

Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Máster Universitario en Formación del Profesorado de
Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación
Profesional y Enseñanzas de Idiomas

**Propuesta de intervención basada en la
enseñanza de la Física y Química a través
del arte de la cerámica**

Trabajo fin de estudio presentado por:	Teresa Pérez Rodríguez
Tipo de trabajo:	Propuesta de intervención
Especialidad:	Física y Química
Director/a:	Alejandra Delgado Pérez
Fecha:	20/05/2022

Resumen

El presente trabajo fin de estudios aborda el desarrollo una propuesta de intervención para la enseñanza en contexto e interdisciplinar de la física y química a través del arte de la cerámica para un curso de 3º de Enseñanza Secundaria Obligatoria.

El objetivo principal que se desea conseguir es afrontar la problemática asociada a la enseñanza de las ciencias relativa a la falta de motivación e interés del alumnado, así como, el casi inexistente vínculo existente entre la enseñanza de las ciencias y la relación con la cultura.

El constructivismo será la base metodológica fundamental para la consecución de un aprendizaje real y activo por parte del alumnado, haciendo uso de un enfoque CTSA como respuesta a la necesidad de contextualizar la ciencia con aspectos relacionados con la vida cotidiana de los alumnos.

La propuesta de intervención hace uso del arte de la cerámica como elemento central para contextualizar los contenidos físicos y químicos y como elemento de enseñanza interdisciplinar que permita conseguir un desarrollo competencial completo del alumnado. Para ello, se diseñan una serie de actividades de naturaleza variada que tratarán de contribuir al incremento de motivación y participación del alumnado, así como a conseguir una alfabetización científica y artística.

Palabras clave: Contextualización socioambiental, CTSA, Arte, Cerámica, Enseñanza interdisciplinar.

Abstract

This Master's thesis presents an intervention proposal for the contextualized and interdisciplinary teaching of physics and chemistry through the art of ceramics for a 3rd year of Compulsory Secondary Education.

The main objective to be achieved is to address the problems associated with the teaching of science related to the lack of motivation and interest of the students, as well as the almost non-existent link between the teaching of science and the relationship with culture.

Constructivism will be the fundamental methodological basis to achieve a real and active learning by the student, making use of a CTSA approach in response to the need to contextualize science with aspects related to the daily life of students.

The intervention proposal uses the art of ceramics as the central element to contextualize the physical and chemical contents and as an element of interdisciplinary teaching that allows a complete development of students' skills. For this, a series of activities of a varied nature are designed with the aim to contribute to the increase of motivation and participation of the students, as well as to achieve a scientific and artistic literacy.

Keywords: Socio-environmental contextualization, CTSA, Arts, Ceramics, Interdisciplinary teaching.

Índice de contenidos

1. Introducción	8
1.1. Justificación.....	8
1.2. Planteamiento del problema	9
1.3. Objetivos	10
1.3.1. Objetivo general	10
1.3.2. Objetivos específicos	11
2. Marco teórico.....	12
2.1. Valoración de la física y química por parte de los adolescentes	12
2.1.1. Causas principales de desmotivación.....	12
2.1.2. Propuestas para mejorar el interés por las asignaturas de ciencias.....	13
2.2. Enfoques y metodologías actuales para la enseñanza de la física y química.....	14
2.3. Enseñanza de la física y química en contexto.....	16
2.3.1. La contextualización socioambiental para enseñanza de la física y química	16
2.3.2. El arte como elemento de contexto para la enseñanza de la física y química ..	18
2.4. Ventajas del empleo del arte como recurso didáctico	20
2.5. La cerámica como vector relevante de conocimiento.	21
3. Propuesta de intervención	23
3.1. Presentación de la propuesta	23
3.2. Contextualización de la propuesta	23
3.3. Intervención en el aula	24
3.3.1. Objetivos.....	24
3.3.2. Competencias	26
3.3.3. Contenidos.....	28
3.3.4. Metodología	30

3.3.5. Cronograma y secuenciación de actividades	31
3.3.6. Recursos.....	49
3.3.7. Evaluación.....	50
3.4. Evaluación de la propuesta.....	54
4. Conclusiones.....	57
5. Limitaciones y prospectiva	59
Referencias bibliográficas.....	61
Anexo A: Cuestionario inicial.....	67
Anexo B: Guion de prácticas 1.....	69
Anexo C: Guion de prácticas 2.....	71
Anexo D: Guion de prácticas 3	73
Anexo E: Guion de la visita	74
Anexo F: Cuestionario de evaluación de la unidad didáctica	75
Anexo G: Fundamentos físicos y químicos de la cerámica.....	77
Anexo H: Rúbrica de evaluación 1 - Evaluación del portafolio personal.....	81
Anexo I: Rúbrica de evaluación 2 - Evaluación de la memoria de prácticas	82

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de Gantt de las actividades de la unidad didáctica.....	32
Figura 2. Simulador virtual de los estados de agregación.....	43
Figura 3. Variaciones producidas en el producto durante las distintas temperaturas de calentamiento.....	80

Índice de tablas

Tabla 1: Propuestas para que las clases de ciencias sean más interesantes.	13
Tabla 2: Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje	29
Tabla 3: Actividad 1 - Lluvia de ideas e introducción al arte de la cerámica.....	33
Tabla 4: Actividad 2 - Análisis de las materias primas empleadas en la elaboración de cerámica y clasificación en sustancias puras o mezclas.....	35
Tabla 5: Actividad 3 - Elaboración de una pieza de arte cerámico para el estudio de las propiedades generales y específicas de la materia.....	37
Tabla 6: Actividad 4 - Análisis de las propiedades específicas de la materia a través de los esmaltes cerámicos y preparación de una disolución.....	40
Tabla 7: Actividad 5 - Estudio de los estados de la materia y sus cambios mediante un simulador virtual y a través de la experimentación.	42
Tabla 8: Actividad 6 - Separación de mezclas de productos empleados en la producción de la cerámica.	44
Tabla 9: Actividad 7 - Visita a la fábrica de porcelana de Sargadelos.	46
Tabla 10: Actividad 8 - Aplicaciones de los productos cerámicos y su importancia para la sociedad.....	48
Tabla 11. Actividad 9 - Cuestionario de valoración de la unidad didáctica.....	49
Tabla 12. Escala de valoración 1.....	51
Tabla 13. Escala de valoración 2.....	51
Tabla 14. Escala de valoración 3.....	52
Tabla 15. Escala de valoración 4.....	52
Tabla 16. Lista de cotejo.....	53
Tabla 17. Criterios de evaluación y calificación.....	54
Tabla 18. Matriz DAFO.....	55
Tabla 19. Escala de valoración para el docente	56

1. Introducción

La enseñanza de las ciencias es un aspecto clave en el desarrollo de individuos que puedan desenvolverse de manera efectiva en la sociedad actual. Sin embargo, y pese a su importancia, las asignaturas de ciencias como la física y la química son generalmente las que menor interés y mayores dificultades generan a los estudiantes (Coca, 2015).

Además de esto, uno de los objetivos de la educación debería ser conseguir que el alumnado sea competente en todos los aspectos culturales de nuestra época. No obstante, históricamente las ciencias no han contribuido de manera sustancial a dicho objetivo en los aspectos artísticos y culturales, existiendo una separación entre ciencia y cultura (Sánchez, 2009).

El Trabajo Fin de Estudios aquí planteado presenta una propuesta de intervención para el curso de 3º de Enseñanza Secundaria Obligatoria estableciendo una conexión entre la física y la química y el arte, en particular de la cerámica. Para ello, se pretende llevar a cabo un tipo de aprendizaje constructivista donde el estudiante no sea un mero espectador en el proceso enseñanza-aprendizaje, si no creador de éste. Se plantea conseguir un aprendizaje significativo e interdisciplinar mediante un enfoque de enseñanza CTSA, donde se favorezca la alfabetización científica y artística.

1.1. Justificación

Varios estudios indican cómo las asignaturas de ciencias son las menos preferidas por los alumnos, por su carácter abstracto y la dificultad en la comprensión (Coca, 2015). Además, desde finales del siglo XXI existe una disminución de vocaciones científicas en estudiantes de educación secundaria, huyendo de los estudios de ciencias y en concreto de la física y la química (Sanjuán, 2020). Sin embargo, se observa cómo la visión del alumnado sobre las ciencias es positiva durante la enseñanza primaria y los dos primeros cursos de enseñanza secundaria obligatoria (Robles, Solbes, Cantó y Lozano, 2015).

Una de las causas principales del bajo interés del alumnado en el segundo ciclo de enseñanza secundaria es el empleo de una metodología de enseñanza tradicional, por no mostrar una conexión de la ciencia con sus contextos cotidianos (García, García, Martínez y Almela, 2018).

Teniendo esto en cuenta, será clave la labor docente durante la enseñanza secundaria, y en especial a partir del tercer curso, para no solo conseguir mantener el interés del alumnado sino incrementar más su motivación y lograr un vínculo que vaya más allá del aula.

La física y la química están presentes en la vida cotidiana, en la realidad de los estudiantes, aunque muchas veces no sean conscientes de ello. Es necesario por tanto darles herramientas que les permitan descubrir la gran presencia de esta materia en aspectos de la vida y la cultura y así lograr conseguir un mayor interés y un aprendizaje significativo.

Suscribiendo las palabras de Pedro Etxenike (2020), la ciencia es “la obra cultural colectiva más importante de la humanidad” (p. 15). La relación entre la ciencia y la cultura es un hecho que desgraciadamente parece ser muchas veces obviado. Este hecho se ve reflejado en las propuestas didácticas de las editoriales de libros de texto, donde la mayoría de las veces al relacionar los contenidos del currículo de física y química con las competencias que se deben desarrollar omiten o incluso citan textualmente “todas las competencias citadas anteriormente, excepto la cultural y artística” (Sánchez, 2009).

Con la propuesta de intervención aquí descrita, se pretende ofrecer una nueva mirada interdisciplinar, siendo el arte un recurso clave. Así pues, se presenta la física y la química en contexto, relacionándola con un aspecto cultural, de la vida cotidiana como es el arte de la cerámica. La intención última es que los estudiantes se comprometan con su propio proceso de aprendizaje, incrementando su curiosidad por la ciencia y desarrollando además de las principales competencias clave, otras más olvidadas como son la conciencia y expresiones culturales.

1.2. Planteamiento del problema

Vivimos en una sociedad globalizada, donde cada vez son mayores los avances tecnológicos y digitales. Sin embargo, esto contrasta directamente con la limitada y aparentemente ineficiente alfabetización científica que se consigue dentro del aula, junto con la tendencia creciente en la reducción de vocaciones científicas por parte de los adolescentes.

Los alumnos tienen una visión de las asignaturas de ciencias como difíciles y sumamente teóricas, siendo la física y la química considerada la más compleja además de abstracta y aburrida (Solbes, 2011).

Además, según los estudios, el deterioro en la visión de las ciencias corresponde evolutivamente con el inicio de la adolescencia, cuando la curiosidad comienza a transformarse en desinterés, aburrimiento y situaciones de fracaso escolar (Murphy y Beggs, 2003). Se puede decir, por tanto, que existe una limitada valoración y conciencia de la relevancia de esta materia en la sociedad actual.

Sumado a esto, el desinterés y la desconexión han dado lugar a unos bajos resultados académicos en ciencias. Según el último informe PISA 2018, los estudiantes de secundaria españoles tienen un rendimiento inferior al promedio de los países que componen la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) y al total de la Unión Europea (MEFP, 2019).

La segunda problemática que se pretende abordar en el presente TFE es el casi inexistente vínculo entre la enseñanza de las ciencias y la relación con la cultura. Parafraseando a Sánchez (2009) “Conseguir que el alumnado sea competente en todos los aspectos culturales de nuestra época es un objetivo muy loable. Lamentablemente, parece que las ciencias no puedan contribuir a dicho objetivo en los aspectos artísticos y culturales, ahondando de nuevo en la separación entre ciencia y cultura” (p. 465).

En el ámbito de la educación de las ciencias, las contribuciones sobre las relaciones entre el arte y la ciencia son escasas y muy recientes (Cachapuz, 2007). Además, en las asignaturas científicas se tiende a emplear una enseñanza basada en contenidos teóricos y en algunos casos experiencias prácticas, en las que generalmente se omite la parte creativa a la hora de diseñar propuestas de aprendizaje que permitan a los estudiantes interiorizar la ciencia desde una base más socio-cultural (Murillo, Serón y Revilla, 2020).

La enseñanza interdisciplinar a través del arte, puede ser por tanto una herramienta que además de fomentar la alfabetización científica y artística sirva como instrumento motivacional y para conseguir un aprendizaje significativo.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

El objetivo del presente Trabajo Fin de Estudios es diseñar una propuesta de intervención basada en el arte de la cerámica para la enseñanza en contexto e interdisciplinar de física y

química para el curso de 3º de Enseñanza Secundaria Obligatoria a lo largo de una unidad didáctica.

1.3.2. Objetivos específicos

Para alcanzar el objetivo general, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Analizar cuáles son los factores que influyen en la motivación del alumnado hacia las ciencias en la Enseñanza Secundaria Obligatoria.
- Analizar los distintos tipos de estrategias didácticas y metodologías actuales empleadas en la enseñanza de la física y química para la Enseñanza Secundaria Obligatoria.
- Indagar en la literatura científica sobre cómo fomentar el aprendizaje significativo mediante la contextualización socioambiental de la física y química.
- Conocer y profundizar en la relación entre el arte y la física y química
- Revisar experiencias didácticas similares sobre el aprendizaje interdisciplinar mediante el arte.
- Diseñar actividades específicas estableciendo el vínculo entre la física y química y el arte de la cerámica.

2. Marco teórico

En este apartado se presenta la base teórica sobre la que se sustenta la propuesta de intervención del TFE. Se comienza con una breve descripción acerca de la visión de los adolescentes sobre la asignatura de física y química y algunas propuestas para que la asignatura sea más interesante. Asimismo, se hace una revisión de los tipos de enfoque de enseñanza actuales basados en el constructivismo, prestando especial atención al enfoque CTSA y el uso del arte como elemento de contexto. Se describen las ventajas del empleo arte como recurso didáctico en la enseñanza de la física y la química y finalmente se da una visión sobre la relevancia de la cerámica como vector para el conocimiento.

2.1. Valoración de la física y química por parte de los adolescentes

2.1.1. Causas principales de desmotivación

La falta de interés de los adolescentes por la ciencia está relacionado con diversos aspectos, algunos de ellos ya mencionados con anterioridad, sin embargo en el estudio “El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza” (Solbes, 2007) se destaca la desvalorización social debida a las ideas preconcebidas que tienen los alumnos, las repercusiones perjudiciales que tiene la ciencia sobre el medio ambiente y la sociedad, el carácter sexista, siendo apenas visible el papel de la mujer en la ciencia, el empleo de un tipo de enseñanza tradicional de carácter memorístico y el estatus de las ciencias en el sistema educativo. En este estudio, se indica cómo los alumnos destacan además los siguientes problemas sobre la asignatura español:

- Ausencia de prácticas de laboratorio.
- Formalismo: existencia de demasiados ejercicios y teoría.
- El profesor: impartición de clases con mucha carga teórica y un uso de un lenguaje poco asequible.
- Dificultad: asociada a los contenidos, debido principalmente a su carácter abstracto.
- Desconexión con la realidad: los alumnos no ven una relación entre la ciencia y aspectos que estén relacionados con su vida cotidiana.
- Género: casi inexistencia de la visibilidad de la mujer y su papel activo en la ciencia.
- Imagen pública negativa: se considera que la ciencia permite conseguir avances, pero también existen riesgos asociados y es vista como perjudicial.

- Falta de salidas profesionales.

Sin embargo, factores extrínsecos como son la motivación del profesorado, es decir, el poder transmitir la pasión por la asignatura y el empleo de metodologías innovadoras, son dos de los aspectos considerados como más significativos e influyentes para conseguir atraer el interés del alumnado y por tanto aumentar su motivación (Muñoz et al, 2019).

2.1.2. Propuestas para mejorar el interés por las asignaturas de ciencias

El proceso de enseñanza tiene un sinfín de posibilidades, cada profesor puede diseñar a medida el enfoque de enseñanza, la metodología a emplear y las actividades a desarrollar con sus alumnos. Saber qué tipo de propuestas son las que generan interés en los estudiantes es una llave para conseguir aumentar su motivación.

