

Identificación de preconcepciones de los estudiantes en Conservación-Restauración y su aplicación en el estudio estratigráfico: una herramienta efectiva para el aprendizaje significativo

Identification of student preconceptions in Conservation-Restoration and their application to stratigraphic study: an effective tool for meaningful learning

Laura Osete Cortina^a, Esther Nebot Díaz^b, M^aÁngeles Carabal Montagud^c

^aDepartamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Facultad de Bellas Artes, Universitat Politècnica de València, e-mail: losete@crbc.upv.es , ^bDepartamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Facultad de Bellas Artes, Universitat Politècnica de València, e-mail: esnedia@crbc.upv.es , ^cDepartamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Facultad de Bellas Artes, Universitat Politècnica de València, e-mail: macamon@crbc.upv.es

How to cite: Osete Cortina, L.; Nebot Díaz, E. y Carabal Montagud, M.A. (2024). Identificación de preconcepciones de los estudiantes en Conservación-Restauración y su aplicación en el estudio estratigráfico: una herramienta efectiva para el aprendizaje significativo. En libro de actas: *X Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia, 11 - 12 de julio de 2024. Doi: <https://doi.org/10.4995/INRED2024.2024.18398>

Abstract

This study focuses on the identification and understanding of threshold concepts in university degrees in conservation and restoration of cultural property. It highlights the importance of addressing student misconceptions and improving coordination among teaching staff. The educational context focuses on the subject "Fundamentals of Physics and Chemistry applied to Conservation" of the Degree in Conservation and Restoration of Cultural Heritage of the Faculty of Fine Arts. To achieve the objectives, activities are proposed, including the stratigraphic study, which involve observation and detection of learning problems and misconceptions, as well as the active participation of students in the process. The results obtained will allow the design of good teaching practices that improve the quality of student learning, working on the selection of threshold concepts and preconceptions to overcome the misconceptions identified. This collaborative approach between teachers and students seeks to promote a deeper and more meaningful understanding of the fundamental concepts in the discipline, contributing to the development of more effective pedagogical strategies in the teaching of conservation and restoration of cultural property

Keywords: *student preconceptions; meaningful learning; Conservation-Restoration; physics and chemistry; stratigraphic study, SoTL*

Resumen

Este estudio está enfocado en la identificación y comprensión de los conceptos umbral en los títulos universitarios de conservación y restauración de bienes culturales. Se destaca la importancia de abordar las concepciones erróneas de los estudiantes y mejorar la

coordinación entre el profesorado. El contexto educativo se centra en la asignatura "Fundamentos de Física y Química aplicados a la Conservación" del Grado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la Facultad de Bellas Artes. Para lograr los objetivos, se plantean actividades, entre ellas el estudio estratigráfico, que involucran la observación y detección de problemas de aprendizaje y concepciones erróneas, así como la participación activa de los estudiantes en el proceso. Los resultados obtenidos permitirán diseñar buenas prácticas docentes que mejoren la calidad del aprendizaje del alumnado, trabajando en la selección de conceptos umbrales y preconcepciones para superar los conceptos erróneos identificados. Este enfoque colaborativo entre profesores y estudiantes busca promover una comprensión más profunda y significativa de los conceptos fundamentales en la disciplina, contribuyendo al desarrollo de estrategias pedagógicas más efectivas en la enseñanza de la conservación y restauración de bienes culturales

Palabras clave: *preconcepciones de los estudiantes; aprendizaje significativo; Conservación-Restauración; física y química; estudio estratigráfico, SoTL*

Introducción

En el ámbito de la educación superior, la identificación y comprensión de los conceptos umbrales desempeña un papel significativo en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Los conceptos umbrales, también conocidos como "threshold concepts", se refieren a aquellos conceptos fundamentales en una disciplina que, una vez comprendidos, transforman la percepción y comprensión de un estudiante sobre el tema en cuestión (Meyer y Land, 2003). Estos conceptos suelen ser difíciles de entender al principio, pero una vez superados, permiten un avance significativo en el conocimiento y la comprensión de la materia.

