello también se le denomina “metodología activa”. “Una Metodología Activa es un proceso interactivo basado en la comunicación profesor-estudiante, estudiante-estudiante, estudiante-material didáctico y estudiante-medio, que potencia la implicación responsable de este último y conlleva la satisfacción y enriquecimiento de docentes y estudiantes” (López, F., 2005)”.

En la UD elaborada para este TFM vamos a emplear estos tres tipos de metodologías de manera alternativa.

En la tabla nº 3 se muestra un resumen esquemático de las metodologías utilizadas.

METODOLOGÍA		
1ª/4ª/5ª/6ª/12ª Sesión	2ª/3ª Sesión	7ª a 11ª Sesiones
Método interactivo: Aprendizaje basado en pensamiento Intercambio de información y opiniones Gamificación (Kahoot)	Método informativo: Lección magistral: repaso de los conceptos básicos de Física y Química necesarios para desarrollar nuestro proyecto	Método elaborativo: Aprendizaje basado en problemas Aprendizaje - servicio Aprendizaje cooperativo Aprendizaje basado en retos

Tabla nº 3: Metodologías utilizadas

5.9 Medidas de atención a la diversidad

Las medidas de atención a la diversidad educativa son aquellas estrategias y acciones que se implementan dentro del centro educativo para responder a las necesidades individuales de los estudiantes y garantizar que todos puedan acceder a un aprendizaje significativo y efectivo. Estas medidas se basan en la premisa de que cada estudiante es único y que, por lo tanto, requiere un tratamiento personalizado y flexible.

Las actuaciones dentro del ámbito de atención a la diversidad están reguladas en una serie de documentos legales, que determinan las líneas fundamentales que dicha labor debe seguir.

Los centros educativos están dotados de un Plan de Atención a la Diversidad, que pueden variar según el contexto educativo y las necesidades de los estudiantes, pero generalmente incluyen los siguientes aspectos:

- Identificación y evaluación de las necesidades. Se lleva a cabo una evaluación exhaustiva de las necesidades individuales de los

estudiantes para determinar qué apoyos y recursos son necesarios para garantizar su éxito académico y personal.

- Adaptaciones curriculares. Se realizan ajustes en el currículo y en las actividades de enseñanza para satisfacer las necesidades individuales de los alumnos. Esto puede implicar la modificación de la metodología de enseñanza, la selección de materiales didácticos apropiados y la individualización de los objetivos de aprendizaje.
- Apoyos educativos adicionales. Se proporcionan recursos adicionales, como apoyo tutorial, refuerzo educativo, programas de enriquecimiento, terapia ocupacional, terapia del habla, entre otros, para ayudar a los/as estudiantes a superar las dificultades específicas que puedan enfrentar.
- Formación del profesorado. Se ofrece formación y apoyo continuo al profesorado para que puedan desarrollar habilidades y estrategias efectivas para atender a la diversidad en el aula. Esto puede incluir formación en técnicas de enseñanza diferenciada, manejo de la conducta, uso de tecnologías de apoyo, entre otros.
- Colaboración con otros profesionales. Se fomenta la colaboración entre el profesorado, los equipos de orientación educativa, los servicios de apoyo especializado y otros profesionales externos/as para proporcionar una atención integral a los estudiantes con necesidades especiales.
- Participación de las familias. Se promueve la participación activa de las familias en el proceso educativo, involucrándolas en la toma de decisiones y proporcionándoles información y apoyo para que puedan apoyar el aprendizaje de sus hijos en casa.

Vamos a suponer que en nuestra clase hay un alumno que viene de Polonia y no habla el idioma castellano. En este caso las medidas a aplicar son:

- Favorecer la comunicación estableciendo una comunicación no verbal, mediante gestos o con lenguaje corporal.
- Utilizar recursos visuales en el aula: emplear imágenes, dibujos, diagramas y presentaciones multimedia para apoyar las explicaciones.

- Promover el aprendizaje colaborativo: dividir la clase en grupos pequeños donde el alumno pueda trabajar con algún compañero que hable su idioma (en este caso va a ser un poco difícil). En nuestra situación integrarle en un grupo con alumnos de bilingüe de inglés, pues es muy probable que tenga (el estudiante polaco) un nivel similar de comprensión. Tutoría entre iguales.
- Proporcionarle materiales en su idioma nativo: facilitarle acceso a libros, revistas o páginas web en su lengua materna para que pueda seguir aprendiendo por su cuenta.
- Busca el compromiso del estudiante animándole a que participe en programas de refuerzo y apoyo. Ofrecerle clases de refuerzo o tutorías individualizadas.
- Generar (entre docente y resto de alumnos) un ambiente de respeto y de integración en el aula.
- Poner a su disposición medios tecnológicos para favorecer su integración: Tablet con traductores reconocidos.

5.10 Secuenciación de la UD

En la tabla nº 4 se muestran las sesiones en las que se divide esta propuesta didáctica, indicando los espacios y los recursos utilizados en cada una de ellas, así como las medidas de atención a la diversidad a realizar en cada una de ellas.

SECUENCIACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	
<p><u>Descripción de la sesión 1:</u></p> <p>Determinar los conocimientos previos de los alumnos sobre Física y Química y su relación con la depuración de aguas residuales urbanas.</p> <p>Realizar una actividad individual (Recurso Kahoot) para ver los conocimientos previos del alumnado en materia de depuración de aguas residuales urbanas.</p> <p><u>Medidas de atención a la diversidad:</u></p> <p>Seleccionar el Kahoot en el idioma polaco.</p>	<p><u>Espacio:</u> aula de informática con conexión a Internet.</p> <p><u>Recursos:</u> ordenador con proyector y/o teléfono móvil del alumno.</p>
<p><u>Descripción de las sesiones 2 y 3:</u></p> <p>Realizar un esquema resumen (por parte del docente) de los contenidos que se van a estudiar.</p> <p>Impartir una clase magistral por parte del profesor centrada en la materia de la UD. Propiedades Físicas y Químicas del agua</p> <p><u>Medidas de atención a la diversidad:</u></p> <p>Utilizar un vocabulario básico y frases cortas (en inglés). Repetir las palabras y frases clave varias veces.</p> <p>Usar imágenes, videos y objetos para ilustrar las explicaciones.</p> <p>Hacer preguntas sencillas de comprobación.</p> <p>Ser paciente y comprensivo.</p> <p>Utilizar software de traducción en su idioma materno (como herramienta de apoyo).</p>	<p><u>Espacio:</u> aula con conexión a Internet.</p> <p><u>Recursos:</u> ordenador y proyector. Libro de texto. Tablet.</p>

<p><u>Descripción de la sesión 4:</u> Realización de una actividad individual (Recurso Kahoot) para comprobar los conocimientos adquiridos en las clases magistrales. Video ilustrativo previo a la visita. <u>Medidas de atención a la diversidad:</u> Seleccionar el Kahoot en el idioma polaco</p>	<p><u>Espacio:</u> aula de informática con conexión a Internet. <u>Recursos:</u> ordenador con proyector y/o teléfono móvil del alumno.</p>
<p><u>Descripción de la sesión 5 y 6:</u> Visita a la E.D.A.R. de San Román de la Llanilla (Santander), aprovechando el 2º recreo del día y las 2 últimas horas de clase. <u>Medidas de atención a la diversidad:</u> El profesor asignará a dos compañeros con buen nivel de inglés la figura de la tutoría entre pares para que ejerzan de traductor con el alumno polaco.</p>	<p><u>Espacio:</u> E.D.A.R. <u>Recursos:</u> necesitaremos un medio de transporte colectivo (autobús). <u>Medidas adicionales:</u> solicitar permisos de los padres para la participación de los estudiantes.</p>

<p><u>Descripción de la sesión 7:</u></p> <p>Conformación de grupos de trabajo de 4 alumnos al azar. El profesor puede utilizar herramientas como “TeamMaker” de manera pública.</p> <p>Cada grupo buscará sistemas de depuración/filtrado de aguas residuales empleando fundamentos físico-químicos de acuerdo a las instrucciones dadas por el docente.</p> <p><u>Medidas de atención a la diversidad:</u></p> <p>El profesor tendrá en cuenta la condición del alumno polaco para integrarle en un grupo.</p> <p>El alumno polaco se integrará en un grupo con al menos dos alumnos del programa bilingüe.</p>	<p><u>Espacio:</u> aula con conexión a Internet.</p> <p><u>Recursos:</u> ordenador con proyector. Tablet.</p>
<p><u>Descripción de la sesión 8:</u></p> <p>Discusión en clase de las propuestas de los diferentes grupos y elección de la mejor, que deberá ser desarrollada por todos los alumnos.</p> <p><u>Medidas de atención a la diversidad:</u></p> <p>Con la ayuda del ordenador podrá utilizar un traductor. Además, la búsqueda de información la puede realizar en su idioma nativo.</p>	<p><u>Espacio:</u> aula de informática con conexión a Internet.</p> <p><u>Recursos:</u> ordenador con proyector. Tablet.</p>

<p><u>Descripción de la sesión 9:</u></p> <p>Una vez elegida y explicada por el docente la opción más adecuada para trabajar en el aula, se hará una lista con los materiales necesarios.</p> <p>Cada grupo conseguirá dichos materiales de la manera que considere.</p> <p>Los materiales deberán estar preparados para la siguiente sesión.</p> <p><u>Medidas de atención a la diversidad:</u></p> <p>Alumno polaco: traducir los materiales clave que le sean asignados. Utilizar un lenguaje claro y sencillo.</p>	<p><u>Espacio:</u> aula de informática con conexión a Internet.</p> <p><u>Recursos:</u> ordenador con proyector. Tablet.</p>
<p><u>Descripción de la sesión 10:</u></p> <p>El docente dará unas breves instrucciones relativas al comportamiento de los alumnos durante la Práctica, y a la manipulación de herramientas cortantes.</p> <p>El docente animará a sus alumnos a tomar breves notas y fotos durante el desarrollo de la Práctica, pues al final de la misma tendrán que redactar una breve Memoria.</p> <p>Cada grupo se instalará en su mesa de trabajo y dispondrá todos los materiales necesarios para realizar la Práctica.</p> <p>Se dedicarán 5 minutos para asignar las tareas a realizar por cada componente del grupo.</p> <p>Comienzo de la Práctica.</p> <p>El docente dispondrá de un repositorio de materiales en caso de que algún grupo se haya olvidado de alguno de ellos, con el fin de que todos comiencen la Práctica al mismo tiempo.</p> <p><u>Medidas de atención a la diversidad:</u></p> <p>Los compañeros de grupo del alumno polaco traducirán las instrucciones del docente.</p> <p>Se le permitirá al alumno polaco una Tablet para su uso personal, con el fin de facilitar la comunicación y el desarrollo de la Práctica.</p>	<p><u>Espacio:</u> aula-taller o laboratorio con conexión a Internet.</p> <p><u>Recursos:</u> una Tablet por grupo. Un teléfono móvil por grupo para hacer fotografías del proceso</p>