Son numerosos los estudios que tratan de identificar los aspectos que atraen más al alumnado en el estudio de las asignaturas de ciencias. Así, por ejemplo, en el estudio realizado por Robles, Solbes, Cantó y Lozano (2015) se muestran algunas de las propuestas elegidas por los alumnos como las más interesantes para realizar en las asignaturas de ciencias. En la siguiente tabla se presentan algunas de ellas:

Tabla 1: **Propuestas para que las clases de ciencias sean más interesantes.**

Propuestas	Recuento	%
Más salidas, excursiones	124	16,89
Trabajos en grupo	87	11,85
Más juegos	74	10,08
Prácticas de laboratorio	68	9,26
Más experimentos	58	7,90
Más proyectos, trabajos de taller	38	5,18
Más vídeos	34	4,63
Clases más divertidas	25	3,41
Uso de ordenadores	22	3,00
Uso de pizarra digital	18	2,45
Menos ejercicios y deberes	16	2,18
Menos teoría	14	1,91
Clases más interesantes	11	1,50
Dar clases al aire libre	11	1,50
Clases más participativas	10	1,36
Utilización de música para aprender	10	1,36
Menos exámenes	10	1,36
Otros (<9)	105	14,29
Total de propuestas	735	100

Fuente: Robles, Solbes, Cantó y Lozano, 2015.

Un denominador común de las propuestas más valoradas es que los alumnos tienen un papel activo y participativo. Esto difiere sustancialmente con el tipo de enseñanza tradicional, memorístico, donde los alumnos tienen un rol pasivo en el aula, lo cual puede estar directamente relacionado con su desinterés por los contenidos de la asignatura.

Asimismo, se puede considerar que muchas de las propuestas mencionadas, podrían clasificarse dentro del concepto de ciencia recreativa, es decir el empleo de experiencias divertidas y agradables mediante la recreación de actividades científicas que incluyan el uso de materiales cotidianos, combinando de forma adecuada aspectos lúdicos con aspectos formales. La ciencia recreativa es una herramienta que bien empleada, permite captar la atención, estimular el interés del alumnado y hacer que tengan una actitud más positiva por la ciencia (García, 2011).

El TFE aquí propuesto se ha diseñado teniendo en cuenta tanto la problemática general relacionada con las ciencias como el tipo de actividades mejor valoradas y que además permiten conseguir un aprendizaje significativo.

2.2. Enfoques y metodologías actuales para la enseñanza de la física y química

En la enseñanza de las ciencias se han llevado a cabo transformaciones significativas durante los últimos años. Las estrategias y metodologías actuales se basan principalmente en un modelo de enseñanza constructivista, modelo pedagógico sobre el cual se fundamentan las teorías de Piaget, Vygotsky, Bruner y Ausubel entre otros. De acuerdo con el constructivismo, el alumno es el responsable del proceso de enseñanza-aprendizaje, debe ser el constructor de su propio conocimiento en base a sus ideas previas y mantener un papel activo. Los contenidos científicos deben ser presentados en base a las experiencias previas e intereses de los alumnos para fomentar un aprendizaje significativo. Además, las interacciones sociales son esenciales para que se pueda llevar a cabo dicho proceso de aprendizaje (Cobacho, Fernández-Ramos y Ballesta Claver, 2016).

En el último tercio del siglo XX, comenzaron a desarrollarse tendencias renovadoras que supusieron una alternativa al estilo de enseñanza expositivo tradicional. Entre dichos enfoques, se encuentran la enseñanza mediante cambio conceptual, la enseñanza por descubrimiento autónomo y la enseñanza mediante investigación dirigida en torno a problemas (Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016). Hacia los años 80, aparece el enfoque de Ciencia

Tecnología y Sociedad (CTS) como respuesta a la necesidad de contextualizar la ciencia con aspectos de la vida cotidiana, tecnocientíficos o sociales (Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016 y Meroni, Copello y Paredes, 2015). La perspectiva CTS, es considerada por algunos autores no como un enfoque en sí mismo sino como una filosofía sobre la cual se puede entender la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y, por tanto, aplicable a distintas metodologías de enseñanza (Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016).

A continuación, se presenta con más detalle las características principales de cada enfoque de enseñanza previamente mencionado (Colorado, 2016 y Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016):

- Enseñanza mediante cambio conceptual: se fundamenta en el proceso de cambio de las ideas previas que tienen inicialmente los alumnos. Para que se produzca el cambio de concepto es condición necesaria que los alumnos estén insatisfechos con el conocimiento previo y la posterior aparición de nuevas ideas que ofrezcan mayor grado de éxito y utilidad respecto a las concepciones iniciales.
- Enseñanza por descubrimiento: este enfoque de enseñanza es el único de los mencionados que no se basa en un modelo constructivista sino de descubrimiento. Los alumnos tienen un papel activo, llevan a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje empleando el método científico, realizando experiencias que les permiten investigar y generar el nuevo conocimiento. Se presta más relevancia las tareas relacionadas con la investigación científica que a los propios conceptos teóricos y el papel del docente queda relegado a un segundo plano.
- Enseñanza mediante investigación dirigida en torno a problemas: busca generar un cambio conceptual, actitudinal y metodológico en los estudiantes. Se toma como referencia el método científico, entendido desde la necesidad de un problema inicial, existencia de un conocimiento teórico previo, el papel de las hipótesis y los procesos de diseño de la investigación.
- Enfoques de contextualización CTS: se presenta el aprendizaje de las ciencias en contexto, en la relación con la vida cotidiana, la implicación socioambiental y la formación de los ciudadanos. Existen varios planteamientos dentro de este enfoque, pero en muchos casos se emplea como una forma de contextualizar los problemas a investigar por el alumnado.

Cabe destacar que estos métodos de enseñanza no son únicos y fijos, sino que es frecuente encontrar estrategias mixtas, con matices y particularidades.

Como hemos visto, la enseñanza de las ciencias, y en particular de la física y la química ha ido evolucionando desde un enfoque tradicional a un enfoque más innovador para cubrir las demandas actuales de la sociedad, otorgando a los estudiantes un papel protagonista.

Actualmente, existe además una tendencia creciente al empleo de metodologías activas de enseñanza que, unidas al modelo constructivista, promueven una mayor implicación y compromiso por parte de los alumnos con su propio aprendizaje, mientras que el docente actúa de mediador y guía (Oliver-Hoyo, Alconchel y Pinto, 2012 y Santos, 2019). Este tipo de metodologías activas como son por ejemplo el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje basado en proyectos o el trabajo de laboratorio permiten que el alumno pueda desarrollar ciertas competencias indispensables a para su futuro profesional. Además, los alumnos asimilan y retienen en mayor medida los conceptos, inicialmente pudiendo ser considerados como abstractos, consiguiendo mejores resultados de motivación y participación (Santos 2019).

Como conclusión y de acuerdo con lo indicado por Colorado (2016), para un uso efectivo de las estrategias y metodologías didácticas innovadoras en física y química, los docentes deben diseñar actividades teniendo en cuenta el contexto y las características de los alumnos, con las cuales se construirá el aprendizaje en el aula, los objetivos, contenidos y competencias que se quieran desarrollar en cada tema.

2.3. Enseñanza de la física y química en contexto

2.3.1. La contextualización socioambiental para enseñanza de la física y química

Se ha mencionado en el apartado anterior los fundamentos del enfoque CTS o CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente) cuya orientación principal es la introducción y el desarrollo de los conceptos científicos partiendo del contexto.

La enseñanza contextualizada es una metodología que se focaliza en la naturaleza social del conocimiento, es decir, se aprende en interacción con otros, a través de prácticas sociales, en situaciones reales y auténticas, mediante actividades que se realizan en un determinado contexto y cultura que le dan significado (Meroni, Copello y Paredes, 2015). La finalidad es conseguir un proceso real de alfabetización científica, formar a los alumnos para que sean futuros ciudadanos capaces de tomar decisiones fundamentadas en conceptos científicos y

tecnológicos, promoviendo una comprensión de las ciencias como una construcción humana (Díaz, 2018).

La contextualización de las ciencias se puede clasificar de acuerdo a tres dimensiones (Vázquez, 2004):

- Contextualización histórica: relaciona los acontecimientos científicos con el momento histórico en el cual tuvieron lugar. Se pretende mostrar el trabajo de los científicos en interacción con la época que les tocó vivir y todo el contexto asociado.
- Contextualización metodológica: se centra en explicar cómo se ha llegado a las teorías, conceptos o leyes científicas sin limitarse únicamente al hecho de aprenderlas o memorizarlas. Normalmente, estos conocimientos surgen como resultado de un largo trabajo de resolver problemas, hacer investigaciones, etc. siendo de gran beneficio para el alumnado conocer la metodología empleada por los científicos.
- Contextualización socioambiental: tiene como objetivo mostrar la utilidad o aplicabilidad de la ciencia en el día a día, en nuestro entorno, en la forma de ver el mundo y de interaccionar con él. De esta manera, se pretende cambiar la idea preconcebida de la ciencia como algo abstracto, teórico y sin relación con la realidad.

Este último tipo de contextualización es la que se considera más relevante hoy en día para afrontar la problemática de desconexión entre la ciencia y la realidad de los estudiantes (García, García, Martínez y Almela, 2018).

Otro aspecto a tener en cuenta es que fuera del ámbito de la ciencia, casi nadie es consciente de las aportaciones de ésta al patrimonio cultural y al pensamiento humano (Vázquez, 2004). Es frecuente, además, que los alumnos al no relacionar los contenidos de física y química abordados en clase con su entorno tengan una falta de interés por la materia. Con la contextualización socioambiental, se trata de abordar ambas problemáticas, dando respuesta a las necesidades e intereses de los alumnos y aumentando así su motivación (Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016).

Para poder contextualizar en la práctica actividades, Meroni, Copello y Paredes (2015) sugieren una serie de propuestas para llevar a cabo en el aula como son:

- Introducción de materiales de uso cotidiano en las aulas y las prácticas de laboratorio.
- Uso de situaciones de la vida cotidiana para la construcción de conceptos.

- Proyectos de iniciación a la investigación.
- Actividades CTS.
- Encuentros con científicos.
- Visitas didácticas a establecimientos dedicados a actividades de física y química (instalaciones industriales y de investigación).

Para que las propuestas didácticas basadas en la contextualización socioambiental sean efectivas, deben servir como elemento para que los alumnos puedan construir un enlace a partir de situaciones o productos cotidianos, se deben tener en cuenta sus dificultades conceptuales e ideas previas, así como identificar sus intereses y motivaciones (Sanjuán, 2020).

En el presente TFE se propone emplear el arte de la cerámica como elemento de contexto para la enseñanza de la física química. Se diseñarán actividades basadas en la contextualización socioambiental, cuyo punto de enlace sea la producción de arte cerámico. El profesor actuará como guía en todo momento y los alumnos serán los encargados de construir su propio conocimiento.

2.3.2. El arte como elemento de contexto para la enseñanza de la física y química

El arte, ha sido históricamente concebido como un “saber hacer”, un conocimiento práctico cuyo resultado es un producto final. Dicho conocimiento práctico, puede responder tanto a necesidades humanas expresivas como vitales o funcionales (Rogliano y Moviglia, 2010).

En toda obra de arte (pintura, cerámica, escultura, fotografía, etc.) subyacen fundamentos físicos y químicos. Además, la ciencia y el arte son parte de la cultura humana y por tanto no deberían ocupar lugares separados (Parente y González, 2012). Por todo ello, el arte supone un buen elemento de contextualización, que fomenta tanto la alfabetización científica como artística.

El ofrecer una conexión entre ambas disciplinas mediante metodologías que fomenten un aprendizaje interdisciplinar y significativo es un factor motivador que también facilita la comprensión y el cambio conceptual de los alumnos, presentando una realidad más rica (Murillo, Serón y Revilla, 2020).

Mediante el recurso artístico se pretende dar relevancia al aspecto cultural presente en la física y química, como rama de la ciencia.

Pese a que parece no existir todavía mucha consciencia sobre la relevancia de ofrecer alternativas interdisciplinares para la enseñanza de la física y la química, algunos autores han llevado a cabo propuestas didácticas para trabajar la materia con distintas ramas del arte. A continuación se presentan algunos ejemplos de gran interés:

- Pintura: Villafañe (2017) en “La química y el arte de la pintura” se centra en el color como fenómeno físico de un pigmento y trabaja contenidos como las reacciones químicas presentes en el proceso de elaboración de los colores, la formulación química, la nomenclatura IUPAC y las características físico-químicas de los pigmentos. Barragués (2018) emplea el arte pictórico como recurso didáctico, diseña varias metodologías en las que explica la luz y el color, mostrando ejemplos de fenómenos ópticos como la difracción y la dispersión a través de diferentes cuadros del artista Joaquín Sorolla.
- Fotografía: en su trabajo fin de máster, Geijo (2020) diseña una propuesta de intervención empleando la fotografía como elemento de contextualización. Explica el concepto de sustancias fotosensibles naturales, las reacciones ácido-base presentes en el proceso de revelado, así como otras sustancias orgánicas empleadas en la fotografía.
- Escultura y arquitectura: Parente y González (2012) describen cómo se pueden explicar conceptos físicos como el peso, el efecto de las fuerzas, el equilibrio, la estática y el centro de gravedad a través del análisis del diseño de obras arquitectónicas y esculturas.
- Poesía: Barbosa, Lins y Terrazan (2004) abordan la relación existente entre la poesía y la física a través del mensaje del autor Fernando Pessoa. Mendoza (2004), diseña una experiencia didáctica con la intención de hacer una enseñanza de la química más emotiva y creativa, promoviendo un concurso de “Poesía Química”, utilizando el lenguaje de la química basado en conceptos reales de la materia.

En todas las propuestas didácticas mencionadas, se llevan a cabo actividades interdisciplinares para explicar diferentes conceptos físicos y químicos a través de las ramas artísticas, poniendo de manifiesto que el arte tiene un sustento inherente en la ciencia.

2.4. Ventajas del empleo del arte como recurso didáctico

Las posibilidades que ofrece una nueva mirada interdisciplinar como instrumento de enseñanza-aprendizaje son ilimitadas. El arte es un recurso clave, por las metodologías híbridas propias de su campo de conocimiento permitiendo que se interrelacionen distintas competencias (Murillo, Serón y Revilla, 2020).

La interdisciplinariedad permite contribuir al desarrollo de individuos que puedan desenvolverse de manera efectiva en la sociedad actual. Fomenta la cultura integral del alumno y la formación científica, desarrollando en ellos un pensamiento científico, humanista, crítico y creador permitiendo que puedan adaptarse a los cambios de contexto y a resolver problemas complejos reales desde la visión de distintas disciplinas (Álvarez, 2001 y You, 2017).

De acuerdo con Fiallo (2001), son numerosas las ventajas que ofrece la interdisciplinariedad en el proceso de enseñanza aprendizaje, entre las más destacables se encuentran las siguientes:

- Flexibiliza las fronteras entre las disciplinas y contribuye a debilitar los compartimentos en los conocimientos de los alumnos, mostrando la complejidad de los fenómenos de la naturaleza y la sociedad, tal como se presentan en la realidad.
- Incrementa la motivación de los estudiantes al poder aplicar conocimientos recibidos de diferentes ámbitos.
- Permite desarrollar las habilidades y valores al aplicarlos simultáneamente en las diferentes disciplinas que se imparten.
- Estimula la creatividad de profesores y alumnos al enfrentarse a nuevas vías para impartir y recibir los contenidos.
- Posibilita la valoración de nuevos problemas que un análisis de corte disciplinar no permitiría.

En cuanto al trabajo competencial, la incorporación del arte, como recurso didáctico para la enseñanza de la física y la química favorece cultivar no sólo las competencias relacionadas con el conocimiento científico si no también con el ámbito humanístico, desarrollando la creatividad y la conciencia y expresiones culturales (Sánchez, 2009). Esta competencia, supone el conocimiento de distintas ramas artísticas y de la herencia cultural, el desarrollo de habilidades para expresarse mediante distintos recursos creativos, así como para apreciar y disfrutar las distintas manifestaciones del arte y de la cultura.

La convergencia, por tanto, de una alfabetización científica y artística dentro del aula, favorecerá ampliar el ámbito de las competencias educativas trabajadas dentro de la asignatura de física y química, consiguiendo que los estudiantes adquieran un conocimiento cultural más amplio.

2.5. La cerámica como vector relevante de conocimiento

La cerámica ha desempeñado a lo largo de la historia un papel protagonista en el progreso de la humanidad ya que es el reflejo del desarrollo tecnológico de una época determinada, y por tanto ha estado presente en todas las civilizaciones (Bernal, 1991).

El barro ha sido empleado por el hombre desde la prehistoria, pero no es hasta el neolítico cuando se fundamenta el origen de la cerámica, transformando el material por la acción del fuego, adquiriendo una dureza y resistencia suficiente para ciertos usos. Las piezas cerámicas surgen como productos para cubrir necesidades funcionales como pequeñas herramientas, recipientes para almacenar semillas, para comer, beber, etc. Pese a su carácter utilitario, desde sus inicios se mantuvo un aspecto estético, siendo objeto de decoración y en algunos casos el único medio de expresión artística que se conserva en el presente (Leyún, 2017).