Su identificación no es tarea fácil, de hecho, la idea misma de un concepto umbral puede considerarse un concepto umbral (Atherton et al., 2008). Desde la definición temprana de Meyer & Land, que identificaban cinco características: transformador, irreversible, problemático, que presenta la capacidad de ser integrador y acotado, se trata de un término que continua en evolución. En este sentido, aunque existen características comunes en los conceptos umbrales, como la transformación que generan en la comprensión y el hecho de que puedan resultar problemáticos para los estudiantes, también existen interpretaciones distintas en cuanto a qué características que lo definen son más relevantes o si es necesario que un concepto cuente con todas ellas para ser considerado umbral. Además, su identificación puede variar de una disciplina a otra y depende de la perspectiva de los actores involucrados, lo que plantea desafíos en la identificación y definición de los conceptos umbrales (Barradell, 2013).

A pesar de las dificultades que puede implicar su identificación, los beneficios que aportan son significativos, ya que la consecución de este objetivo no solo ayuda a los educadores a enfocar su enseñanza de manera más efectiva, sino que también proporciona a los estudiantes una base sólida para el aprendizaje significativo y el desarrollo de habilidades críticas en una disciplina específica. En concreto, la identificación de los conceptos umbrales proporciona a los educadores una comprensión más clara de los conocimientos esenciales que los estudiantes necesitan adquirir. Esto les permite enfocar su enseñanza de manera más efectiva y desarrollar estrategias pedagógicas adecuadas (Meyer y Land, 2003) (Knight, 2001). Asimismo, la integración de los aspectos más importantes y transformadores de una disciplina en el plan de estudios proporcionan una mejora del diseño curricular a través de su revisión y adaptación (Cousin, 2006) (Biggs y Tang, 2011) (Perkins, 1999).

Los conceptos umbrales, una vez comprendidos, transforman la manera en que los estudiantes ven y comprenden la disciplina, promoviendo así un aprendizaje más profundo y significativo (Meyer y Land, 2003) (Entwistle, 2000) (Marton y Pang, 2006), y suelen estar relacionados con la resolución de problemas y el pensamiento crítico dentro de una disciplina. Por este motivo, identificar estos conceptos ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades para abordar desafíos complejos y aplicar su comprensión de manera efectiva (Perkins, 2006) (Chi, 1981).

En lo que respecta a la detección de áreas de apoyo, identificar los conceptos que los estudiantes encuentran más difíciles de comprender permite a los educadores dirigir recursos adicionales y apoyo hacia esas áreas específicas, como tutorías o materiales educativos adicionales (Boud y Falchikov, 2006) (Black y Wiliam, 2009).

Para la identificación de los conceptos umbral se han empleado una amplia diversidad de metodologías según las disciplinas, que pueden incluir la observación directa en el aula, entrevistas informales con estudiantes y profesores, el análisis de soluciones a problemas, la revisión de exámenes anteriores y el análisis de materiales audiovisuales, entre otros (Meyer y Land, 2003). Algunos autores destacan la importancia de la conversación y colaboración entre profesores y estudiantes en la identificación de conceptos umbral, ya que estos diálogos permiten una comprensión más profunda de los procesos de aprendizaje y de las dificultades que pueden enfrentar los estudiantes al abordar nuevos conceptos (Cousin, 2006).

Otro de los aspectos que se destaca es la necesidad de inclusión de desarrolladores educativos en el proceso de identificación, que puede aportar una perspectiva única, así como experiencia en el diseño de materiales y estrategias de enseñanza que aborden los desafíos específicos asociados con estos conceptos (Barradell, 2013). Cultivar una comprensión compartida de los conceptos umbrales en una disciplina específica también se considera crucial, ya que esto facilita la implementación efectiva de estrategias de enseñanza diseñadas para abordar estos conceptos y apoyar el aprendizaje significativo (Perkins, 2006).