<p><u>Descripción de la sesión 11:</u></p> <p>Desarrollo y finalización de la Práctica. Retirada y reciclaje de los materiales empleados. Limpieza del puesto de trabajo y recogida de las herramientas empleadas. <u>Medidas de atención a la diversidad:</u> Los compañeros de grupo del alumno polaco traducirán las instrucciones del docente.</p>	<p><u>Espacio:</u> aula-taller o laboratorio con conexión a Internet. <u>Recursos:</u> una Tablet por grupo.</p>
<p><u>Descripción de la sesión 12:</u></p> <p>Durante los 5 primeros minutos habrá un intercambio de opiniones docente-alumnos acerca del Desarrollo de la Práctica. Realizar una prueba escrita con preguntas tipo test y de respuesta corta (20 minutos). El docente dará unas breves y sencillas instrucciones de cómo debe realizarse la Memoria. Los alumnos dispondrán del resto de la hora de clase y una semana adicional de trabajo (fuera del aula) para la entrega de la Memoria, que incluirá el presupuesto de la Práctica, y el presupuesto de un sistema de depuración (sencillo) buscado en la Internet. Con la redacción y entrega de la Memoria se dará por concluida esta U.D. <u>Medidas de atención a la diversidad:</u> Los compañeros de grupo del alumno polaco traducirán las instrucciones del docente. Redactar las pruebas escritas en un inglés adecuado al nivel del alumno.</p>	<p><u>Espacio:</u> aula de informática con conexión a Internet.</p>

5.11 Evaluación

5.11.1 Procedimientos de evaluación

Las situaciones de aprendizaje de esta propuesta didáctica serán evaluadas mediante las siguientes técnicas:

- Observación del trabajo práctico (destrezas, habilidades) del alumno durante las sesiones.
- Implicación del alumno en el trabajo en equipo.
- Elaboración de la Memoria.
- La realización de una prueba escrita (test) en la que cada pregunta está asignada la competencia específica correspondiente, así como su ponderación.
- Rúbrica para la valoración del trabajo en grupo (Anexo I).
- Rúbrica para evaluar el trabajo individual (Anexo II).
- Rúbrica para evaluar a los compañeros de grupo (Anexo III). (CEDEC, 2025)
- En cuanto a la atención a la diversidad, se harán pequeñas variaciones en los procedimientos de evaluación para el alumno que no habla el idioma.
- Alumno polaco: En la observación directa en el aula, prestar especial atención a este alumno para ver el grado de trabajo y de esfuerzo. En la prueba escrita (test) proporcionarle los ejercicios con imágenes o dibujos que permitan entender mejor lo que se le pide.

5.11.2 Actividades e instrumentos de evaluación.

En las tablas nº 5, 6, 7 y 8 se muestra la ponderación de cada criterio de evaluación dentro de cada competencia específica (1,4, 5 y 6 respectivamente), además de las actividades y los instrumentos de evaluación de cada uno de ellos.

Tabla nº 5. Actividades e instrumentos de evaluación de la C.E. nº 1

Competencia específica CE 1 (15 %)	Criterios de evaluación	Actividades de evaluación	Instrumentos de evaluación
	1.1 (5 %)	Aprendizaje gamificado (pre)	Evaluación formativa
	1.2 (5 %)	Aprendizaje gamificado (post)	Evaluación formativa
	1.3 (5 %)	Búsqueda de información del tema propuesto	Rúbrica/Escala de valoración graduada

Tabla nº 6. Actividades e instrumentos de evaluación de la C.E. nº 4

Competencia específica CE 4 (35 %)	Criterios de evaluación	Actividades de evaluación	Instrumentos de evaluación
	4.2 (35 %)	Aportación individual al trabajo colectivo	Fuentes consultadas Rigor y contraste de la información obtenida Desarrollo de la Práctica Resultado final. Medidas inclusivas (+)

Tabla nº 7. Actividades e instrumentos de evaluación de la C.E. nº 5

	Criterios de evaluación	Actividades de evaluación	Instrumentos de evaluación
Competencia específica CE 5 (30 %)	5.1 (15 %)	Trabajo en grupo. Proyecto	Organización del grupo y disposición de los materiales
	5.2 (15 %)	Trabajo en grupo. Proyecto	Desarrollo de la Práctica Resultado final Medidas inclusivas (+)