A lo largo de las distintas épocas el arte de la cerámica ha ido evolucionando y se ha ido incorporando a diferentes ámbitos de la vida, como elemento de culto religioso adquiriendo carácter simbólico o incluso como elemento de estatus social (vajillas, figuras de porcelana o jarrones, por ejemplo).

En la actualidad, la cerámica sigue teniendo la misma finalidad inicial, posibilitando el crear a medida productos útiles como ladrillos, tejas o vajillas para cubrir necesidades cotidianas además de tener una finalidad artística. Además, y gracias a los avances tecnológicos, en el ámbito industrial y técnico se emplea para la elaboración de productos con características singulares para la resolución de tareas específicas como prótesis dentales u óseas, filtros de agua, aisladores eléctricos, etc.

Queda de manifiesto, la existencia de una convergencia entre la finalidad utilitaria de la cerámica sobre la puramente estética o expresiva, hecho que hace que esta rama artística sea considerada por algunos como un arte aplicada.

Los materiales cerámicos ofrecen, por lo tanto, grandes oportunidades pedagógicas para formar a los alumnos en productos útiles y estéticos que han tenido y siguen teniendo un gran impacto en nuestra sociedad (Rogliano y Moviglia, 2010).

3. Propuesta de intervención

En este apartado se detalla la propuesta de intervención diseñada en el TFE, partiendo de la contextualización y finalizando con una evaluación y reflexión crítica sobre la misma. Se presentan los objetivos, las competencias y contenidos a trabajar, la secuenciación de actividades propuestas, la metodología, los recursos necesarios y la forma de evaluar y calificar.

3.1. Presentación de la propuesta

La propuesta de intervención plantea el desarrollo de una unidad didáctica para el curso de 3º de ESO haciendo uso de un enfoque CTSA para tratar de solventar la problemática de falta de motivación de los adolescentes por la física y química y la desconexión existente entre la enseñanza de las ciencias y la cultura. Concretamente, se trabajarán contenidos del Bloque 2. La materia, y de manera transversal contenidos del Bloque 1. El método científico, de acuerdo a lo recogido en el Decreto 43/2015, de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en el Principado de Asturias.

La propuesta se basa en el empleo del arte de la cerámica como elemento de contexto. Se pretende crear un vínculo entre la física y química y el arte, ofreciendo un tipo de aprendizaje interdisciplinar para fomentar una alfabetización no sólo científica sino también artística y por tanto se tratará de conseguir que los alumnos posean una formación competencial y cultural más enriquecida.

Mediante la contextualización socioambiental, se busca que los alumnos tengan un papel activo y sean los constructores de su proceso de aprendizaje, consiguiendo un aprendizaje más significativo al relacionar contenidos académicos con aspectos de su día a día.

3.2. Contextualización de la propuesta

La propuesta de intervención se plantea para ser llevada a cabo en un centro escolar situado en una ciudad del Principado de Asturias y, por tanto, se regirá por la legislación educativa vigente en esta comunidad autónoma. El gobierno del Principado, a partir del Real Decreto 1105/2014 de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de Educación Secundaria Obligatoria y de Bachillerato, completa su regulación con el Decreto 43/2015 de 10 de junio.

El Instituto de Enseñanza Obligatoria en el que se va a llevar a cabo la propuesta de intervención es un centro educativo público y laico situado en el municipio de Castrillón. Se imparten las etapas educativas de Enseñanza Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional. El centro dispone de dos aulas de informática, un aula de artes, tecnología y música, un laboratorio de biología, aula de física y química y de un gimnasio. Todas las aulas ordinarias disponen de una pizarra blanca, un proyector y un ordenador para el profesor. Además, cuenta con una biblioteca, cafetería y sala de enfermería.

El centro dispone de dos líneas por curso, tanto en ESO como en Bachillerato, siendo unos 270 estudiantes en total. Las familias están interesadas por la educación de sus hijos, se implican en el proceso y hay buena colaboración con los docentes. Los estudiantes disponen además de ordenador propio con acceso a internet y se hace uso de una plataforma virtual en vez de libro de texto.

La mayoría de los alumnos viven en la misma ciudad donde se localiza el centro o en pueblos cercanos y tienen un nivel socioeconómico medio. El grupo-clase objeto de la intervención está compuesto por 20 alumnos (12 niñas y 8 niños) donde existe una buena relación entre los compañeros. Los alumnos presentan un nivel similar, tienen una buena base de física y química adquirida en el curso anterior, pero afirman que no es su asignatura favorita, por considerarla aburrida y de poca aplicabilidad.

La unidad didáctica de esta propuesta de intervención pretende servir de guía para implementar un tipo de enseñanza significativo en el aula, donde los alumnos puedan sentirse motivados y así aprender de manera más eficiente los contenidos propuestos.

3.3. Intervención en el aula

3.3.1. Objetivos

La propuesta de intervención se ha diseñado de acuerdo con la legislación educativa vigente, y por tanto está alineada con los objetivos generales de etapa para el primer ciclo de Enseñanza Secundaria Obligatoria recogidos en el Decreto 43/2015 de 10 de junio del Principado de Asturias, desarrollándose en profundidad los siguientes:

1. Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.

2. Apreciar la creación artística y comprender el lenguaje de las distintas manifestaciones artísticas, utilizando diversos medios de expresión y representación.
3. Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.
4. Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación.
5. Conocer, valorar y respetar los aspectos básicos de la cultura y la historia propias y de otras personas, así como el patrimonio artístico y cultural.

Se han definido además una serie de objetivos específicos didácticos para el bloque de contenidos a trabajar en la unidad didáctica, teniendo en cuenta la metodología, competencias a desarrollar, así como los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de acuerdo con el Decreto 43/2015 de 10 de junio del Principado de Asturias y al Real Decreto 1105/2014 de 26 de diciembre:

- O1. Conocer las propiedades generales y específicas de la materia y relacionarlas con sus aplicaciones a través de productos cotidianos.
- O2. Calcular de manera correcta la masa, el volumen y densidad de sustancias.
- O3. Identificar y evaluar los parámetros que influyen en los cambios de estado de un cuerpo y cómo afectan a sus propiedades.
- O4. Reconocer los estados de la materia de productos cotidianos.
- O5. Identificar los puntos de ebullición y fusión de la materia en una gráfica de calentamiento analizando los cambios de estado que tienen lugar.
- O6. Comunicarse e interaccionar con los compañeros de manera respetuosa y reconocer el valor de las opiniones de los demás.
- O7. Reproducir oralmente información y opiniones frente a la clase de forma clara y ordenada.
- O8. Clasificar justificadamente productos cotidianos como sustancias puras o mezclas.

O9. Proponer de forma razonada el uso de métodos de separación en función de las características de una mezcla.

O10. Ejecutar el trabajo de laboratorio respetando las normas de seguridad y empleando de manera correcta el material.

O11. Familiarizarse con el proceso de elaboración de productos cerámicos.

O12. Hacer un uso adecuado y responsable de las herramientas TIC.

O13. Comprender la importancia de la cerámica y su valor tanto a nivel artístico como funcional para la sociedad y la cultura.

O14. Evaluar las actividades de la propuesta de intervención desde un punto de vista crítico y constructivo, proponiendo mejoras para otra futura implementación.

3.3.2. Competencias

Con el desarrollo de la unidad didáctica planteada se pretenden desarrollar todas las competencias clave definidas por la Orden ECD/54/2015, las cuales están también recogidas en el Decreto 43/2015, de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en el Principado de Asturias. Este decreto, hace además especial hincapié en la importancia de trabajar las competencias para conseguir que los alumnos sean capaces de transformar y humanizar su entorno, desarrollando su capacidad de pensamiento, análisis crítico y sensibilidad.

A continuación, se indican las competencias que se trabajarán y sus dimensiones:

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT): esta competencia será uno de los núcleos de la propuesta y se abordará mediante los conceptos físicos y químicos de la materia aplicados a aspectos cotidianos. Se trabajará en su dimensión cognitiva mediante el aprendizaje de los distintos contenidos relativos al Bloque 2. La materia, así como el conocimiento sobre el uso del material de laboratorio. Se trabajará en su dimensión instrumental a través de la aplicación de los conceptos adquiridos a otras situaciones o productos de la vida cotidiana, tomando decisiones en base a pruebas y argumentos, razonando de forma científica y resolviendo problemas en base a cálculos matemáticos y conocimientos físicos y químicos.

- Conciencia y expresiones culturales (CEC): esta competencia será de gran relevancia por ser el arte de la cerámica el elemento de contexto para la enseñanza de los contenidos de la propuesta de intervención.
Se trabajará en su dimensión cognitiva a través del conocimiento de la rama del arte de la cerámica y de la herencia cultural. Mediante la elaboración de una pieza de arte cerámico usando la imaginación y creatividad, se trabajará la competencia en su dimensión instrumental. Asimismo, se trabajará la dimensión actitudinal valorando y apreciando las manifestaciones artísticas de la cerámica y los productos de porcelana.
- Competencia en comunicación lingüística (CL): se trabajará en su dimensión instrumental a lo largo de la mayoría de las actividades durante la realización de trabajos en grupo, debates en clase y presentaciones orales, empleando un lenguaje adecuado a cada situación. Además, se trabajará en su dimensión actitudinal sabiendo escuchar y responder a los compañeros y al profesor de manera adecuada y respetuosa.
- Aprender a aprender (CPAA): se trabajará la competencia en su dimensión instrumental mediante el uso de contextos auténticos que motiven a los alumnos y les generen curiosidad por aprender, teniendo que emplear estrategias de planificación adecuadas para la resolución de las tareas propuestas, siendo capaces de discernir entre lo que conocen y lo que no conocen, desarrollando la metacognición. Se trabajará en su dimensión actitudinal mostrando curiosidad sobre el propio aprendizaje, siendo capaces de motivarse.
- Competencias sociales y cívicas (CSC): se trabajará en su dimensión instrumental a lo largo de la propuesta de intervención, por el carácter grupal de la mayoría de las actividades, mediante el empleo de un tipo de comunicación constructiva, mostrando respeto y tolerancia por los demás. Se trabajará en su dimensión actitudinal respetando las diferencias, siendo capaces de evitar prejuicios y respetando los derechos humanos.
- Competencia digital (CD): el mundo digital actual está presente en la vida de los adolescentes, y por ello será necesario trabajar también esta competencia en el aula para el correcto uso de todo aquello relacionado con las TIC. Se trabajará la competencia en su dimensión instrumental haciendo uso de un portafolio digital para la toma de apuntes de las asignaturas, memorias, trabajos y reflexiones, mediante el

uso crítico y racional de los recursos web para la búsqueda de información bibliográfica, haciendo uso de un simulador virtual para entender los estados de la materia y empleando otras herramientas web. Asimismo, se trabajará en su dimensión actitudinal valorando los beneficios del empleo de herramientas TIC como simuladores virtuales para la explicación de contenidos físicos y químicos.

- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE): esta competencia se trabajará en su dimensión instrumental a través de la adquisición de conciencia de las situaciones a resolver, desarrollando la capacidad creadora e innovadora, el pensamiento crítico y la capacidad para planificar y gestionar las tareas.

En el apartado 3.3.5 se relacionan las actividades con los objetivos, las competencias, así como los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje.

3.3.3. Contenidos

En la unidad didáctica cubren contenidos del curso de 3º de ESO relativos al Bloque 2. La materia. Por la gran carga de contenidos de este bloque, la presente unidad didáctica se centrará en los relacionados con los aspectos macroscópicos de la materia. Asimismo, se trabajará de forma transversal contenidos del Bloque 1. El método científico.

A continuación, se muestran los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de acuerdo con lo recogido en el Decreto 43/2015 de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en el Principado de Asturias y al Real Decreto 1105/2014 de 26 de diciembre.

Tabla 2: **Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje**

Contenidos	Criterios de Evaluación	Estándares de aprendizaje
Bloque 1: El método científico		
C1. Medida de magnitudes, Sistema Internacional de Unidades. Notación Científica.	CE1. Conocer los procedimientos científicos para determinar magnitudes.	E1.1. Establece relaciones entre magnitudes y unidades utilizando, preferentemente, el Sistema Internacional de Unidades y la notación científica para expresar los resultados.
C2. El trabajo de laboratorio.	CE2. Reconocer los materiales, e instrumentos básicos presentes del laboratorio de Física y en de Química; conocer y respetar las normas de seguridad y de eliminación de residuos para la protección del medioambiente.	E2.1. Identifica material e instrumentos básicos de laboratorio y conoce su forma de utilización para la realización de experiencias respetando las normas de seguridad e identificando actitudes y medidas de actuación preventivas.
Bloque 2: La materia		
C3. Propiedades de la materia.	CE3. Reconocer las propiedades generales y características específicas de la materia y relacionarlas con su naturaleza y sus aplicaciones.	E3.1. Distingue entre propiedades generales y propiedades características de la materia, utilizando estas últimas para la caracterización de sustancias. E3.2. Relaciona propiedades de los materiales de nuestro entorno con el uso que se hace de ellos. E3.3. Describe la determinación experimental del volumen y de la masa de un sólido y calcula su densidad.
C4. Estados de agregación. Cambios de estado. Modelo cinético-molecular.	CE4. Justificar las propiedades de los diferentes estados de agregación de la materia y sus cambios de estado, a través del modelo cinético-molecular.	E4.1. Justifica que una sustancia puede presentarse en distintos estados de agregación dependiendo de las condiciones de presión y temperatura en las que se encuentre. E4.2. Explica las propiedades de los gases, líquidos y sólidos utilizando el modelo cinético-molecular.

		<p>E4.3. Describe e interpreta los cambios de estado de la materia utilizando el modelo cinético-molecular y lo aplica a la interpretación de fenómenos cotidianos.</p> <p>E4.4. Deduce a partir de las gráficas de calentamiento de una sustancia sus puntos de fusión y ebullición, y la identifica utilizando las tablas de datos necesarias.</p>
C5. Sustancias puras y mezclas.	CE5. Identificar sistemas materiales como sustancias puras o mezclas y valorar la importancia y las aplicaciones de mezclas de especial interés.	<p>E5.1. Distingue y clasifica sistemas materiales de uso cotidiano en sustancias puras y mezclas, especificando en este último caso si se trata de mezclas homogéneas, heterogéneas o coloides.</p> <p>E5.2. Identifica el disolvente y el soluto al analizar la composición de mezclas homogéneas de especial interés.</p> <p>E5.3. Realiza experiencias sencillas de preparación de disoluciones, describe el procedimiento seguido y el material utilizado, determina la concentración y la expresa en gramos por litro.</p>
C6. Métodos de separación de mezclas.	CE6. Proponer métodos de separación de los componentes de una mezcla.	E6.1. Diseña métodos de separación de mezclas según las propiedades características de las sustancias que las componen, describiendo el material de laboratorio adecuado.

Fuente: Elaboración propia, basada en el Decreto 43/2015 de 10 de junio el Real Decreto 1105/2014.

3.3.4. Metodología

La base metodológica empleada en la unidad didáctica se encuadra dentro del marco constructivista como corresponde al enfoque CTSA y en concreto a la contextualización socioambiental. Este enfoque metodológico trata de presentar los contenidos de física y química desde una visión cotidiana y cercana a las inquietudes de los estudiantes. Además, se prioriza el papel activo y autónomo del alumno, como protagonista y responsable del desarrollo de su conocimiento a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje.

La secuencia de actividades se ha diseñado para que exista una cohesión entre ellas, siendo el vínculo central el arte de la cerámica. La construcción de los nuevos conocimientos tendrá

lugar empleando principalmente elementos relacionados con el proceso de elaboración de piezas de cerámica. La realización de ejercicios prácticos, puestas en común, debates o trabajos en grupo permitirá consolidar los conceptos, así como generar una actitud positiva. Además, para los contenidos más teóricos se hará uso de simuladores virtuales, videos y experiencias interpretativas que permitan motivar a los alumnos e incitar su participación.

Se fomentará el empleo de recursos TIC como elemento para el desarrollo competencial del alumnado en el mundo digital actual. A lo largo de toda la unidad didáctica se hará uso de un portafolio digital personal donde cada alumno recogerá todos los ejercicios, trabajos y memorias realizadas, herramienta que pretende favorecer la metacognición sobre su aprendizaje, potenciando su autonomía, creatividad y su propia autoevaluación.