En el área de la Química, son numerosos los estudios centrados en la identificación de conceptos umbrales para mejorar la comprensión de los estudiantes en esta materia. Algunos de estos conceptos están relacionados con:

- La estructura atómica y molecular de la materia: Comprender la estructura de los átomos y las moléculas, así como los conceptos asociados como enlaces químicos y geometría molecular (Taber, 2001).
- La estequiometría: Los conceptos umbrales relacionados con este tema incluyen el balance de ecuaciones químicas y el cálculo de cantidades de sustancias (Cooper y Sandi-Urena, 2009).
- Termodinámica: Los estudios en este campo incluyen la comprensión de entalpía, entropía, y la ley cero de la termodinámica (Talanquer, 2011).
- La cinética química: Los conceptos umbrales pueden incluir la comprensión de los mecanismos de reacción y la teoría de colisiones (Taber y García-Franco, 2010).
- Estructura y propiedades de la materia: Comprender cómo la estructura molecular influye en las propiedades macroscópicas de la materia es esencial en química. Los conceptos umbrales pueden incluir la estructura del estado sólido, líquido y gaseoso, así como las propiedades asociadas a cada estado (Chang y Towns, 2017).

Hay que destacar, sin embargo, la importante relación entre los conceptos umbrales y las preconcepciones, o ideas preexistentes o concepciones erróneas que los estudiantes tienen sobre un tema (Vosniadou, 2008),

ya que estas pueden actuar como barreras dificultando la comprensión y asimilación de los nuevos conceptos fundamentales (Hammer, 1996).

Por ejemplo, en el campo de la física, un concepto umbral podría ser la ley de la conservación de la energía. Los estudiantes pueden tener preconcepciones erróneas sobre cómo funciona la energía en diferentes situaciones, lo que dificulta su comprensión de esta ley fundamental (Chi et al., 1981).

En el contexto de la enseñanza multidisciplinar de la conservación y restauración (CR) de bienes culturales, la identificación de los conceptos umbrales y preconcepciones del alumnado cobra especial relevancia. Esta disciplina abarca una amplia gama de áreas de conocimiento, que van desde la fotografía y la historia del arte hasta la física y la química aplicadas. La comprensión profunda de estos conceptos es esencial para integrar los diferentes aspectos de la conservación y restauración y para abordar de manera efectiva los desafíos prácticos y teóricos que surgen en este campo.

Sin embargo, a pesar de la importancia de estos conceptos umbrales, la bibliografía y la investigación docente en este ámbito son escasas. La falta de recursos previos dificulta la identificación y abordaje de los conceptos umbrales en la enseñanza de la conservación y restauración de bienes culturales. Esta situación subraya la necesidad de llevar a cabo un estudio que permita identificar y caracterizar estos conceptos, con el fin de mejorar la calidad del aprendizaje del alumnado y promover una comprensión más profunda y significativa de la disciplina.

Por todo ello, en el seno del Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la Facultad de Bellas Artes en la Universitat Politècnica de València, en el curso académico 2022-2023 se inició un proyecto de investigación docente institucional cuyo objetivo principal es identificar y caracterizar los conceptos umbrales en las asignaturas comunes o transversales de conservación y restauración de bienes culturales en la educación superior. Para ello, el proyecto se centra en materias como el registro de los bienes culturales, la física y química y la iconografía aplicadas a la CR. El proyecto va enfocado a la aplicación de Scholarship of Teaching and Learning (SoTL), centrando su objeto de investigación sobre los procesos de enseñanza y la aprendizaje disciplinares en educación superior, con el objetivo de la mejora de la comprensión profunda del estudiantado. Entre los objetivos de SoTL están promover la mejora de la enseñanza (Shulman y Hutchings, 2004), fomentando la reflexión y la práctica basada en la evidencia (Johansson y Felten, 2014), contribuyendo al conocimiento sobre cómo aprende el estudiantado (Weimer, 2013) y fortaleciendo la conexión entre la enseñanza y la investigación disciplinar de cada área (Boyer, 1990).

A través de la observación y detección de problemas de aprendizaje y concepciones erróneas por parte del alumnado, así como la participación activa de estos en el proceso, se busca diseñar y desarrollar prácticas docentes que promuevan una comprensión más profunda y significativa de los conceptos fundamentales en esta disciplina. Los resultados de este estudio no solo beneficiarán a los estudiantes al mejorar su comprensión y rendimiento académico, sino que también contribuirán al desarrollo de estrategias pedagógicas más efectivas en la enseñanza de la conservación y restauración de bienes culturales. Además, proporcionarán una base sólida para futuras investigaciones en este campo, llenando así un vacío significativo en la bibliografía y la investigación docente sobre este tema.