Tabla nº 8. Actividades e instrumentos de evaluación de la C.E. nº 6

	Criterios de evaluación	Actividades de evaluación	Instrumentos de evaluación
Competencia específica CE 6 (20 %)	6.1 (5 %)	Prueba escrita	Test. Respuestas cortas
	6.2 (15 %)	Memoria	Lenguaje técnico empleado Conclusiones obtenidas Acciones propuestas

6. Conclusiones

Este TFM plantea abordar la situación descrita en los anteriores párrafos y, estudia y propone la aplicabilidad un sistema de tratamiento básico e inicial de filtrado y decantación primaria de bajo coste correspondiente a la 1ª etapa de depuración de aguas residuales grises, poniendo en práctica conocimientos de Física y Química, desde un Instituto de la ESO, en forma de U.D. y desarrollada en una Situación de Aprendizaje, escalable a una situación real en función de las características del vertido y los condicionantes geográficos, colaborando con la búsqueda de soluciones tecnológicas asumibles económicamente por parte de un pequeño municipio para la depuración de sus aguas residuales, no sólo desde el punto de vista del coste de inversión, sino también, y lo que es más importante, desde el punto de vista del mantenimiento y la explotación para cumplir con la normativa de vertido aplicable.

Relacionar una actividad que puede ser divertida, y en la que los alumnos son protagonistas, con la Física y Química, puede tener un efecto positivo sobre su interés hacia las ciencias y en la repercusión directa que su aplicación tiene en un mejor aprovechamiento de los recursos naturales y el impacto en el cuidado y mejora del medio ambiente, especialmente en núcleos rurales localizados en zonas protegidas y, en algunos casos, con riesgo de despoblación.

Para completar la Situación de Aprendizaje hubiera resultado interesante analizar en laboratorio las aguas residuales grises y compartir los resultados con los alumnos, antes y después de la misma, pero lamentablemente, y una vez consultados los presupuestos, en estos momentos no se dispone de fondos para ello.

7. Anexos adjuntados.

Anexo nº 1: Rúbrica para la valoración del trabajo en grupo

Anexo nº 2: Rúbrica para evaluar el trabajo individual

Anexo nº 3: Rúbrica para evaluar a los compañeros de grupo

Anexo nº 4: Cuestionario para evaluar la labor del docente

Anexo nº 5: Multidisciplinaridad de la visita a la EDAR

Anexo nº 6: Horas asignadas a las materias de Física y Química en 3º de la ESO

Anexo nº 7: Situación de aprendizaje

Anexo nº 8: Glosario

8. Referencias bibliográficas

Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento, AEAS (2017). Informe sobre aguas residuales en España. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://www.daquas.es/images/publicaciones/informacion-sector/2017_-_Informe_depuracin_AEAS_Da_mundial_del_agua_2017.pdf

Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento, AEAS (2022). XVII Estudio Nacional de Suministro de Agua Potable y Saneamiento en España. <https://www.daquas.es/component/content/article/8-noticias/302-el-sector-del-agua-urbana-avanza-decididamente-en-la-transicion-energetica-y-la-digitalizacion-intensificando-su-compromiso-con-la-sostenibilidad?Itemid=101>

Asociación Española de Desalación y Reutilización (2019). Cifras de la reutilización de agua en España. www.aedyr.com

BOC (2025). <https://www.cantabria.es/web/comunicados/w/el-gobierno-c%C3%A1ntabro-publica-la-orden-definitiva-que-incrementa-a-41-los-municipios-en-riesgo-de-despoblamiento>

Canal de Isabel II (2023). *Memoria anual 2022-23*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://www.fundacioncanal.com/canaleduca/wp-content/uploads/2022/01/visitando_una_EDAR.pdf

CEDEC (2025). Rúbricas y otros documentos. <https://cedec.intef.es/banco-de-rubricas-y-otros-documentos/>

Consejo de Europa (2024). Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas. <https://www.consilium.europa.eu/es/press/press-releases/2024/11/05/urban-wastewater-council-adopts-new-rules-for-more-efficient-treatment/>

CSIC (2021). *Simulación de una depuradora de aguas*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgicclefindmkaj/https://www.esferadelagua.es/sites/default/files/pdf-fichas_exp/experimento_09.pdf

EduTekalab (2024). *Aprendiendo a Purificar el Agua*. <https://edtk.co/p/35858>

Ferrovial (2025). Aguas Residuales. <https://www.ferrovial.com/es-es/agua/>

Hidrotec (2025). Tipos de aguas residuales: conoce las diferencias. <https://www.hidrotec.es/>

Huertas, R., Marcos, C., Ibarguren, N., Ordás, S. (2013) *Guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones*. Confederación Hidrográfica del Duero

INE (2024). Censo Anual de Población. www.ine.es

Instituto Nacional de Estadística (2024). *Estadística sobre el suministro y saneamiento del agua*. https://www.ine.es/dynqs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176834&menu=ultiDatos&idp=1254735976602

INTEF (2025). Metodologías docentes: resumen de los métodos y estrategias de enseñanza. <https://formacion.intef.es/aulaenabierto/mod/book/tool/print/index.php?id=4630>

LOMLOE (2024). Ley Orgánica 3/2020. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-4975>

López, F. (2005). *Metodología participativa en la enseñanza universitaria*. Narcea Ediciones.