Se fomentará el trabajo autónomo para la realización de memorias de prácticas o tareas, sin embargo, en la mayoría de las actividades se propondrán agrupamientos para trabajar en grupos de 4 alumnos, fomentando la colaboración, intercambio de ideas y en definitiva conseguir un aprendizaje social.

Las actividades propuestas en la unidad didáctica pretenden que además de que los alumnos logren alcanzar los objetivos señalados de forma significativa y motivadora, que mejoren la actitud hacia la física y la química. El profesor, actuará siempre de guía en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, siendo el experto en la materia.

3.3.5. Cronograma y secuenciación de actividades

En este apartado se presenta el cronograma de las actividades diseñadas para la unidad didáctica con intención de realizarse en el primer trimestre del curso escolar. De acuerdo con lo recogido en el Decreto 43/2015 de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en el Principado de Asturias, para el curso de 3º de ESO la carga horaria de física y química será de 2 horas semanales. Las actividades aquí presentadas se llevarán a cabo en 12 sesiones ("S") por lo que la duración total de la unidad didáctica será de 6 semanas.

Figura 1. Diagrama de Gantt de las actividades de la unidad didáctica

Actividades	Semana1		Semana2		Semana3		Semana4		Semana5		Semana6	
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Actividad 1: Lluvia de ideas e introducción al arte de la cerámica.	■											
Actividad 2: Análisis de las materias primas empleadas en la elaboración de cerámica y clasificación en sustancias puras o mezclas.		■										
Actividad 3: Elaboración de una pieza de arte cerámico para el estudio de las propiedades generales y específicas de la materia.			■	■	■	■						
Actividad 4: Análisis de las propiedades específicas de la materia a través de los esmaltes cerámicos y preparación de una disolución.							■					
Actividad 5: Estudio de los estados de la materia y sus cambios mediante un simulador virtual y a través de la experimentación.								■				
Actividad 6: Separación de mezclas de productos empleados en la producción de la cerámica.									■			
Actividad 7: Visita a la fábrica de porcelana de Sargadelos.									■	■	■	
Actividad 8: Aplicaciones de los productos cerámicos y su importancia para la sociedad.												■
Actividad 9: Cuestionario de valoración de la propuesta de intervención.												■

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presentan las tablas resumen donde se relacionan los objetivos, contenidos, criterios de evaluación, estándares de aprendizajes y competencias trabajadas para cada actividad. Asimismo, se incluye una descripción detallada de cada actividad, indicando las tareas en las que se subdivide (“T”).

Para facilitar la relación con todos los aparatos se abreviarán los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje como “CE” y “E”.

Tabla 3: **Actividad 1 - Lluvia de ideas e introducción al arte de la cerámica.**

Actividad	N.º sesiones	Duración	Objetivos	Contenidos
1	1	50'	O6, O7, O11, O12	N/A
CE y E	Procedimientos de evaluación		Instrumentos de evaluación	
N/A	I. Observación de la actitud, participación y exposición de ideas. II. Los apuntes recogidos en clase se evaluarán como parte del contenido del portafolio personal.		I. Escala de valoración 1. II. Rúbrica de evaluación 1 (Anexo H).	
Tarea	Tiempo	Agrupamiento	Recursos	Competencias
T1.1 Lluvia de ideas sobre la cerámica y cuestionario.	15'	Clase, individual	Cuestionario, PC	CSC, CEC, CMCT, CD, CL
T1.2 Video introductorio y puesta en común.	25'	Clase	Pizarra, Proyector, PC	CSC, CEC, CMCT, CL, CD
T1.3 Explicación de la unidad didáctica.	10'	Clase	Pizarra, Proyector	CSC

Fuente: elaboración propia.

Descripción de la actividad 1:

Se comenzará la sesión con una lluvia de ideas sobre el concepto de cerámica y su relación con la física y la química (T1.1). Con ella, se tratará de identificar las ideas previas y concepciones alternativas que tienen los alumnos. Asimismo, se hará entrega de un cuestionario inicial (Anexo A) para evaluar en mayor medida, y de manera individual los conocimientos y el interés de cada alumno. Dicho cuestionario no contará para la calificación final.

Posteriormente se llevará a cabo una actividad de inicio proyectando un video introductorio y motivacional sobre el origen y la elaboración del arte cerámico (T1.2) lo que servirá como punto de partida para el desarrollo de la unidad didáctica. Se les pedirá a los alumnos que tomen apuntes sobre los aspectos más relevantes observados en el proceso de producción de la cerámica para usar esos datos en las sesiones posteriores, prestando especial relevancia a los materiales empleados y los distintos procesos físicos y químicos que puedan identificar. Los alumnos crearán un portafolio digital que usarán como su cuaderno personal, donde irán

recogiendo todas las notas, apuntes, así como las tareas y memorias de prácticas realizadas en las sesiones. Tras el video se hará una puesta en común donde los alumnos darán su opinión, así como expondrán las posibles dudas que les pudieran haber surgido o aspectos que les hayan llamado la atención.

El resto de la sesión (T1.3) se dedicará a explicar al grupo-clase como están planificadas las actividades de la unidad didáctica, incidiendo en los contenidos, objetivos, competencias a desarrollar, evaluación e instrumentos de evaluación que se emplearán. Se resolverán las posibles dudas que surjan y se entregará una hoja con el resumen para que lo puedan consultar en cualquier momento.

En esta actividad se evaluará el interés, la actitud y participación a través de la observación del profesor, que completará con una escala de valoración. Asimismo, a se valorará todo lo recogido en el portafolio mediante una rúbrica de evaluación.

Tabla 4: **Actividad 2 - Análisis de las materias primas empleadas en la elaboración de cerámica y clasificación en sustancias puras o mezclas.**

Actividad	N.º sesiones	Duración	Objetivos	Contenidos	
2	1	50'	O6, O7, O8, O11, O12	C5	
CE y E	Procedimientos de evaluación		Instrumentos de evaluación		
CE5, E5.1	I. Observación de la participación, actitud y exposición de ideas. II. La tarea T2.2 se evaluará como parte del material del portafolio personal.		I. Escala de valoración 1. II. Rúbrica de evaluación 1 (Anexo H).		
Tarea		Tiempo	Agrupamiento	Recursos	Competencias
T2.1 Lluvia de ideas sobre sustancias puras y mezclas.		10'	Clase	Pizarra	CMCT, CL, CSC, CPAA
T2.2 Búsqueda y clasificación de las materias primas.		20'	Grupos de 4	PC	CMCT, CEC, CSC, CD, SEI
T2.3 Puesta en común y exposición de información a la clase.		20'	Grupos de 4, clase	PC, pizarra, proyector	CMCT, CSC, CD, CL

Fuente: elaboración propia.

Descripción de la actividad 2:

Se comenzará la sesión con una actividad de inicio (T2.1), haciendo una lluvia de ideas para determinar lo que los alumnos entienden por sustancia pura y mezcla, para identificar las ideas alternativas, así como los conocimientos potencialmente adquiridos en el curso anterior. Los alumnos deberán poner ejemplos de productos presentes en la vida cotidiana.

Posteriormente, se formarán grupos heterogéneos de 4 alumnos, los cuales se mantendrán para el resto de las actividades grupales que se lleven a cabo en el resto de las sesiones. Se le pedirá a cada grupo la realización de una tarea de manera conjunta (T2.2), los alumnos deberán preparar un documento (que estará recogido en su portafolio personal) donde expliquen cuáles son las principales materias primas empleadas en la producción de la cerámica y las clasifiquen en sustancias puras (compuestos o elementos) o mezclas (homogéneas o heterogéneas). Los alumnos deberán buscar la información necesaria

haciendo uso de las notas recogidas en la sesión anterior del video introductorio, así como empleando otras fuentes bibliográficas (dispondrán de ordenadores con acceso a internet).

Al final de la clase se hará una puesta en común (T2.3) y cada grupo expondrá al resto de la clase un tipo de materia prima sobre el cual ha encontrado información y explicará razonadamente su clasificación. El profesor actuará de guía, cuestionando las decisiones acordadas y presentando materias que puedan generar controversia como el empleo de arcilla natural con presencia de impurezas, o el uso de pigmentos como el óxido de hierro como ejemplo de sustancia pura.

En esta actividad se valorará la actitud y participación y exposición de ideas a través de la observación del profesor, con una escala de valoración. Asimismo, se valorará la tarea grupal con la evaluación del portafolio mediante una rúbrica de evaluación.

Tabla 5: **Actividad 3 - Elaboración de una pieza de arte cerámico para el estudio de las propiedades generales y específicas de la materia.**

Actividad	N.º sesiones	Duración	Objetivos	Contenidos
3	4	4 x 50'	O1, O2, O6, O7, O11	C1, C3
CE y E	Procedimientos de evaluación		Instrumentos de evaluación	
CE1, CE3, E1.1, E3.1, E3.2, E3.3	I. Observación de la participación, actitud y exposición de ideas. II. La memoria de prácticas se evaluará con una rúbrica.		I. Escala de valoración 2. II. Rúbrica de evaluación 2 (Anexo I).	
Tarea	Tiempo	Agrupamiento	Recursos	Competencias
T3.1 Moldeado de la pieza y determinación de las propiedades iniciales.	S1 -50'	Grupos de 4	Guion de prácticas 1, materias primas y utensilios para medida	CMCT, CEC, CSC, CPAA, SIE
T3.2 Decoración de la pieza cerámica y llevar al horno.	S2- 10'	Clase	Guion de prácticas 1, horno, pigmentos	CEC
T3.3 Experiencia interpretativa para la introducción de las propiedades.	S2- 40'	Clase	Proyector, PC, arcilla y pieza cerámica	CMCT, CEC, CSC, CPAA, CL, CD
T3.4 Determinación de las propiedades de la pieza cerámica.	S3 -50'	Grupos de 4	Guion de prácticas 1, utensilios para medida, PC	CMCT, CEC, CSC, CPAA, CL, CD, SIE
T3.5 Tarea para casa: finalización de la memoria.	N/A	Individual	Guion de prácticas 1, PC	CMCT, CEC, CSC, CPAA, CD, SIE
T3.6 Puesta en común sobre todo el proceso.	S4-50'	Clase	Proyector, PC	CMCT, CEC, CSC, CPAA, CL, CD

Fuente: elaboración propia.

Descripción de la actividad 3:

Para comenzar, se explicará la actividad que se va a realizar, haciendo entrega del “Guion de prácticas 1” en formato papel y online (Anexo C). En él se indican los pasos a seguir para la elaboración de una pieza de arte cerámica, así como las preguntas sobre las que tienen que razonar y las propiedades de la materia que tienen que evaluar, definiendo entre otras la masa, el volumen y la densidad.

Los alumnos, deberán preparar una memoria de prácticas donde tendrán que realizar el diagrama de flujo del proceso, indicando todos los pasos que se han ido realizando, las distintas propiedades de la materia, clasificación del tipo de mezcla (visto en la sesión anterior) e ir respondiendo a las preguntas propuestas en el guion (T3.5).

Los alumnos deberán evaluar las herramientas que deberán emplear para la determinación de las propiedades de la materia en base a sus características. Así, durante la primera parte del proceso de elaboración de la cerámica deberán determinar la masa de la arcilla usando una báscula, el volumen de los materiales sólidos haciendo uso de las fórmulas geométricas con ayuda de la regla o calibre en caso necesario y la densidad mediante la fórmula matemática. Una vez que se ha realizado la pieza cerámica ya cocida podrán determinar la masa empleando de nuevo la báscula, y usarán un vaso de precipitados con agua para la determinación de su volumen en función del volumen de agua desplazado (la pieza tendrá formas irregulares por lo que el empleo de su geometría para la determinación de su volumen será más tedioso). El profesor actuará de guía en todo momento para ayudar a que se consigan los objetivos de la práctica.

Los alumnos se colocarán en grupos de 4 para fomentar la colaboración, pudiendo hablar entre ellos, compartir ideas y ayudarse durante toda la práctica, pero cada uno realizará una pieza cerámica y por tanto su propia memoria de prácticas.

En la primera sesión (T3.1) y siguiendo el guion, emplearán las materias primas necesarias para preparar el producto y dar forma a la mezcla de arcilla y agua.

En una segunda sesión, y tras el tiempo de secado necesario, los alumnos, si lo desean podrán emplear los 10 primeros minutos de la clase para decorar la pieza con pigmentos previo a introducir las piezas en el horno para su cocción (T3.2).

Posteriormente, se llevará a cabo una tarea de desarrollo (T3.3) donde el profesor introducirá el concepto de dureza, fragilidad y plasticidad como propiedades específicas de la materia. Para ello, el profesor hará uso del material disponible en el aula de arte para realizar experiencias interpretativas con arcilla y algún producto cerámico. Los alumnos formularán hipótesis para tratar de explicar las propiedades específicas que tendrá cada material, y cómo responderán ante actos externos como ser rayados con una pieza metálica o caer al suelo.

En la tercera sesión (T3.4), los alumnos podrán recoger sus piezas cerámicas ya terminadas. Deberán evaluar de nuevo las propiedades de la materia, en este caso de la pieza cerámica ya cocida analizando cómo han cambiado las propiedades tras el proceso de cocción, teniendo en cuenta también las propiedades específicas explicadas en la sesión anterior.

En la cuarta y última sesión, se hará una puesta en común (T3.6) donde el profesor proyectará el diagrama de flujo del proceso y grupalmente irán evaluando las propiedades de la materia y sus cambios durante las distintas fases del proceso de elaboración de la pieza lo que servirá de explicación general. Se prestará especial atención a lo ocurrido en las propiedades tras el proceso de cocción.

En esta actividad se evaluará la actitud y participación a través de la observación del profesor, con una escala de valoración específica para la parte práctica. La memoria se evaluará con una rúbrica de evaluación para la memoria de prácticas.

Tabla 6: **Actividad 4 - Análisis de las propiedades específicas de la materia a través de los esmaltes cerámicos y preparación de una disolución.**

Actividad	N.º sesiones	Duración	Objetivos	Contenidos
4	1	50'	O1, O6, O7, O10, O11, O13	C1, C2, C3, C5
CE y E	Procedimientos de evaluación		Instrumentos de evaluación	
CE1, CE2, CE3, CE5, E1.1, E1.2, E2.1, E3.1, E3.2 E5.2, E5.3	I. Observación de la participación actitud y procedimiento durante el ejercicio práctico. II. La tarea para casa y el ejercicio práctico se evaluarán como parte del portafolio personal.		I. Escala de valoración 2. II. Rúbrica de evaluación 1 (Anexo H).	
Tarea	Tiempo	Agrupamiento	Recursos	Competencias
T4.1 Experiencia interpretativa.	20'	Clase	Pizarra, cerámica y cerámica esmaltada	CMCT, CEC, CSC, CPAA, CL
T4.2 Tarea para casa: usos de la cerámica en la vida cotidiana.	N/A	Individual	PC	CMCT, CEC, SEI, CD, CPAA
T4.3 Ejercicio práctico: preparación de esmalte, cálculo de concentración y esmaltado de la pieza.	30'	Grupos de 4	Esmalte, agua, material de laboratorio	CMCT, CEC, CSC, CPAA, CD

Fuente: elaboración propia.

Descripción de la actividad 4:

En esta actividad, se pretenden explicar propiedades específicas de la materia presentando una pieza de arte cerámica esmaltada. Se llevará a cabo una experiencia interpretativa (T4.1) donde se les pedirá a los alumnos que hagan hipótesis sobre lo que creen que ocurriría si se añadiese agua a una de sus piezas de cerámica realizadas en la sesión anterior y si se añadiese a la nueva pieza esmaltada mostrada por el profesor, la cual visiblemente se puede comprobar que tiene un aspecto más brillante. Tras sus respuestas, se hará la demostración en clase y se

explicará el proceso de vitrificación de la cerámica mediante el empleo de esmaltes. Además, se explicarán las propiedades principales que aportan los esmaltes a las características de la pieza cerámica como son el incremento en su resistencia, la impermeabilidad, resistencia al calor y a la corrosión. Como tarea para casa (T4.2) los alumnos deberán buscar e identificar aplicaciones de la vida cotidiana donde se use la cerámica, explicando su finalidad. La tarea se incluirá en su portafolio personal.

Para mejorar la comprensión de qué son los esmaltes y cómo se usan, se realizará un ejercicio práctico (T4.3). Se les pedirá que en grupos de 4 preparen una mezcla de esmalte para ser usada en las piezas cerámicas preparando una disolución. Se les dará la información para la preparación en base a una proporción en masa (60 % esmalte en polvo y 40 % agua). Los alumnos, deberán además identificar qué compuesto es el disolvente y cuál es el soluto de la mezcla, así como calcular la concentración en masa por unidad de volumen, registrando la información en el portafolio digital.