En el presente trabajo se presenta la metodología y los resultados preliminares obtenidos en el proceso de identificación de los conceptos erróneos más comunes entre los estudiantes de la asignatura Fundamentos de Física y Química para la Conservación en el Grado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales, materia troncal, fundamental para los cursos siguientes y con impacto directo en la formación integral y práctica laboral del estudiantado.

Objetivos

El objetivo general que se plantea en el PIME institucional ya mencionado es el siguiente:

OG1. Caracterizar los conceptos umbral de las asignaturas transversales en la enseñanza universitaria en Conservación y Restauración de Bienes Culturales

Este, se materializa de manera más concreta en:

OE1. Observar y detectar los problemas de aprendizaje y concepciones erróneas en la materia transversal de “Fundamentos de Física y Química aplicados a la Conservación”.

Así mismo, también se plantean los siguientes objetivos específicos:

OE2. Promover el trabajo en equipo en la investigación interdisciplinar de la CR a través de un espacio colaborativo en el que el profesorado pueda compartir y comparar los resultados obtenidos en las diferentes áreas.

OE3. Involucrar activamente al alumnado en la detección de los conceptos umbral.

Estos dos últimos objetivos se alinean con la importancia de cultivar una comprensión compartida de los conceptos umbral en una disciplina específica (Perkins, 2006) y la conversación y colaboración entre profesores y estudiantes en la identificación de conceptos umbral (Cousin, 2006). Se busca crear un espacio colaborativo donde el profesorado pueda compartir y comparar los resultados de la identificación de conceptos umbral en CR. Esto facilitará la implementación efectiva de estrategias de enseñanza diseñadas para abordar estos conceptos y apoyar el aprendizaje significativo. Fomentar, además, el trabajo en equipo en la investigación interdisciplinar permite que los distintos actores involucrados compartan perspectivas y conocimientos, enriqueciendo así el proceso de identificación de conceptos umbral en CR de Bienes Culturales. Asimismo, al involucrar activamente a los estudiantes en la detección de estos conceptos, se les brinda la oportunidad de compartir sus perspectivas y experiencias de aprendizaje, lo que puede enriquecer la comprensión de los conceptos umbral y mejorar la efectividad de las estrategias educativas diseñadas para abordarlos.

Los resultados de este estudio permitirán diseñar unas buenas prácticas docentes que favorezcan una mejora en la calidad del aprendizaje del alumnado, trabajando en una selección de conceptos umbral y preconcepciones con el fin de superar estos conceptos erróneos previamente identificados. La difusión de estas buenas prácticas docentes a su vez, permitirá ampliar la base de conocimiento hoy por hoy escasa sobre las dificultades de comprensión y las concepciones erróneas del alumnado en el ámbito de la CR.

1. Contexto educativo

La asignatura en la que se ha centrado el presente estudio es: “Fundamentos de Física y Química aplicados a la Conservación”, que se encuentra dentro del Plan de Estudios del Grado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la Facultad de Bellas Artes. La asignatura se centra en el estudio de los principales materiales integrantes de la pintura y policromías, esculturas, obra gráfica (dibujo) y objetos arqueológicos, principalmente en lo que se refiere a su composición, propiedades físico-químicas y los procesos de alteración que experimentan como consecuencia de la acción de los agentes medioambientales. En la Tabla 1 se exponen sus características generales.

Tabla 1. Características de la asignatura

Titulación	Curso	Carácter	Tipo	Nº ECTS	Tamaño de Grupo
Grado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales	1º	Obligatoria	Teoría y Práctica de Aula	6	2 grupos de 50 estudiantes

Se trata de una asignatura tras la cual los/as estudiantes serán capaces de reconocer los materiales que constituyen los Bienes Culturales y sus procesos de creación, describir sus propiedades físico-químicas y relacionarlas con los procesos de alteración que experimentan. Asimismo, permitirá a los/as estudiantes identificar los factores de deterioro del medio y su efecto en la obra, diseñar un programa de registro de condiciones medioambientales y realizar el análisis básico de los parámetros de temperatura, humedad relativa e iluminación.