Lugo, A., Sarria, J. Lozano, R. (2023). Pensamiento crítico en educación ambiental en niños y niñas de la Institución Educativa Colegio de San Simón, Ibagué. Revista Unimar 41 (1), 150-166. <https://scholar.google.com/citations?user=Is1kk7YAAAAJ&hl=es>

MARE (2015). Saneamiento y depuración en Cantabria. <https://www.mare.es/que-hacemos/agua/infraestructuras/saneamiento-y-depuracion-en-cantabria>

Naturea Cantabria (2023). Red de Espacios Naturales Protegidos de Cantabria. <https://redcantabrarural.com/naturea-3/espacios-naturales-prottegidos/>

ONU (2022). Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la educación secundaria obligatoria. Boletín Oficial del Estado, 76. 30 de marzo (2022)

SmartWater (2024). *Normativa de aguas residuales domésticas en España, todo lo que debes conocer.* <https://smartwaterbio.com/blog/normativa-de-aguas-residuales-domestica/>

Universitat Pompeu Fabra (2025). *Estrategias metodológicas de enseñanza-aprendizaje.* <https://www.upf.edu/web/usquid-etic/estrategias-metodologicas>

ANEXO nº 1: Rúbrica para la valoración del trabajo en grupo

Criterio	Sobresaliente (9-10)	Notable (7-8)	Suficiente (5-6)	Insuficiente (1-2-3-4)
Trabajo en equipo	Todos los miembros contribuyeron de manera equitativa y colaborativa. Se resolvieron los conflictos de manera constructiva.	La mayoría de los miembros contribuyeron, pero hubo algunos que se involucraron menos. Se necesitaron algunas intervenciones del docente para resolver conflictos	Algunos miembros dominaron el trabajo, mientras que otros apenas participaron. Hubo dificultades para resolver conflictos.	No hubo colaboración entre los miembros del grupo. El trabajo se realizó de forma individual.
Contenido	El trabajo demuestra una comprensión profunda del tema y presenta información precisa y relevante. Las ideas están bien organizadas y son originales.	El trabajo demuestra una buena comprensión del tema y presenta información relevante. Ideas bien organizadas, pero falta originalidad.	El trabajo demuestra una comprensión básica del tema, pero hay algunos errores en la información. Las ideas no están muy bien organizadas.	El trabajo no demuestra una comprensión adecuada del tema y la información es escasa o incorrecta.
Bibliografía o webgrafía utilizadas	Recurre a bibliografía fiable, relevante y actualizada y contribuye al desarrollo del tema.	Recurre a bibliografía fiable, actualizada pero no relevante, pero contribuye al desarrollo del tema	Recurre a bibliografía fiable y poco actualizada y contribuye de forma escasa al desarrollo del tema	Recurre a bibliografía poco fiable, poco actualizada y no contribuye al desarrollo del tema
Expresión y ortografía	Está redactado de forma correcta y cumple con las normas ortográficas y gramaticales	Está redactado de forma correcta y cumple con casi todas las normas ortográficas y gramaticales	No tiene una redacción correcta, pero cumple con casi todas las normas ortográficas y gramaticales	No está redactado de forma correcta ni cumple con las normas ortográficas y gramaticales.

Anexo nº 2: Rúbrica para la valoración del trabajo individual en el grupo

Criterio	Sobresaliente (9-10)	Notable (7-8)	Suficiente (5-6)	Insuficiente (1-2-3-4)
Participación en las dinámicas de trabajo	El alumno participa activamente en las tareas propuestas	El alumno participa activamente en las tareas propuestas, aunque se distrae puntualmente. Entonces, responde positivamente a las llamadas de atención de sus compañeros y del docente	El alumno participa en las actividades de forma intermitente. Aunque puede responder a las llamadas de atención, no mantiene la implicación mucho tiempo	El alumno no participa en las tareas propuestas. O no hace nada o acapara el trabajo, y no deja participar a los demás.
Disposición para pedir ayuda	El alumno pide ayuda a sus compañeros antes que al docente	La mayoría de las veces el alumno pide ayuda a sus compañeros, aunque a veces recurre al docente	El alumno recurre al docente antes de preguntar a sus compañeros, aunque en ocasiones si lo hace	Recurre al docente siempre para resolver sus dudas
Disposición para prestar ayuda	Siempre que un compañero tiene una duda y le pregunta, el alumno deja lo que está haciendo y le ayuda	La mayoría de las veces que un compañero tiene una duda y le pregunta el alumno deja lo que está haciendo y le ayuda. En ocasiones no lo hace	Algunas veces que un compañero tiene una duda y le pregunta el alumno deja lo que está haciendo y le ayuda. La mayoría de las veces solo cuando se lo indica el profesor	El alumno no ayuda a sus compañeros cuando tienen dudas
Respeto de las decisiones y acuerdos	El alumno siempre es capaz de llegar a acuerdos y tomar decisiones compartidas, incluso cuando no se basan en sus propuestas	El alumno suele ser capaz de llegar a acuerdos y tomar decisiones compartidas, pero lleva mal que no se tenga en cuenta alguna de sus propuestas	En algunas ocasiones el alumno es capaz de llegar a acuerdos y tomar decisiones compartidas, pero solo si se basan en sus propuestas	El alumno es incapaz de llegar a acuerdos y tomar decisiones compartidas