Asimismo, y aprovechando los esmaltes ya preparados, los alumnos podrán cubrir si lo desean su pieza cerámica con esmalte para conseguir un cambio de propiedades y un aspecto más estético. Las piezas que se esmalten se llevarán de nuevo al horno al finalizar la sesión y podrán recogerse en la siguiente clase.

En esta actividad se valorará el interés, la actitud y participación a través de la observación del profesor, con una escala de valoración. El ejercicio práctico y la tarea recogidos en el portafolio se evaluarán con la rúbrica para la evaluación de éste.

Tabla 7: **Actividad 5 - Estudio de los estados de la materia y sus cambios mediante un simulador virtual y a través de la experimentación.**

Actividad	N.º sesiones	Duración	Objetivos	Contenidos
5	1	50'	O3, O4, O5, O6, O7, O10, O12	C1, C2, C4
CE y E	Procedimientos de evaluación		Instrumentos de evaluación	
CE1, CE2, CE4, E1.1, E1.2, E2.1, E4.1, E4.2, E4.4, E4.4	I. Observación de la participación, actitud y procedimiento de trabajo en el laboratorio. II. La memoria de prácticas se evaluará con una rúbrica.		I. Escala de valoración 2. II. Rúbrica de evaluación 2 (Anexo I).	
Tarea	Tiempo	Agrupamiento	Recursos	Competencias
T5.1 Uso de un simulador virtual para comprender los cambios de estado.	15'	Clase	Pizarra, proyector, PC, simulador	CMCT, CSC, CPAA, CD
T5.2 Ejercicio práctico: identificar los cambios de estado al calentar hielo y representación gráfica.	35'	Grupos de 4	Guion de prácticas 2, PC, material de laboratorio	CMCT, CSC, CEC, CPAA, SEI, CD
T5.3 Tarea para casa: memoria de prácticas.	N/A	Individual	Guion de prácticas 2, PC	CMCT, CSC, CEC, CPAA, CD

Fuente: elaboración propia.

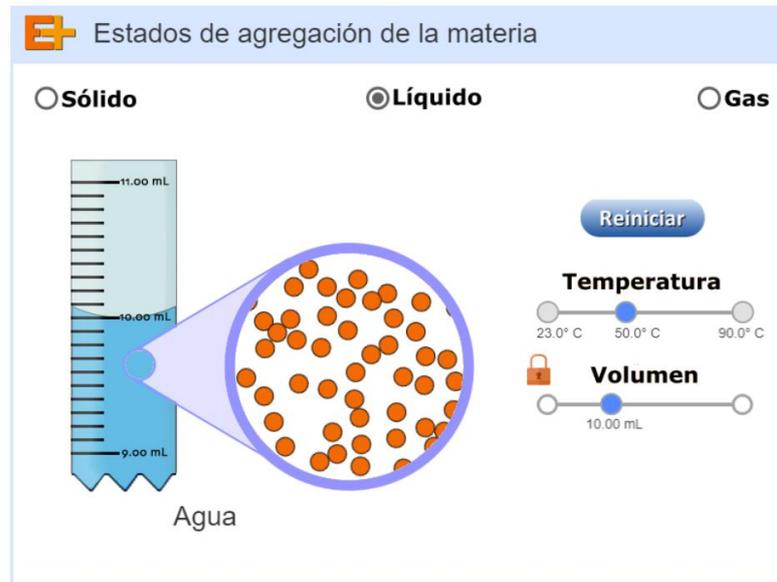
Descripción de la actividad 5:

Esta actividad pretende conseguir el aprendizaje de los distintos estados de la materia y cambios de estado a través del modelo cinético molecular.

Se comenzará la sesión haciendo uso de un simulador virtual (T5.1) para visualizar los distintos estados de agregación observando el movimiento de sus partículas y su variación al modificar la temperatura y al cambiar de estado.

Mediante el simulador virtual primero se identificarán las ideas previas de los alumnos y en función a ellas se repasarán o explicarán en detalle los contenidos necesarios. Los alumnos serán partícipes en todo momento, tratando de explicar los fenómenos que ocurren al modificar las distintas variables.

Figura 2. *Simulador virtual de los estados de agregación.*



Fuente: Educaplus, 2022.

Posteriormente, en la segunda parte de la sesión y para afianzar los conceptos, los alumnos en grupos de 4 llevarán a cabo un ejercicio práctico de laboratorio (T5.2). Se hará entrega del “Guion de prácticas 2” (Anexo C) en formato online y papel para facilitar que los alumnos puedan ir tomando notas. El objetivo de la práctica será identificar los cambios de estado que tienen lugar al calentar hielo, asimismo, se plantean preguntas para que razonen sobre algunos de los cambios de estados presentes en el proceso de elaboración de la cerámica. Tomarán medidas de temperatura y tiempo y con ello realizarán una gráfica donde explicarán los cambios de estado en los distintos momentos temporales indicando los puntos de fusión y ebullición.

Los alumnos deberán llevar a cabo el experimento, así como realizar las tareas y responder a todas las cuestiones especificadas en el guion. Como tarea para casa deberán elaborar la memoria de prácticas (T5.3).

En esta actividad se evaluará la actitud, participación y trabajo de laboratorio a través de la observación del profesor, con una escala de valoración. Asimismo, evaluará la memoria de prácticas mediante una rúbrica de evaluación.

Tabla 8: **Actividad 6 - Separación de mezclas de productos empleados en la producción de la cerámica.**

Actividad	N.º sesiones	Duración	Objetivos		Contenidos
6	1	45'	O6, O7, O8, O9, O10, O12		C1, C2, C6
CE y E	Procedimientos de evaluación			Instrumentos de evaluación	
CE1, CE2, CE6, E1.2, E2.1, E6.1	I. Observación de la participación, actitud y procedimiento de trabajo en el laboratorio. II. La memoria de prácticas se evaluará mediante una rúbrica.			I. Escala de valoración 2. II. Rúbrica de evaluación 2 (Anexo I).	
Tarea		Tiempo	Agrupamiento	Recursos	Competencias
T6.1 Selección del método de separación adecuado y debate en case.		10'	Grupos de 4, clase	PC, proyector	CMCT, CEC, CPAA, CSC, CPAA, SIE, CL, CD
T6.2 Diseño de la estación de trabajo y separación de las mezclas.		35'	Grupos de 4	Guion de prácticas 3, mezclas y material de laboratorio	CMCT, CPAA, SIE, CSC
T6.3 Tarea para casa: realización de la memoria de prácticas.		N/A	Individual	Guion de prácticas 3, PC	CMCT, CPAA, CD

Fuente: elaboración propia.

Descripción de la actividad 6:

En esta actividad se pretende que los alumnos definan los métodos de separación a emplear para separar distintas mezclas y diseñen la estación de trabajo para su posterior separación. Se emplearán mezclas de materiales relacionados en gran medida con la producción de la cerámica como son: una mezcla de arcilla seca con otras piedras e impurezas, agua con piedras y arena, pigmentos naturales molidos con un contenido de virutas metálicas, una mezcla de agua con jabón y una mezcla de agua con sales. Con esas mezclas los alumnos trabajarán la separación magnética, la decantación, la centrifugación, el tamizado, la filtración y la cristalización.

La tarea (T6.1) comenzará con el profesor mostrando las 5 mezclas. En grupos de 4 deberán investigar y definir razonadamente el método de separación más adecuado para cada mezcla. Posteriormente, se hará una puesta en común con las ideas de cada grupo hasta llegar a un consenso.

Una vez acordado por todo el grupo-clase cuáles son los métodos de separación adecuados, se asignará una mezcla a cada grupo, el cual deberá diseñar la estación de trabajo y realizar la separación (T6.2). Se entregará el “Guion de prácticas 3” (Anexo D) en formato online y papel con la información detallada.

Una vez terminado el proceso de separación, cada grupo volverá a mezclar los compuestos y se rotará para que todos los grupos hagan las separaciones de todas las mezclas y de esta forma aprender de manera significativa los distintos métodos de separación.

Tras el ejercicio práctico, se llevará a cabo una tarea de consolidación. Cada alumno deberá realizar en casa una memoria de prácticas donde describan los distintos métodos de separación empleados, el material de laboratorio empleado, procedimientos y composición de las mezclas (T6.3).

En esta actividad se evaluará la actitud, participación y procedimiento seguido durante el ejercicio práctico través de la observación del profesor, con una escala de valoración. Asimismo, se evaluará la memoria de prácticas con una rúbrica de evaluación.

Tabla 9: Actividad 7 - Visita a la fábrica de porcelana de Sargadelos.

Actividad	N.º sesiones	Duración	Objetivos		Contenidos
7	3	S1- 5', S2 - 1 día y S3 - 50'	O1, O3, O4, O8, O11, O12, O13		C3, C4, C5
CE y E	Procedimientos de evaluación			Instrumentos de evaluación	
CE3, CE4, CE5, E3.1, E3.2, E4.1, E4.2, E5.1	I. Observación de la participación, actitud durante la visita. II. Evaluación del informe de la visita mediante una escala de valoración.			I. Lista de cotejo II. Escala de valoración 3	
Tarea		Tiempo	Agrupamiento	Recursos	Competencias
T7.1 Introducción y objetivos de la visita.		S1-5'	Clase	Guion de la visita	CSC
T7.2 Visita a la fábrica de Sargadelos.		S2-1 día	Clase	Autobús, guion de la visita	CMCT, CEC, CPAA, CSC
T7.3 Tarea para casa: informe de la visita.		N/A	Individual	PC, guion de la visita	CMCT, CEC, CPAA, SIE, CD
T7.4 Puesta en común en clase.		S3 – 50'	Clase	PC, pizarra, proyector, guion	CMCT, CPAA, CSC, CD, CL

Fuente: elaboración propia.

Descripción de la actividad 7:

Se comenzará introduciendo los objetivos de la actividad, una salida pedagógica para visitar una fábrica de producción de productos de porcelana haciendo entrega además del “Guion de la visita” (Anexo E). Esta primera parte introductoria tendrá lugar en los últimos minutos de la clase anterior correspondiente a la Actividad 6 (T7.1).

La visita a la planta de fabricación de porcelana de Sargadelos situada en Cervo (Lugo) se llevará a cabo en una jornada completa de un día (T7.2). Se ha escogido esta fábrica por la relevancia de sus productos para el patrimonio cultural y artístico. Además, cabe destacar que el marqués de Sargadelos, pese a haber establecido su primera fábrica en la provincia de Lugo, nació en un pequeño pueblo de Asturias.

Con la salida pedagógica, se pretende otorgar un escenario auténtico para facilitar el proceso de aprendizaje y consolidar los conceptos previamente vistos en el aula. Se busca que los alumnos se familiaricen con un proceso industrial y que valoren la relevancia de la física y química en la producción de porcelana. Los alumnos deberán realizar un informe de la visita donde deberán identificar todos los aspectos relacionados con la materia vistos en las sesiones previas, explicar las distintas fases del proceso de producción industrial y finalmente hacer una reflexión sobre la relevancia de los productos de porcelana en la cultura (T7.3). Con el informe se pretende cubrir la mayoría de los contenidos tratados en las sesiones previas de la unidad didáctica.

Durante la visita se fomentará la atención del alumnado, así como su participación para que hagan preguntas a los profesionales del sector y así aclaren cualquier duda que les pueda surgir. Deberán ir anotando toda la información necesaria para la realización del informe, el cual deberán realizar en casa.

En la última sesión, y tras la visita, se hará una puesta en común con todo el grupo-clase del diagrama de flujo del proceso de fabricación, evaluando las distintas características físicas y químicas que tienen lugar (T7.4).

Se evaluará la actitud y participación durante la salida pedagógica mediante observación haciendo uso de una lista de cotejo. Asimismo, se evaluará el informe de la visita mediante una rúbrica.

Tabla 10: **Actividad 8 - Aplicaciones de los productos cerámicos y su importancia para la sociedad.**

Actividad	N.º sesiones	Duración	Objetivos	Contenidos
8	1	50'	O6, O7, O12, O13	N/A
CE y E	Procedimientos de evaluación			Instrumentos de evaluación
N/A	I. Los alumnos coevaluarán la actitud, exposición y presentación de cada grupo.			I. Escala de valoración 4.
Tarea	Tiempo	Agrupamiento	Recursos	Competencias
T8 .1 Búsqueda de información sobre productos cerámicos y preparación de la presentación.	S1-30'	Grupos de 4	PC, pizarra, proyector	CMCT, SIE, CPAA, CSC, CD
T8.2 Exposición de la presentación y coevaluación al resto de grupos.	S1'- 20'	Grupos de 4, clase	Pizarra, proyector, PC, escala de valoración	CMCT, SIE, CSC, CL, CD

Fuente: elaboración propia.

Descripción de la actividad 8:

En esta actividad los alumnos deberán investigar sobre aplicaciones de los productos cerámicos distintas a las únicamente artísticas o estéticas y sobre su relevancia e impacto en la sociedad (T8.1). En grupos de 4 alumnos, deberán preparar una presentación online mediante el uso de la herramienta web Prezi.

El profesor se encargará de que cada grupo esté trabajando sobre un producto distinto, por ejemplo: baldosas, azulejos, ladrillos refractarios, implantes de dientes, filtros de agua, etc.

En la segunda parte de la sesión, cada grupo expondrá su presentación al resto de compañeros. Además, se hará la entrega de una escala de valoración donde los alumnos deberán coevaluar al resto de grupos (T8.2).

En esta actividad los alumnos coevaluarán la presentación del resto de grupos y la exposición de ideas mediante una escala de valoración.

Tabla 11. **Actividad 9 - Cuestionario de valoración de la unidad didáctica.**

Actividad	N.º sesiones	Duración		Objetivos	Contenidos
9	1	N/A		O14	N/A
CE y E	Procedimientos de evaluación			Instrumentos de evaluación	
N/A	Los alumnos evaluarán la unidad didáctica			Cuestionario de evaluación (Anexo F)	
Tarea		Tiempo	Agrupamiento	Recursos	Competencias
T9.1 Evaluación.		N/A	Individual	PC, cuestionario	CPAA

Fuente: elaboración propia.

Descripción de la actividad 9:

Para finalizar con la unidad didáctica, en la última sesión (12) se hará entrega de un cuestionario online para completar en casa (Anexo F), donde los alumnos deberán valorar las actividades de la unidad didáctica e indicar áreas de mejora. Se pedirá que valoren la utilidad y capacidad motivadora de la metodología empleada, la labor del docente, la practicidad para la vida cotidiana de los contenidos tratados, la forma de exponerlos y las herramientas TIC empleadas. El docente tendrá en cuenta el cuestionario para futuras intervenciones.

3.3.6. Recursos

A continuación, se indican los recursos materiales, espaciales y humanos requeridos para llevar a cabo las actividades de la unidad didáctica.

Materiales:

- Proyector.
- Pizarra.
- PC del profesor y de los alumnos (Chromebook) con acceso a internet a través de una red segura del centro escolar.
- Material de laboratorio: báscula, vaso de precipitados, mechero Bunsen, trípode, rejilla, filtro, vidrio de reloj, termómetro, cronómetro, varilla, embudo de vidrio, matraz volumétrico, pinzas, probeta, pera de decantación, tamiz, virutas metálicas, máquina centrífuga, regla y calibre.
- Material relacionado con el arte cerámico: arcilla, agua, pigmentos, esmalte, espátula, jabón, arena y horno.

- Cuestionarios, guiones de prácticas y guion de la visita.

Espaciales:

- Aula de física y química: aula que dispone de espacio de laboratorio y espacio para el trabajo en clase. Se llevarán a cabo todas las sesiones salvo las mencionadas en los siguientes puntos.
- Aula de artes que dispone de horno de cocción (sesiones 1, 2 y 3 de la actividad 3).
- Fábrica de Sargadelos (sesión 2 de la actividad 7).

Humanos:

- El profesor de física y química.
- Un experto de la planta de producción de Sargadelos.

Para la efectiva realización de la propuesta de intervención el profesor de física y química debe contar con unos conocimientos mínimos sobre el arte de la cerámica, en caso contrario se podría apoyar en el profesor de artes plásticas.

3.3.7. Evaluación

En la unidad didáctica se han empleado distintos instrumentos y criterios de evaluación para determinar el proceso de aprendizaje del alumnado durante las distintas actividades.

Al comienzo de la unidad didáctica se lleva a cabo una evaluación inicial para conocer las ideas previas de los alumnos y así establecer el punto de partida del proceso de enseñanza aprendizaje.

Durante todo el desarrollo de las actividades se ha llevado a cabo una evaluación continua a través de la observación de la participación de los alumnos, las tareas que hacen en clase y lo que van incluyendo en el portafolio digital. Esta evaluación también será formativa y sumativa, es decir, se evaluará el progreso a lo largo de las actividades y cada uno de los instrumentos de evaluación asociados tendrá asignada una calificación y representará un porcentaje de la nota final.