Anexo nº 3: Rúbrica para evaluar a los compañeros de grupo

Aspectos	Sobresaliente (9-10)	Notable (7-8)	Suficiente (5-6)	Insuficiente (1-2-3-4)
Es responsable con la tarea asignada	Sí. Ha hecho todo lo que tenía que hacer.	Ha hecho el 70 / 80 % del trabajo que tenía que hacer	Ha terminado un poco más de la mitad de la tarea asignada	No ha hecho casi nada o como máximo algo menos de la mitad de la tarea.
Acepta las opiniones de los otros compañeros del grupo	Escucha y acepta los comentario, sugerencias y opiniones de otros y los usa para mejorar su trabajo	Escucha los comentarios, sugerencias y opiniones de otros pero no los usa para mejorar su trabajo	Escucha los comentarios y sugerencias de los otros. No obstante, no siempre les presta atención ni los acepta positivamente	No escucha al resto de compañeros del equipo
Es respetuoso y favorece el trabajo del grupo	Respeto a todos los compañeros. Anima al grupo y a todos sus componentes para mejorar. Hace propuestas para que el trabajo y los resultados mejoren	Respeto a todos los compañeros. Anima al grupo y a todos sus componentes para mejorar.	Respeto a todos los compañeros. No anima al grupo o solo anima a algunos de sus componentes para mejorar el trabajo	No es respetuoso con los compañeros del grupo

Anexo nº 4: Cuestionario para valorar la labor del docente

Pregunta	Muy de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
El profesor explica los temas de manera clara y comprensible					
El profesor muestra interés en que los alumnos aprendan					
El profesor fomenta la participación en clase					
El profesor es respetuoso y considerado con los alumnos					
El profesor proporciona retroalimentación útil y constructiva					
El profesor utiliza métodos de enseñanza variados e interesantes					
El profesor está disponible para ayudar fuera del horario de clase					
El profesor motiva a los alumnos a esforzarse y mejorar					
El profesor maneja bien el comportamiento en el aula					
El profesor es justo en la evaluación y calificación					
El profesor pone los medios para que todos los alumnos se sientan integrados					

Anexo nº 5: Multidisciplinaridad de la visita a la EDAR

La visita organizada a la E.D.A.R. puede ser una experiencia enriquecedora desde diversas asignaturas, ya que permite conectar la teoría con la práctica y desarrollar conocimientos multidisciplinarios:

1. Desde la perspectiva de Ciencias Naturales:

1.1. Ciclo del agua: la E.D.A.R. es un ejemplo tangible de cómo el agua se recicla y se purifica.

1.2. Ecología y medio ambiente: fomentando la concienciación sobre la importancia de la sostenibilidad.

1.3. Química: la E.D.A.R. involucra procesos químicos como la oxidación y la reducción, la eliminación de sustancias orgánicas e inorgánicas, lo que permite a los alumnos visualizar la aplicación de los conocimientos químicos en la vida real.

1.4. Biológicas: se pueden analizar las diferentes etapas de tratamiento biológico y las bacterias que se encargan de descomponer la materia orgánica.

2. Desde Matemáticas y Geometría, la visita a una E.D.A.R. permite:

2.1. Mediciones y cálculos: la E.D.A.R. involucra mediciones de caudales, concentraciones, pH, etc., lo que permite aplicar las matemáticas en la resolución de problemas relacionados con la depuración del agua.

2.2. Geometría: se pueden observar los diferentes tipos de tanques y estructuras de tratamiento.

2.3. Educación financiera: los alumnos deben ser conscientes de la gran cantidad de recursos públicos obtenidos con nuestros impuestos que se destinan a los servicios públicos.

3. Desde Tecnología, la visita a una E.D.A.R. puede generar interés en:

3.1. Automatización y control: se pueden observar los sistemas de control de la E.D.A.R., los sensores y los automatismos que se utilizan en el tratamiento del agua.

3.2. Ingeniería civil y ambiental: la E.D.A.R. es un ejemplo de proyecto de ingeniería que permite a los alumnos visualizar la aplicación de los conocimientos de ingeniería en la construcción y funcionamiento de la planta.

4. Desde la perspectiva de Educación Social y Ciudadanía, la visita a una E.D.A.R. puede:

4.1. Promover el conocimiento de la importancia de las infraestructuras públicas.

4.2. Fomentar la conciencia sobre la importancia de la sostenibilidad y el respeto por el medio ambiente.

Anexo nº 6: Horas asignadas a las materias de Física y Química en 3º de la ESO

Horario semanal asignado a las materias de Educación Secundaria Obligatoria

A) De 1º a 3º ESO

		HORAS POR CURSO		
		1 ESO	2 ESO	3 ESO
PARA TODO EL ALUMNADO	Biología y Geología	3		2
	Educación en Valores Cívicos y Éticos			1
	Educación Física	2	2	2
	Educación Plástica, Visual y Audiovisual	3		3
	Física y Química		3	2
	Geografía e Historia	3	3	3
	Lengua Castellana y Literatura	5	4	4
	Lengua Extranjera	3	4	3
	Matemáticas	4	4	3
	Música	3	3	
	Tecnología y Digitalización		3	3

Anexo nº 7: Situación de aprendizaje

A través de actividades prácticas y de investigación, como esta Situación de Aprendizaje, los estudiantes comprenderán la importancia de la depuración del agua residual y cómo llevarla a cabo. Conocerán los métodos de depuración de agua en una depuradora, centrándose en las propiedades del agua y los métodos de separación.

El objetivo es que los estudiantes puedan responder a las siguientes preguntas: ¿por qué, para qué y cómo se depura el agua residual? La búsqueda de las respuestas permitirá a los estudiantes investigar, recopilar información y aplicar el pensamiento crítico para llegar a conclusiones significativas que ayuden a mejorar nuestro medio natural con nuestras acciones.

Datos generales

Asignatura: Física y Química

Curso: 3º de la ESO

Evaluación: 3ª

Duración: 12 sesiones de 55 minutos

Objetivos

- Conocer las propiedades físicas y químicas del agua y su importancia en la vida cotidiana.
- Visitar una EDAR y conocer los procesos que en ella se realizan.
- Identificar los métodos de depuración de aguas residuales.
- Aplicar y trasladar al aula métodos de separación para depurar el agua de forma práctica en la fase inicial.
- Buscar la conexión con otras materias: matemáticas, biología, ...

Requisitos

Los estudiantes deben tener conocimientos básicos de química y física, así como comprensión de los conceptos de soluciones y mezclas.

Fundamentos teóricos que vamos a utilizar:

1) Fundamentos físicos:

- Retención de partículas:

La arena, especialmente si está compuesta por granos de diferentes tamaños, crea una barrera física que retiene partículas sólidas y sedimentos en suspensión. A medida que el agua fluye a través de la arena, las partículas se atrapan en los espacios entre los granos.

- Difusión y adsorción:

Además de la retención física, las partículas pueden adherirse a la superficie de los granos de arena debido a fuerzas de atracción molecular, un proceso conocido como adsorción.

2) Fundamentos químicos:

- Adsorción de contaminantes:

En algunos filtros caseros, se utiliza carbón activado, un material con una gran superficie y porosidad, para absorber contaminantes químicos, como cloro, compuestos orgánicos y sabores desagradables.

- Reacciones químicas:

En algunos casos, se pueden utilizar sustancias químicas para reacciones específicas, como la desinfección con cloro o la neutralización de metales pesados (esto no lo aplicaremos en nuestra Práctica).

En resumen, un filtro casero de arena es un proceso de depuración del agua que se basa en la retención física de partículas y, en algunos casos, en la adsorción de contaminantes químicos. Este proceso imita el proceso natural de filtración que ocurre en la naturaleza, donde el agua se filtra a través del suelo.

3) Concepto de mezcla

En química una mezcla es una combinación de dos o más componentes unidos, pero no combinados químicamente. En una mezcla no ocurre una reacción química y cada uno de sus componentes mantiene su identidad y propiedades químicas. Esto significa que no se produce entre ellos ninguna reacción química, es decir, que cada componente mantiene su identidad y sus propiedades químicas, incluso en el caso en que no podamos distinguir un componente del otro.

Las mezclas son formas mixtas de la materia sumamente frecuentes en la vida cotidiana, y muchos de los materiales que usamos son el resultado de un procedimiento de mezclado o mixtura.

Hay dos tipos de mezclas:

- 1) Mezclas homogéneas: los componentes no se distinguen a simple vista y parecen completamente uniformes
- 2) Mezclas heterogéneas: tienen componentes que se distinguen a simple vista, sin embargo, al no producirse cambios químicos permanentes, es posible emplear mecanismos físicos de separación para extraer cada uno de los componentes de una mezcla. Dichos mecanismos físicos suelen ser térmicos (cuando involucran calor) o mecánicos (cuando involucran el desplazamiento o el movimiento).