A continuación, se indican los instrumentos de evaluación empleados para las distintas actividades.

Tabla 12. **Escala de valoración 1.**

	0 ptos	1 pto	1,5 ptos	2 ptos
El alumno presenta interés por la tarea				
El alumno participa de manera activa				
Existe una adecuada interacción con el grupo				
Expone sus ideas de manera ordenada y respetuosa				
El alumno tiene una actitud positiva				

Fuente: elaboración propia.

La escala de valoración 1 se emplea para evaluar la actitud y participación del alumnado en las actividades 1 y 2.

Tabla 13. **Escala de valoración 2.**

	0 ptos	1 pto	1,5 ptos	2 ptos
El alumno presenta interés por la tarea				
El alumno participa de manera activa				
Existe una adecuada interacción con el grupo				
El alumno tiene una actitud positiva				
El material de laboratorio se emplea de forma adecuada				
El alumno tiene en cuenta las normas de seguridad				
El alumno deja el material limpio y ordenado al finalizar la tarea				

Fuente: elaboración propia.

La escala de valoración 2 se emplea para evaluar la actitud, participación y el trabajo de laboratorio durante los ejercicios prácticos de las actividades 3, 4, 5 y 6.

Tabla 14. **Escala de valoración 3.**

	0 pts	0,5 pts	1 pts	1,5 pts
La información se muestra de manera clara, ordenada y es completa.				
Responde a todas las preguntas de forma razonada y coherente.				
Se incluye un diagrama de flujo con las distintas fases del proceso productivo.				
Indica las propiedades de la materia en cada fase.				
Identifica algún cambio de estado que ocurre en el proceso productivo.				
Relaciona las propiedades de la cerámica con sus aplicaciones.				
Demuestra que entiende el valor cultural del arte de la cerámica				

Fuente: elaboración propia.

La escala de valoración 3 se emplea para evaluar el informe de la visita pedagógica relativo a la actividad 7.

Tabla 15. **Escala de valoración 4**

	0 pts	0,5 pts	0,75 pts	1 pts
El grupo expone la información de manera clara y ordenada y con un diseño original.				
Se presenta un producto cerámico explicando en detalle su relevancia e impacto en la sociedad.				
El grupo responde de manera adecuada a las dudas de los compañeros.				
Los participantes del grupo se comportan de manera correcta durante la exposición oral.				

Fuente: elaboración propia.

La escala de valoración 4 se emplea para la coevaluación por parte de los alumnos de la actitud, participación y exposición de la presentación de los grupos en la actividad 8.

Tabla 16. **Lista de cotejo**

	Si	No
El alumno se comporta de manera adecuada y respetuosa durante la visita.		
El alumno demuestra haber leído el guion de la visita y conoce los objetivos que se pretenden conseguir.		
El alumno está atento y toma notas correspondientes para la elaboración del informe de la visita.		
El alumno participa activamente haciendo preguntas al experto de la fábrica de porcelana.		

Fuente: elaboración propia.

Esta herramienta de evaluación se emplea para evaluar la actitud y participación del alumnado durante la visita pedagógica correspondiente a la actividad 7.

Rúbrica de evaluación 1 (Anexo H)

Se hace uso de una rúbrica para la evaluación del portafolio personal, tanto su organización, contenido, así como realización correcta de las tareas de acuerdo con los estándares de aprendizaje.

Rúbrica de evaluación 2 (Anexo I)

Mediante la rúbrica 2 se evalúan las memorias de prácticas correspondiente a las actividades 3, 5 y 6. Se evalúa la información recogida, organización, contenido y consecución de los criterios de aprendizaje.

Criterios de evaluación y calificación:

A continuación, se indican los criterios de calificación, especificando la contribución a la nota final para cada evaluación. Asimismo, se relacionan los elementos evaluados los instrumentos de evaluación empleados y los estándares de aprendizaje.

Tabla 17. **Criterios de evaluación y calificación**

Evaluación	Instrumento	CE	Contribución
Actitud y participación en clase • Actividad 1, 2,8%	Escala de valoración 1	N/A	15 %
Actitud, participación y trabajo de laboratorio • Actividad 3, 4 5, 65%	Escala de valoración 2	CE1, CE2	
Actitud y participación en la visita pedagógica • Actividad 7.....2%	Lista de cotejo	N/A	
Portafolio personal	Rúbrica de evaluación 1	CE3, CE5, CE6	35 %
Memorias de prácticas • Actividad 313% • Actividad 510% • Actividad 67%	Rúbrica de evaluación 2	CE1, CE3, CE4, CE5, CE6	30 %
Informe de la visita pedagógica • Actividad 715%	Escala de valoración 3	CE3, CE4, CE5	15%
Exposición oral • Actividad 85%	Escala de valoración 4	N/A	5%

Fuente: elaboración propia.

3.4. Evaluación de la propuesta

En la propuesta de intervención se plantean 12 sesiones para llevar a cabo la enseñanza en contexto e interdisciplinar de la física y la química a través del arte de la cerámica para un curso de 3º de la ESO.

El arte de la cerámica será el elemento central de la unidad didáctica y el punto de partida para el aprendizaje de los contenidos didácticos. Las actividades se han diseñado de manera creciente en cuanto a dificultad con la intención de que los alumnos se vayan familiarizando y desarrollando el conocimiento sobre la rama artística. La naturaleza de las actividades planteadas es variada y dinámica con la finalidad de conseguir una mayor motivación y participación del alumnado, así como la adquisición progresiva del conocimiento y el desarrollo de un trabajo competencial completo.

Para la efectiva implementación en el aula y como punto esencial de partida, será necesario que el centro educativo disponga de un aula de artes con horno de cocción y que el docente de la asignatura posea unos conocimientos mínimos sobre el arte de la cerámica.

A la hora de evaluar la propuesta, se deberá tener en cuenta si se ha conseguido el objetivo general y los objetivos específicos, la metodología aplicada, las actividades, la motivación del alumnado y el papel del profesor. Esta información permitirá tener una visión global de los aspectos fundamentales para determinar su validez y reflexionar sobre áreas de mejora.

A continuación, se presenta la matriz DAFO que corresponde a la evaluación de la propuesta previo a su implementación en el aula, donde se recogen las fortalezas, debilidades, así como oportunidades y amenazas presentes.

Tabla 18. **Matriz DAFO**

FACTORES INTERNOS	FACTORES EXTERNOS
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
F1. Realización de actividades atractivas y dinámicas. F2. Trabajo competencial amplio. F3. Integración de recursos TIC. F4. Empleo de productos de la vida cotidiana. F5. Aprendizaje interdisciplinar. F6. Integración de aspectos culturales del entorno.	O1. Empleo del arte de la cerámica para la enseñanza de otros bloques de contenidos didácticos. O2. Que sirva de ejemplo para otros docentes y se fomente el empleo de la enseñanza contextualizada e interdisciplinar. O3. Coordinación con el departamento de artes para realizar otros proyectos.
DEBILIDADES	AMENAZAS
D1. Necesidad de que el docente posea unos conocimientos mínimos sobre la cerámica. D2. Necesidad de unos recursos mínimos. D3. Requerimiento de un trabajo previo de preparación por parte del docente. D4. Que pueda ser necesario más tiempo que el inicialmente programado para la realización de las actividades.	A1. Docente de física y química poco motivado. A2. Alumnado problemático que pueda dificultar la realización de las actividades. A3. Falta de recursos en el centro educativo. A4. Falta de tiempo para la realización de todas las sesiones de la unidad didáctica.

Fuente: elaboración propia.

La última actividad de la unidad didáctica (Actividad 9) corresponde a la evaluación por parte de los alumnos a través de un cuestionario (Anexo F). Con ella, se pretende que evalúen la utilidad y la capacidad motivadora de la metodología didáctica empleada, la labor del

profesor, la practicidad para la vida cotidiana de los contenidos tratados, la forma de exponerlos y las herramientas TIC empleadas.

Para que quede completo el proceso de evaluación, se plantea que el docente también evalúe la propuesta de intervención con el objetivo de identificar posibles limitaciones o mejoras que puedan ser tenidas en cuenta para futuras intervenciones. Se analizarán aspectos como la planificación, metodología y puesta en marcha. A continuación, se muestra la escala de valoración a emplear, siendo 1 “muy en desacuerdo” y 4 “muy de acuerdo”:

Tabla 19. *Escala de valoración para el docente*

	1	2	3	4
La planificación temporal es realista y no se han producido grandes variaciones durante la implementación.				
Los criterios de evaluación, herramientas de evaluación y la calificación han sido útiles y adecuados.				
La integración de las competencias en las actividades ha sido adecuada.				
La secuenciación de actividades propuesta ha sido adecuada en cuanto a complejidad creciente.				
La metodología empleada consigue motivar al alumnado y fomentar su participación.				
Los agrupamientos y recursos empleados han sido adecuados.				
El tiempo previsto para cada actividad ha sido adecuado.				
Los alumnos han sido capaces de realizar de manera autónoma las actividades previstas.				
Los alumnos han mostrado interés por el uso del arte de la cerámica como elemento principal de la unidad didáctica.				
Observaciones adicionales:				

Fuente: elaboración propia.

4. Conclusiones

El presente trabajo fin de estudios se plantea para dar respuesta a la problemática existente en las asignaturas de ciencias relativa al desinterés por parte de los adolescentes que desemboca en resultados académicos negativos, la desconexión con la vida real y el casi inexistente vínculo entre la enseñanza de las ciencias y la relación con la cultura

Partiendo de los objetivos inicialmente planteados, se puede decir que se ha cumplido en mayor medida el objetivo general ya que se ha diseñado una propuesta de intervención basada en el arte de la cerámica para la enseñanza en contexto e interdisciplinar de la física y química para el curso de 3º de ESO.

A lo largo de este documento, se ha ido aportando información que corresponde a los objetivos específicos inicialmente planteados en la introducción. En los siguientes párrafos se resumen las aportaciones principales que han contribuido a la consecución de éstos.

Se llevó a cabo un primer análisis sobre los factores principales de desmotivación de los adolescentes y sus preferencias para que las clases sean más interesantes, lo que sirvió como referencia para el diseño de las actividades de la propuesta de intervención.

Haciendo una revisión bibliográfica sobre las estrategias didácticas y metodologías actuales para la enseñanza de educación secundaria, queda de manifiesto la relevancia del constructivismo como base para la consecución de un aprendizaje real y activo por parte del alumnado, donde éste sea el constructor de su propio conocimiento.

En la secuencia didáctica se hace uso de la contextualización socioambiental tras presentar en el marco teórico información que avala los beneficios del uso de este enfoque metodológico para conseguir un aprendizaje significativo y que da respuesta a las necesidades e intereses de los alumnos, permitiendo que relacionen los contenidos de física y química con aspectos de su entorno.

Se profundiza en la relación existente entre el arte y la física y química y se revisan experiencias didácticas que usen el recurso artístico para la enseñanza interdisciplinar. Queda reflejado como el ofrecer una conexión entre ambas disciplinas es un factor motivador que facilita la comprensión y el cambio conceptual, lo que contribuye a desarrollar la cultura integral del alumno, a su formación científica y a un desarrollo competencial más amplio. Por todo ello, se

justifica la idoneidad del empleo del arte de la cerámica como elemento para llevar a cabo la contextualización socioambiental.

En base a todos los aspectos mencionados, se definen y diseñan las actividades de la propuesta de intervención estableciendo el vínculo entre los contenidos de física y química a trabajar y el arte de la cerámica.

Se puede concluir, por tanto, que, desde un punto de vista teórico, la propuesta de intervención planteada en el TFE es válida y cumple con los objetivos que se pretendían.

5. Limitaciones y prospectiva

En este último apartado se pretenden abordar las limitaciones que presenta la propuesta de intervención, así como oportunidades futuras que puedan surgir en base a esta línea de trabajo.

La limitación principal de la propuesta es el carácter teórico de su diseño y evaluación, por lo que será necesario la implementación en un centro educativo para poder realmente determinar su utilidad y practicidad.

En cuanto a la puesta en marcha, la limitación principal recae en los recursos de los que dispone el centro educativo, siendo necesario como mínimo la existencia de un aula de artes con horno de cocción. En caso de no ser así, algunas de las actividades de la unidad didáctica no podrían ser realizadas. Se podría, sin embargo, llevar a cabo ciertas modificaciones para conseguir cubrir los contenidos de física y química usando esta rama artística de una manera menos práctica. Asimismo, será necesario disponer del presupuesto necesario para los costes del material requerido y poder cubrir, al menos parcialmente el coste de la visita a la fábrica de porcelana de Sargadelos.

Asimismo, otra limitación presente es el conocimiento por parte del docente que, pese a no ser elevada la complejidad de las actividades, deberá poseer un conocimiento mínimo y sobre todo una actitud de interés y motivación sobre el arte de la cerámica.

Por otro lado, la propuesta se caracteriza por el fomento de la competencia digital, proponiendo que cada alumno haga uso de su ordenador personal y haga empleo del portafolio digital, así como de otras herramientas web. Este aspecto supondrá una limitación si el centro escolar no dispone de recursos, no pudiendo trabajarse por completo la competencia digital, pero no debería suponer una limitación para la ejecución de la unidad didáctica ya que la impartición de los contenidos, así como las tareas se podrían sustituir por el formato papel y el uso del cuaderno del alumno.

En cuanto a la prospectiva, son numerosas las oportunidades que ofrece el arte de la cerámica como vehículo para el proceso de enseñanza-aprendizaje, pudiendo ser empleada para la enseñanza de varios contenidos de Educación Secundaria o Bachillerato. Así, por ejemplo, en la etapa de la ESO se podrían cubrir los contenidos relativos al bloque de “la energía” y explicar conceptos como el calor, la temperatura o los tipos de transferencia de calor a través del

proceso que tiene lugar en el horno durante la cocción de las piezas cerámicas. Para la etapa de Bachillerato se podrían cubrir los contenidos relativos a “la reacción química” introduciendo las reacciones químicas de oxidación o reducción que se producen en el horno cerámico en función de su atmósfera.

A partir de la propuesta de intervención diseñada, y una vez evaluada su efectividad, se podría desarrollar un proyecto interdisciplinar con el departamento de artes, para incorporar la cerámica, así como otras ramas artísticas en el proceso de enseñanza de la física y la química.

Referencias bibliográficas

- Álvarez Pérez, M. (2001). Acercamientos a la Interdisciplinariedad en la Enseñanza – Aprendizaje de las Ciencias. *Resúmenes del Congreso Pedagogía*, 1-49. <http://conexiones.dgire.unam.mx/wp-content/uploads/2017/09/Acercamientos-a-la-interdisciplinariedad-en-la-ensenanza-de-las-ciencias.pdf>
- Barbosa Lima, M., Lins de Barros, H. y Terrazan, E. (2004). When the individual becomes person: an articulation between Poetry and Physics. *Ciência & Educação (Bauru)*, 10 (2), 291-305. <https://doi.org/0.1590/S1516-73132004000200010>
- Barragués Hernández, A. (2018). Arte Pictórico como recurso didáctico para enseñar la asignatura de Física y Química. Book of Abstracts. *Adaya Press*, 120. <http://www.adayapress.com/wp-content/uploads/2018/11/CIVINEDU2018.pdf>
- Bernal de Ramírez, I. (1991). Industria Cerámica Clásica. SENA. <https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/4803?show=full>
- Cachapuz, A.F. (2007) Arte y ciencia: ¿Qué papel juegan en la educación en ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 287-294. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3816/3392>
- Cobacho, J.M., Fernández-Ramos, M.D., Ballesta-Claver, J. (2016). La enseñanza de la Química en bachillerato: directrices y actuaciones prácticas. Un destello de luz en el cambio competencial. *Advances in innovation and Research, Secondary Education Journal*, 6(2), 1-27. <http://aires.education/articulo/la-ensenanza-de-la-quimica-en-bachillerato-directrices-y-actuaciones-practicas-un-destello-de-luz-en-el-camino-competencial/>
- Coca, D. M. (2015). Estudio de las motivaciones de los estudiantes de secundaria de Física y Química y la influencia de las metodologías de enseñanza en su interés. *Educación XX1*, 18(2), 215-235. <https://doi.org/10.5944/educxx1.14602>
- Colorado Ordoñez, P. (2016). Estrategias didácticas para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación superior. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 8(1), 148-158. <https://doi.org/10.22335/rlct.v8i1.363>

Decreto 43/2015, de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en el Principado de Asturias. *Boletín oficial del Principado de Asturias*, núm. 150, del 30 de junio de 2015.

<https://sede.asturias.es/bopa/2015/06/30/2015-10785.pdf>

Díaz Hernando, M. (2018). Enseñanza de las reacciones químicas a través de metodologías activas para 3º de E.S.O en el contexto de la vida cotidiana. Trabajo Fin de Máster. Universidad Pública de Navarra. Académica-e.

<https://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/31010/TFM18-MPES-FQ-DIAZ-120374.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Dorgu, T. E. (2015). Different Teaching Methods: A Panacea for Effective Curriculum Implementation in the Classroom. *International Journal of Secondary Education*, 3(1), 77-

87. <https://doi.org/10.11648/j.ijsedu.s.2015030601.13>

Educaplus. (2022). *Estados de ageración de la materia*.

<http://www.educaplus.org/game/estados-de-agregacion-de-la-materia>

Fiallo Rodríguez, J. (2001). La interdisciplinariedad en la escuela: Un reto para la calidad de la educación. La Habana: Pueblo y Educación.

<https://en.calameo.com/books/000233168035d8cebb060>

Galán, E., y Aparicio, P. (s. f.). Materias primas para la industria cerámica. Universidad de Sevilla.

[https://www.researchgate.net/publication/233911019 Materias primas para la industria ceramica](https://www.researchgate.net/publication/233911019_Materias_primas_para_la_industria_ceramica)

García de Cura, M.A. y Cañaveras, J.C. (2006). Utilización de rocas y minerales industriales. *Universidad de Alicante: Sociedad Española de mineralogía*, 2, 31-48.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=661536>

García-Martínez, N., García-Martínez, S., Andreo-Martínez, P. y Almela, L. (2018). Ciencia en la cocina. Una propuesta innovadora para enseñar Física y Química en educación secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 36(3), 179-198.

<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2473>

- García Molina, R. (2011). Ciencia recreativa: un recurso didáctico para enseñar deleitando. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8, 370-392. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2728/2376>
- Geijo Vegas, N. (2020). Propuesta de prácticas contextualizadas para enseñar química a través de la fotografía. Trabajo Fin de Máster. Universidad de Valladolid. Uva. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/43378>
- Jiménez-Tenorio, N., Oliva, J.M. (2016). Aproximación al estudio de las estrategias didácticas en ciencias experimentales en formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: descripción de una experiencia. *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 13(1), 121-136. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i1.09
- Khan, G. N., & Ali, A. (2012). Higher secondary school students' attitude towards chemistry. *Asian Social Science*, 8(6), 165-169. <https://doi.org/10.5539/ass.v8n6p165>
- Ley orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín oficial del estado, núm. 106, del 4 de mayo de 2006. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2006/BOE-A-2006-7899-consolidado.pdf>
- Ley orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, por la mejora de la calidad educativa. Boletín oficial del estado, núm. 295, del 10 de diciembre de 2013. <https://www.boe.es/boe/dias/2013/12/10/pdfs/BOE-A-2013-12886.pdf>
- Leyún Orrico, M. (2017). Usos de la cerámica en las practicas artisticas contemporaneas. Facultad de Bellas Artes. Universidad del País Vasco. Dialnet. https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/24051/TESIS_LEYUN_ORRICO_MAITE.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Markic, S., & Eilks, I. (2012). A Comparison of Student Teachers' Beliefs from Four Different Science Teaching Domains Using a Mixed Methods Design. *International Journal of Science Education*, 34(4), 589-608. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.608092>
- Mendoza Cruz, M. (2004). Poesía Química. *Instituto Politécnico Nacional*. México DF. www.publicaciones.ipn.mx/PDF/1326.pdf

- Meroni, G., Copello, M.I. y Paredes, J. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educación Química*, 26, 275-280. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.07.002>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional – MEFP (2019). PISA 2018. Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes. Informe español. https://sede.educacion.gob.es/publiventa/descarga.action?f_codigo_agc=20372
- Muñoz Rodríguez, J.M., Hernández Serrano, M.J. y Serrate González, S. (2019). El interés por el conocimiento científico de los estudiantes de secundaria en España. *Educación Social, Campinas*, 40. <https://doi.org/10.1590/ES0101-73302019187204>
- Murillo Ligorred, V., Serón Torrecilla, F.J. y Revilla Carrasco, A. (2020). Una propuesta interdisciplinar de aprendizaje de la luz y el color a través de la obra de Ignacio Fortún. *Asociación Aragonesa de Críticos de Arte*, (50). <http://www.aacadigital.com/contenido.php?idarticulo=1644>
- Murphy, C. y Beggs, J. (2006). Children perceptions of school science. *School Science Review*, 84(308), 109-116. https://www.researchgate.net/publication/228599396_Children's_perceptions_of_school_science
- Oliver-Hoyo, M.T., Alconchel, F. y Pinto, G. (2012). Metodologías activas para el aprendizaje de la Física: un caso de hidrostática para su introducción en la práctica docente. *Revista Española de Física*, 26(1), 45-59. <http://revistadefisica.es/index.php/ref/article/view/1349>
- Parente, P., González, A. (2012). La divulgación de la física a través del arte: un enfoque interdisciplinar. Enseñanza y divulgación de la química y la física. *Ibergaceta Publicaciones*, 1,33-40. http://handbook.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS_20/Ingenieria%20de%20Alimentos/ensenanza-y-divulgacion-de-la-quimica-y-la-fisica-2012.pdf#page=34
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín oficial del estado*, núm. 3, del 3 de enero de 2015. <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>
- Robles, A., Solbes, J., Cantó Doménech, J. y Lozano Lucía, O. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria

- Obligatoria. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 14(3), 361-376. <https://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/49541/108566.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Roelofs, E., & Terwel, J. (2010). Constructivism and authentic pedagogy: State of the art and recent developments in the Dutch national curriculum in secondary education. *Journal of Curriculum Studies*. 31(2), 201-227. <https://doi.org/10.1080/002202799183232>
- Rogliano, A., Moviglia, M. (2010). Cerámica: arte y funcionalidad. *Congreso Iberoamericano de Investigación Artística y Proyectual y V Jornada de Investigación en Disciplinas Artísticas y Proyectuales, la Plata*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/39008>
- Sánchez Guadix, M. (2009). Es posible desarrollar la competencia artística y cultural desde la química. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 6(3), 466-476. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2009.v6.i3.11
- Sanjuán González, S. (2020). *Propuesta de aprendizaje servicio y ciencia cotidiana con productos de limpieza para 2º de Educación Secundaria Obligatoria*. Trabajo Fin de Master, UNIR. Re-UNIR. <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/11213/SANJUAN%20GONZALEZ%2c%20SILVIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Santos Ellakuria, I. (2019). Fundamentos para el aprendizaje significativo de la biodiversidad basados en el constructivismo y las metodologías activas. *Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes*, 8(2), 90-101. <https://doi.org/10.21071/ripadoc.v8i2.12170>
- Seara, M. (2021). La ciencia en la radio pública Española como herramienta contra las fake news: el caso de A los hombros de gigantes. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 16, 13-21. <https://www.redalyc.org/journal/924/92467621004/92467621004.pdf>
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique*, 67, 53-61. https://www.uv.es/jsolbes/documentos/Alambique_Solbes_2011.PDF
- Solbes, J., Montserrat, R. y Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 117(21), 91-117. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2475999>

- Vázquez González, C. (2004). Reflexiones y ejemplos de situaciones didácticas para una adecuada contextualización de los contenidos científicos en el proceso de enseñanza. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias.*, 1(3), 213-223. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2004.v1.i3.05
- Villafañe Alonso, M. (2017). La química y el arte de la pintura. Trabajo Fin de Máster. Universidad de Valladolid. UVa. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/26177>
- You, H. S. (2017). Why Teach Science with an Interdisciplinary Approach: History, Trends, and Conceptual Frameworks. *Journal of Education and Learning*, 6(4). <https://doi.org/10.5539/jel.v6n4p66>

Anexo A: Cuestionario inicial

Cuestionario inicial: el arte de la cerámica y su relación con la física y la química

La cerámica es un producto que ha sido fabricado por el hombre desde la antigüedad y que tiene gran presencia en nuestra vida cotidiana. La cerámica es una rama artística con la cual se pueden producir tanto objetos estéticos como funcionales.

Este cuestionario inicial sirve para determinar lo que conoces sobre este producto cotidiano y tu interés. No será tenido en cuenta para la calificación final, simplemente me ayudará para saber cuál es el punto de partida y vuestros intereses. Responde por favor con sinceridad, ¡gracias!

1. ¿Qué conoces sobre el arte de cerámica y sobre los productos cerámicos?

2. ¿Habías pensado alguna vez que es necesario tener conocimientos físicos y químicos para elaborar cerámica?

3. ¿Dónde crees que está la “química” y la “física” en estos productos?

4. ¿Crees que tienes algún objeto de cerámica en casa? ¿Es un objeto artístico o funcional?

5. ¿Te gusta el arte?

6. ¿Te parece llamativo el aprender física y química a través de esta rama artística?

7. Puedes añadir cualquier otro comentario u opinión.

Anexo B: Guion de prácticas 1

Guion de prácticas para la elaboración de una pieza cerámica.

1. Desarrollo de la práctica

Dispondrás de las materias primas necesarias para realizar de manera creativa una pieza de arte cerámica. Deberás evaluar las propiedades generales y específicas de la materia, ver cómo van cambiando a lo largo de las distintas fases y documentar toda la información.

Debes preparar una memoria de prácticas, usando este guion como referencia donde presentes el diagrama de flujo del proceso incluyendo las propiedades que has evaluado, así como cualquier otra información adicional. Responde además a todas las preguntas.

Material:

- | | |
|------------|------------------------|
| - Arcilla | - Regla |
| - Agua | - Calibre |
| - Espátula | - Vaso de precipitados |
| - Báscula | - Horno |

Procedimiento:

Paso 1: Coge la arcilla (ya limpia sin impurezas) y añade agua hasta obtener una mezcla homogénea a la que se le pueda dar forma (similar al a plastilina).

1.1 Indica las propiedades específicas de cada materia prima empleada: (dispondrás de báscula, vaso de precipitados reglas y calibre para su determinación. Piensa qué necesitas emplear en cada caso). Indica las unidades de medidas correctas haciendo uso del sistema internacional.

Paso 2: Una vez mezcladas las materias primas procede al moldeado de la pieza que desees realizar. Puedes hacer uso de diferentes elementos para aportar textura a la pieza u otros acabados interesantes. ¡Intenta hacer uso de tu lado creativo!

Si tienes problemas para moldear la pieza, puede ser que no hayas empleado las cantidades adecuadas de arcilla y agua.

2.1 ¿Qué crees que pasará si añades demasiada agua a la mezcla? ¿Crees que afectará a sus propiedades? Razona tu respuesta.

Paso 3: Deja secar las piezas al aire libre.

Paso 4: Una vez que la pieza está totalmente seca comprueba cómo son las propiedades de ésta. Si lo deseas puedes adornar la pieza con pigmentos.

4.1 ¿Cómo es su consistencia? ¿Está más dura que inicialmente? ¿Se puede moldear?

4.2 ¿Tiene fracturas?

4.3 ¿Cómo varía la masa y que ha pasado con el volumen? ¿Notas cambios visibles?

4.4 Explica lo que crees que ha ocurrido durante el proceso de secado.

4.5 ¿Qué son los pigmentos? Busca información sobre sus características químicas.

Con ayuda del profesor mete las piezas en el horno para su cocción.

Paso 5: El profesor sacará las piezas del horno cuando ya estén cocidas. Deja que se enfríen y determina de nuevo las propiedades de la pieza cerámica ya formada. Anota cualquier información relevante adicional.

5.1 Determina las propiedades de la pieza cerámica (masa, volumen y densidad) y argumenta como han ido variando estas propiedades en el proceso.

5.2 Asimismo, indica qué crees que ha ocurrido con su dureza, plasticidad y fragilidad. ¿Ha cambiado la utilidad del producto? ¿Puede emplearse para contener líquidos?

5.3 ¿Has realizado tu pieza cerámica con una finalidad estética, funcional o ambas?

5.4 ¿Te parece interesante esta rama artística?

5.5 Elabora una conclusión final.

Anexo C: Guion de prácticas 2

Guion para la práctica experimental de cambios de estado

1. Preguntas previas a la práctica.

- 1.1 ¿Cuáles son los estados de la materia y cómo se mueven las partículas en cada caso?
- 1.2. ¿Tras haber realizado la pieza cerámica qué cambios de estado crees que han tenido lugar durante el proceso?
- 1.3. El agua es fundamental en el proceso de elaboración de materiales cerámicos. ¿En qué estados se encuentra el agua en las diferentes fases del proceso?

2. Desarrollo de la práctica

Se va a determinar experimentalmente como se producen los cambios de estado del hielo mediante la aplicación de una fuente de calor.

Objetivos

- Comprobar experimentalmente los cambios de estado del agua y su relación con la temperatura.
- Familiarizarse con la toma de datos.
- Aprender a hacer una representación gráfica.

Material:

- | | |
|--|------------------|
| - Hielo | - Mechero Bunsen |
| - Vaso de precipitados resistente al fuego | - Termómetro |
| - Trípode | - Cronómetro |
| - Rejilla | - Varilla |

Normas de seguridad:

- Se va a realizar la práctica empleando fuego y agua hirviendo. Este procedimiento puede ser peligroso por lo que se deberá tener mucha precaución.
- Mantén una distancia prudencial y evita tocar el vaso durante el proceso de calentamiento.
- Al finalizar el experimento haz uso de un trato o de unos guantes protectores de calor para coger el recipiente y evitar quemaduras.
- Emplea una bata de laboratorio.

Procedimiento:

Paso 1: Sujetar la rejilla con el trípode y colocarlo a una cierta altura por encima del mechero Bunsen.

Paso 2: Añadir el hielo en el vaso de precipitados (aproximadamente 1/3 del volumen del recipiente) e introducir el termómetro.

Paso 3: Medir la temperatura inicial del hielo y anotar la temperatura.

Paso 4: Encender el mechero Bunsen para que se vaya calentando el hielo que está contenido dentro del vaso de precipitados e ir tomando medidas de temperatura en intervalos de tiempo de 1 minuto.

Paso 5: Una vez que se han observado los distintos cambios de estado apagar el mechero, esperar a que se enfríe el recipiente y finalmente recoger todo el equipo material de laboratorio.

Tabla de recogida de datos:

Temperatura (°C)								
Tiempo (min)								

3. Ejercicios posteriores a la práctica.

3.1 Explica si crees que es posible que se pueda realizar el proceso inverso al visto en la práctica. Es decir, el paso de gas a líquido o de líquido a sólido. Piensa en situaciones de la vida cotidiana donde se produzcan y pon algún ejemplo.

3.2 ¿Crees que se forma vapor de agua en la sala donde dejamos a secar las piezas de cerámica? ¿Cómo se podría comprobar esto?

3.3 Explica las propiedades del agua, de la arcilla y del vapor de agua (desprendido durante el secado) utilizando el modelo cinético-molecular.

3.3 A partir de los datos recogidos en la tabla realiza una gráfica temperatura - tiempo e indica el estado en cada tramo de la gráfica.

3.4 Elabora una conclusión final.

Anexo D: Guion de prácticas 3

Guion para el ejercicio práctico de separación de mezclas

1. Desarrollo de la práctica

Se dispone de un conjunto de mezclas de materiales principalmente relacionados con la fabricación de la cerámica. Identifica de qué tipo de mezcla se trata y diseña una estación de trabajo con el método de separación adecuado.

Objetivos:

- Analizar las propiedades de cada sustancia de la mezcla.
- Diseñar una estación de trabajo para la separación de la mezcla asignada.
- Seleccionar y emplear adecuadamente el material de laboratorio.
- Llevar a cabo el ejercicio práctico de separación de mezclas.

Mezclas:

- Mezcla de arcilla seca con otras piedras e impurezas.
- Mezcla de agua con piedras y arena.
- Mezcla de pigmentos naturales molidos con un contenido de virutas metálicas.
- Mezcla de agua con jabón.
- Mezcla de agua con sales minerales disueltas.

Material de laboratorio:

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| - Imán | - Pinzas |
| - Embudo de vidrio | - Probeta |
| - Vaso de precipitados | - Pera de decantación |
| - Filtros | - Vidrio de reloj |
| - Matraz volumétrico | - Tamiz |
| - Trípode | - Máquina centrífuga |

2. Actividad

Deberás preparar una memoria de prácticas donde describas la estación de trabajo, así como el procedimiento empleado para separar cada mezcla, las propiedades de cada compuesto y elaborar una conclusión final.

Anexo E: Guion de la visita

Guion de la visita a la fábrica de Porcelana Sargadelos.