Desarrollo de la Situación de Aprendizaje

Una estación depuradora de aguas residuales (EDAR) tiene el objetivo de conseguir un agua de mejor calidad a partir de aguas sucias como las que producimos en nuestro día a día y mediante diferentes procedimientos. El experimento que hemos realizado es similar a alguno de los tratamientos aplicados a las aguas para depurarlas y así poder devolverlas al medio (cauces, mares, océanos) con unas calidades adecuadas o bien utilizarlas para riego, llenado de fuentes, limpieza de calles, etcétera. La mezcla que obtenemos de agua con restos será el agua que depuraremos. Es así como

puede llegar un agua residual a una depuradora en la vida real. Al pasarla por el colador, separamos los restos de mayor tamaño. Al dejar reposar la mezcla en el vaso, realizamos una decantación para eliminar las partículas menores de un determinado tamaño. Al hacer pasar de nuevo la mezcla por el sistema que hemos creado en la botella, estamos realizando una nueva filtración, pero más fina que la primera, lo que nos ha permitido obtener un agua más clara y limpia. Con esta combinación de separación de mezclas y decantación hemos simulado el proceso inicial que se realiza en una planta depuradora. Sin embargo, el agua que hemos obtenido, aunque es más limpia que la que teníamos al principio, no lo está del todo. En las EDAR se realizan otros tratamientos para obtener un agua depurada de mayor calidad que puede ser reutilizada o devuelta al medio.

Materiales (ver Imagen nº 1):

- Algodón
- Arena de playa
- Un puñado de piedras medianas
- Un puñado de piedras pequeñas
- Un puñado de piedras muy pequeñas
- Un poco de carbón vegetal
- Agua residual doméstica conteniendo: agua de lavadora, café, aceite usado, jabón de fregar
- Bolsa de tela ecológica o filtro de café
- 2 Botellas de 1,5 l. vacías
- Bote de cristal con tapa
- Tijeras
- Cúter



Imagen nº 1: Materiales utilizados en la realización de la Práctica

Procedimiento (ver Imágenes nº 2, nº 3, nº 4 y nº 5):

- 1) Cortar la parte inferior de una de las botellas con el cúter y/o tijera
- 2) Marcar con la base de la botella tres círculos en la bolsa de tela ecológica, y recortar, o utilizar filtro para café
- 3) Introducir el algodón en la botella cortada, y presionarlo en el cuello
- 4) Sobre el algodón, poner la arena, unos 7-10 cm.
- 5) A continuación, poner capas de piedras de 7-10 cm., de menor a mayor grosor, y el carbón vegetal
- 6) Finalmente, poner sobre las piedras medianas la tela ecológica cortada
- 7) Cortar la parte superior de la otra botella, que nos servirá como depósito del agua filtrada
- 8) Quitamos en tapón de la primera botella, colocamos ésta sobre la segunda botella, y vertemos la mezcla preparada en el bote de cristal



Imagen nº 2: Mezcla preparada para ser filtrada



Imagen nº 3: Disposición de los materiales dentro del filtro

9) Es posible que tengamos que filtra nuestra agua residual 2 o 3 veces, la longitud de nuestro filtro es pequeña

10) Comparar el estado del agua antes y después del filtrado



Imágenes nº 4 y 5: 1ª y 2ª filtración

Consideraciones finales

El filtro de agua se basa en la filtración de agua no tratada a través de una cama porosa de arena, gravas y demás materiales por acción de la gravedad.

Está adaptado para la filtración de aguas grises en el hogar. Las aguas grises son todas las aguas residuales que se generan en una vivienda, excepto las del inodoro.

Los principales residuos que contienen las aguas grises son: sólidos en suspensión, disueltos y flotantes, como: jabón, café, aceite, restos orgánicos, ...

El filtro utiliza diversos materiales de origen natural para poder retener la mayor cantidad de residuos contenidos en el agua, eliminando micro contaminantes y reduciendo así su turbidez.

Es importante saber que esta agua no es potable, pero podemos utilizarla para regar nuestras plantas.

Anexo nº 8: Glosario

Competencias clave: Desempeños que se consideran imprescindibles para que el alumnado pueda progresar con garantías de éxito en su itinerario formativo, y afrontar los principales retos y desafíos globales y locales. Son la adaptación al sistema educativo español de las competencias clave establecidas en la Recomendación del Consejo de la Unión Europea de 22 de mayo de 2018 relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente.

Competencias específicas: Desempeños que el alumnado debe poder desplegar en actividades o en situaciones cuyo abordaje requiere de los saberes básicos de cada área. Las competencias específicas constituyen un elemento de conexión entre, por una parte, las competencias clave, y por otra, los saberes básicos de las áreas y los criterios de evaluación.

Criterios de evaluación: Referentes que indican los niveles de desempeño esperados en el alumnado en las situaciones o actividades a las que se refieren las competencias específicas de cada área en un momento determinado de su proceso de aprendizaje.

Ecosostenible: estilo de vida respetuoso con el medio ambiente que permita mantener un buen estado de salud a lo largo del tiempo

Objetivos: Logros que se espera que el alumnado haya alcanzado al finalizar la etapa y cuya consecución está vinculada a la adquisición de las competencias clave.

Saberes básicos: Conocimientos, destrezas y actitudes que constituyen los contenidos propios de un área y cuyo aprendizaje es necesario para la adquisición de las competencias específicas.

Situaciones de aprendizaje: Situaciones y actividades que implican el despliegue por parte del alumnado de actuaciones asociadas a competencias clave y competencias específicas, y que contribuyen a la adquisición y desarrollo de las mismas.