La porcelana es un tipo de material cerámico con gran relevancia artística y funcional. La fábrica de Sargadelos, localizada en Sargadelos (municipio de Lugo, Galicia) fue fundada en el SXIX por Antonio Raimundo Ibañez, al cual posteriormente se le otorgaría el título de marqués de Sargadelos (nacido en Ferreirela, Asturias).

Los productos de Sargadelos son característicos por su color blanco y azul con sus numerosos y variados diseños.

1. Desarrollo de la visita

Objetivos:

- Identificar las materias primas empleadas en la fabricación de porcelana e indicar el estado de agregación en que se encuentran en cada fase del proceso productivo.
- Explicar cuáles son las propiedades más características de la porcelana.
- Identificar los estados de agregación y cambios de estado ocurridos durante el proceso.
- Explicar las distintas fases del proceso productivo, de manera esquemática mediante un diagrama de flujo.
- Indicar cuáles son los productos de porcelana fabricados y la utilidad para la vida cotidiana.

2. Preguntas adicionales

2.1 ¿Qué te ha parecido la visita? ¿Qué es lo que más te ha llamado la atención?

2.2 ¿Qué ventajas crees que aporta el empleo de equipamiento industrial en la producción de productos cerámicos?

2.3 ¿Consideras que son relevantes los conocimientos de física y química para la obtención del producto final?

2.4 ¿Qué aportaciones culturales crees que tienen los productos artísticos de porcelana?

Anexo F: Cuestionario de evaluación de la unidad didáctica

A continuación, se muestra el cuestionario para evaluar la unidad didáctica.

Este cuestionario no será tenido en cuenta para la calificación de la asignatura, simplemente es una herramienta que me permitirá mejorar las futuras propuestas de intervención.

Responde por favor de manera sincera a las siguientes preguntas:

1. ¿De manera general, que te han parecido las actividades propuestas? (Entretenidas, aburridas, ...)

2. Nombra las 2 actividades que te hayan parecido más interesantes y las 2 que menos.

3. ¿Qué te ha parecido usar el arte de la cerámica como recurso para la enseñanza de física y química?

4. ¿Consideras que estas propuestas han hecho que las clases de física y química fueran más entretenidas? Puntúa con una escala de 1 a 10

Propuesta	Puntuación
Uso de herramientas TIC (videos, simulador, etc.)	
Ejercicios prácticos de laboratorio	
Salida pedagógica	

Trabajos en grupo	
Uso del arte	
Debates/ puestas en común	

5. ¿Crees que lo que has aprendido en clase va a ser útil para tu día a día?

6. ¿Crees que te ha sido útil el empleo del portafolio digital para el proceso de aprendizaje?

7. ¿Te gustaría emplear el arte como recurso para la enseñanza de otras unidades didácticas o de otras asignaturas?

8. Dime si se te ocurre algún cambio que propondrías para las actividades que hemos realizado.

Anexo G: Fundamentos físicos y químicos de la cerámica

El proceso de fabricación de una pieza cerámica requiere la convergencia de conocimientos en química, física y estética ya que es necesario conocer tanto las características de materiales primas a emplear, como los procesos que tienen lugar hasta la transformación en el producto final.

Los materiales cerámicos, se pueden definir como sólidos, de naturaleza inorgánica, de estructura fundamentalmente policristalina constituidos por granos aglomerados como consecuencia de un tratamiento térmico (García y Cañaveras, 2006). Las propiedades principales que los caracterizan son la dureza, alta resistencia mecánica al calor, buena resistencia a la corrosión, capacidad aislante de la electricidad y fragilidad, siendo esta uno de sus mayores inconvenientes (Bernal, 1991).

A continuación, y para mostrar los aspectos físicos y químicos que están presentes en este arte, se explican las distintas fases y procesos en la elaboración de la cerámica (Bernal, 1991 y García y Cañaveras, 2006):

1. Selección de las materias primas: este es el primer paso, y va a condicionar el resto de las fases y las características del producto final.

Las materias primas presentan una amplia variedad en su composición química y mineral, pureza, estructura física y química y tamaño de partícula, entre otros. Muchos materiales se pueden encontrar en depósitos naturales, otros son minerales industriales que han pasado procesos de refinado y eliminación de impurezas. Las materias primas empleadas tradicionalmente son la arcilla u otros materiales plásticos, las materias primas no plásticas (desengrasantes o fundentes) y el agua. Como materias primas adicionales se pueden emplear esmaltes y pigmentos.

Las arcillas son rocas sedimentarias de grano fino, mezcla de minerales cristalinos diferentes, filo-silicatos que desarrollan plasticidad cuando se mezclan con unas cantidades determinadas de agua. Generalmente, están formadas por mezclas con otras formas de sílice, óxidos de hierro, alúmina o titania. Un ejemplo de su composición sería: $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$

Las materias primas no plásticas (desengrasantes o fundentes) tienen como finalidad reducir la plasticidad, mejorar la permeabilidad, y aportar óxidos para la formación de fases líquidas o

cristalinas. Los desgrasantes facilitan la migración de moléculas de agua durante el proceso de secado, permitiendo una mejor trabajabilidad, facilitando el secado y previniendo la aparición de fracturas. Los fundentes facilitan una cocción a menor temperatura y permiten la formación de nuevas fases.

Los materiales no plásticos más comúnmente empleadas en la actualidad son los feldespatos, la calcita y dolomita u óxidos de hierro, cobalto, etc. (fundentes y pigmentos), la sílice y el cuarzo (desgrasantes). El uso de estos aditivos es clave ya que tomará parte activa en las reacciones que tienen lugar en el proceso de cocción y contribuirá sustancialmente en la formación de las características finales de la pieza.

El agua es el principal líquido empleado en la producción de la mezcla. Es empleada para humedecer las partículas de las materias sólidas y para disolver sales u otros compuestos y sustancias poliméricas, alterando la consistencia mecánica. La calidad del agua es un factor importante, ya que la presencia de sustancias orgánicas e inorgánicas en suspensión o sales disueltas como cloruros o sulfatos podría tomar parte en las reacciones del proceso causando muchos daños en la pieza como agrietamientos u otros deterioros.

Los pigmentos son compuestos químicos empleados para dar color a la pieza y decorarla, estos pueden ser de origen natural como los óxidos metálicos o sintéticos.

Los esmaltes son una mezcla de materias o compuestos que se funden y vitrifican a temperaturas superiores a los 630°C. La función clave es que aporta una capa vítrea, sin poros haciendo que la pieza final sea impermeable. De esta forma, el producto final se puede emplear con comidas o bebidas y además se estará alargando la vida evitando que el agua y la humedad lo vayan erosionando. También sirven de decoración en si misma ya que recubren con una capa que puede ser transparente o de color.

Los esmaltes suelen tener tres componentes principales: dióxido de silicio, óxido de aluminio o óxidos de metales alcalinos y alcalinotérreos.

2. Preparación de la pasta: se lleva a cabo el “amasado” del material, mezclando todas las materias primas hasta conseguir una mezcla homogénea. La característica física que se persigue en esta fase es el comportamiento plástico y la composición química y mineralógica condicionarán las características del producto final.

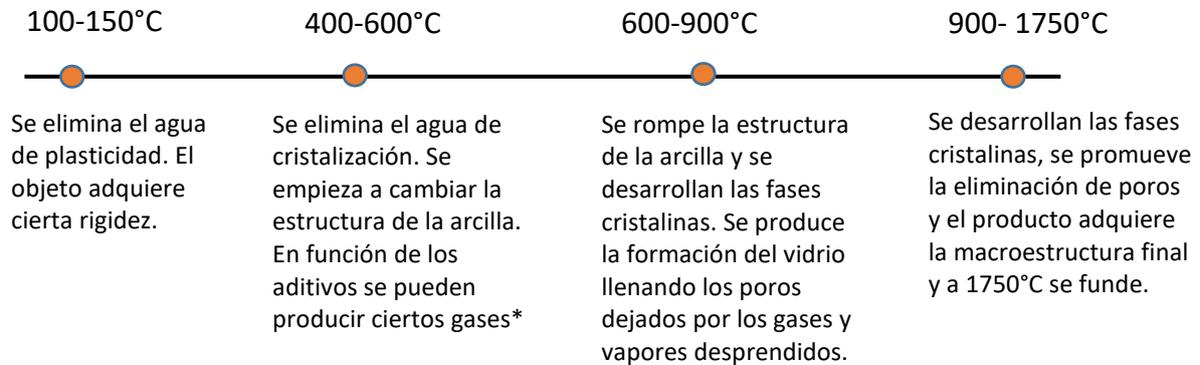
3. Moldeo: es el proceso de dar la forma que se desea al material. Se puede hacer de forma manual o empleando herramientas. Una vez obtenida la forma, se pueden realizar técnicas de decoración como el pegado de elementos como asas o la adición de texturas, relieves o adornos, por ejemplo. En este paso, se puede pintar la pieza con pigmentos o añadir un esmalte para conseguir impermeabilidad.

4. Secado: la finalidad del proceso de secado es la evaporación del agua del material. El agua se mueve hasta la superficie y las partículas de arcilla se acercan, produciéndose una pequeña contracción. Es muy importante controlar el proceso de evaporación, ya que si este ocurre de manera muy rápida se generarán tensiones internas que darán lugar a la aparición de fracturas. Tras el secado, el material moldeado tiene distintas propiedades físicas, adquiriendo cierta resistencia.

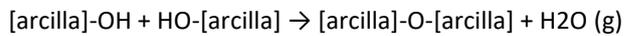
5. Cocción: es el proceso en el cual la pieza moldeada se introduce en el horno a una determinada temperatura (generalmente entre los 1000 – 1300°C) con unas condiciones de atmósfera del horno específicas (condiciones de presión, aireación interna, etc.) ocurriendo las reacciones químicas que darán lugar a las propiedades finales de la pieza cerámica. Dependiendo de las características finales que se deseen, la pieza puede pasar por el horno una o dos veces, por ejemplo, se puede añadir pigmento, hornear la pieza, y en una segunda fase, aplicar el vidriado y volver a cocerla.

A continuación, se presenta una línea de temperaturas donde se indican los cambios que van teniendo lugar en la pieza durante el proceso de cocción a presión constante. Es relevante aclarar que dependiendo de las características finales que se deseen se empleará una determinada temperatura máxima.

Figura 3. Variaciones producidas en el producto durante las distintas temperaturas de calentamiento.



* reacción de expulsión del agua químicamente ligada:



Fuente: elaboración propia.

La atmósfera del horno puede ser neutra, oxidante o reductora influyendo principalmente en el color del producto final. De esta manera, cuando la atmósfera es oxidante, se oxida la materia orgánica produciéndose agua y dióxido de carbono. Además, el Fe II se oxida a Fe III, dando lugar a cerámica de colores amarillos y rojos a temperaturas de unos 700°C. En la atmósfera reductora, se reduce la materia orgánica liberándose carbono. El hierro pasa de su forma Fe III a Fe II y a Fe metálico aportando un color negro o gris a la pieza.

Anexo H: Rúbrica de evaluación 1- Evaluación del portafolio personal

INDICADORES	NIVELES DE LOGRO			
	Excelente (100%)	Satisfactorio (60%)	Suficiente (40%)	Deficiente (0%)
Componentes del portafolio (25%)	Incluye y clasifica todas las anotaciones tomadas en clase, las tareas, memorias de prácticas y cualquier otra información. El portafolio está muy completo	Incluye y clasifica la mayoría de las anotaciones tomadas en clase, las tareas, memorias de prácticas y cualquier otra información. El portafolio está completo	Incluye y clasifica algunas anotaciones tomadas en clase, las tareas, memorias de prácticas y cualquier otra información. El portafolio está algo incompleto.	No incluye ni clasifica las anotaciones, tareas y memorias de prácticas. El portafolio está muy incompleto
Organización y orden (10%)	El portafolios está perfectamente ordenado y estructurado, siendo visualmente sencillo encontrar el contenido. Se hace una representación profesional y correcta de las tareas, anotaciones, reflexiones y memorias de prácticas.	El portafolios está ordenado y estructurado, siendo visualmente sencillo encontrar el contenido. Se hace una representación correcta de las tareas, anotaciones, reflexiones y memorias de prácticas	El portafolios no está muy ordenado y estructurado y es difícil encontrar el contenido. Las tareas, anotaciones, reflexiones y memorias de prácticas están recogidas de manera poco adecuada	El portafolios no está ordenado ni estructurado, lo que dificulta encontrar el contenido. No se muestra de manera correcta los distintos elementos.
Dominio de los conocimientos (55%)	Todas las tareas y ejercicios pedidos en clase están realizados de manera correcta, aplicando de forma adecuada los conocimientos físicos y químicos relativos a “la materia” y existe un análisis crítico de los resultados.	La mayoría de las tareas y ejercicios pedidos en clase están realizados de manera correcta aplicando de forma adecuada los conocimientos físicos y químicos relativos a “la materia” y existe un análisis crítico de los resultados.	Varias tareas o ejercicios pedidos en clase no están realizados de manera correcta, el alumno no tiene un buen dominio de ciertos conocimientos físicos y químicos relativos a “la materia” y no existe un análisis crítico de los resultados.	Las tareas o ejercicios pedidos en clase no están realizados de manera correcta, el alumno no demuestra conocimiento sobre los aspectos físicos y químicos relativos a “la materia” y no existe un análisis crítico de los resultados.
Expresión escrita (10%)	La información se presenta de forma clara y existe uno o ningún error de ortografía, puntuación o gramática.	La información se presenta de forma clara, pero existe algún pequeño error de ortografía, puntuación o gramática.	La información es más o menos clara y existen errores significativos de ortografía, puntuación o gramática.	La información no es clara y existen muchos errores graves de ortografía, puntuación o gramática.

Fuente: elaboración propia.

Anexo I: Rúbrica de evaluación 2- Evaluación de la memoria de prácticas

INDICADORES	NIVELES DE LOGRO			
	Excelente (100%)	Satisfactorio (60%)	Suficiente (40%)	Deficiente (0%)
Componentes de la memoria (30%)	Todos los elementos requeridos están presentes y todas las preguntas han sido respondidas. Además, se incluyen elementos que aportan mayor detalle a la memoria.	Todos los elementos requeridos están presentes y todas las preguntas han sido respondidas.	Algún elemento requerido está omitido o falta por responder alguna pregunta.	Varios elementos requeridos han sido omitidos o varias preguntas no han sido respondidas
Dominio de los conocimientos sobre los contenidos (40%)	Aplica los conocimientos físicos y químicos sobre las propiedades de la materia, los cambios de estado o los métodos de separación de mezclas de forma correcta en los apartados de la memoria, resuelve de manera correcta todas las preguntas y cálculos correspondientes. Presenta de manera adecuada el procedimiento experimental y los materiales empleados. Todos los apartados están razonados.	Hace uso de los conocimientos físicos y químicos sobre las propiedades de la materia, los cambios de estado o los métodos de separación de mezclas de forma correcta en los apartados de la memoria, resuelve de manera correcta la mayoría de las preguntas y cálculos correspondientes. Presenta de manera adecuada el procedimiento experimental y los materiales empleados.	Presenta algún error en los contenidos físicos y químicos aplicados en algunos apartados de la memoria o al resolver las cuestiones. Existen fallos en la explicación del procedimiento experimental seguido o la presentación de los materiales empleados.	No hace uso correcto de los conocimientos físicos y químicos para la elaboración de la memoria de práctica. Presenta numerosos errores en la resolución de las preguntas, en los cálculos o datos.
Organización de la información y datos (15%)	La memoria de prácticas está ordenada y estructurada y usa títulos y subtítulos para organizar visualmente el material. Se hace una representación profesional y correcta de los cálculos y datos en tablas, gráficas o diagramas de flujo	La memoria de prácticas está ordenada y usa títulos para organizar visualmente el material. Se hace una representación correcta de los cálculos y datos en tablas, gráficas o diagramas de flujo.	La memoria de prácticas está escrita de manera ordenada, pero el formato no ayuda a organizar visualmente el material. Se presentan los cálculos y datos de manera menos organizada, no haciendo uso de tablas, gráficas o diagramas de flujo.	La memoria de prácticas presenta información que se ve descuidada y es difícil su comprensión. Los cálculos y datos no se presentan de manera adecuada lo cual dificulta la comprensión.
Expresión escrita (15%)	La información se presenta de forma clara y existe uno o ningún error de ortografía, puntuación o gramática.	La información se presenta de forma clara, pero existe algún pequeño error de ortografía, puntuación o gramática.	La información es más o menos clara y existen errores significativos de ortografía, puntuación o gramática.	La información no es clara y existen muchos errores graves de ortografía, puntuación o gramática.

Fuente: elaboración propia.