Hay que destacar que el curso académico 2022-2023 fue el primero en el que se impartió esta asignatura debido a que entra en vigor el Nuevo Plan de Estudios del Grado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales en el cual materias como la física y química o la iconografía que hasta el momento no se impartían hasta 3º pasan a darse el primer curso, aunque con un carácter más introductorio.

El carácter transversal de esta asignatura radica en que constituye las bases sobre las que el estudiante podrá construir nuevos conocimientos para realizar el adecuado diagnóstico de un Bien Cultural, la comprensión de los procesos de conservación-restauración a llevar a cabo y los efectos que estos producen sobre los materiales que lo integran.

El perfil de estudiantes está siendo en este último curso académico bastante heterogéneo, con un incremento significativo de alumnado de procedencia asiática y de países de origen musulmán con ciertas dificultades con la lengua española. Además, la mayor parte de alumnos/as que acceden al grado carecen de una base científica sólida, ya que han tenido una formación orientada al área de las humanidades.

2. Desarrollo de la innovación

Para la consecución de los objetivos de esta investigación se han planteado una serie de actividades, que implican:

- la recogida de observaciones sobre los conceptos donde el alumnado encuentra los problemas de aprendizaje, efectuando una primera hipótesis de la detección de dificultades relacionadas con física y química aplicadas a la Conservación-Restauración

El análisis y procesamiento de los resultados obtenidos para:

- la creación y uso de una prueba, a distribuir al alumnado, enfocada a la detección de las concepciones alternativas del alumnado -que no son las del experto- y que acusan la falta de comprensión profunda.

En estas actividades, además, se pretende involucrar al alumnado en la detección de dificultades y concepciones erróneas en física y química.

Por otro lado, con el fin de promover el trabajo en equipo en la investigación interdisciplinar de la CR se han establecido también una serie de sesiones de trabajo grupales periódicas. Estas se han realizado tanto con el profesorado de otras asignaturas con contenidos transversales, como la Fotografía y Documentación, y la Iconografía aplicadas a la CR, como con otros docentes que también imparten materias de física y química en otros cursos del Grado.

2.1. El estudio estratigráfico como herramienta para evaluar la comprensión del alumnado

Una de las competencias específicas de la asignatura es que el alumnado sea capaz de reconocer los materiales constitutivos y los procesos de creación de los bienes culturales, de ahí la importancia de que sepan describir la estructura que presenta una obra pictórica, identificar los estratos que la integran, su composición general y especificar sus funciones en la obra.

En este sentido, los estudios estratigráficos juegan un papel fundamental en la CR de bienes culturales, ya que:

- Permiten identificar los diferentes materiales utilizados en la creación de una obra de arte o un bien cultural, así como su distribución y secuencia en capas, esencial para comprender su estructura y la técnica de elaboración empleada por el artista.
- Al analizar las capas de un bien cultural, es posible identificar daños o alteraciones que hayan ocurrido a lo largo del tiempo. Este diagnóstico es fundamental para planificar y llevar a cabo medidas de conservación y restauración adecuadas. Esto puede incluir la limpieza de superficies, la consolidación de materiales deteriorados o la reintegración de faltantes.
- Pueden revelar información sobre intervenciones de restauración previas, incluidos los materiales utilizados y las técnicas empleadas. Esta documentación es esencial para entender la historia del objeto y evitar intervenciones perjudiciales en el futuro (Wolbers et al., 2020).

Estos estudios implican la identificación y análisis de las capas o estratos que conforman el objeto, así como la documentación de cualquier cambio o intervención que haya experimentado a lo largo del tiempo y se llevan a cabo a través del examen microscópico de la sección transversal de micromuestras extraídas del objeto artístico. La interpretación de una estratigrafía requiere la integración de conceptos artísticos y físico-químicos, así como terminología técnica específica. El alumnado debe comprender la función de cada estrato en la obra, sus características físico-químicas (texturales, ópticas, composicionales) con el fin de llevar a cabo una correcta identificación de los mismos, y conocer el vocabulario técnico específico para realizar su adecuada descripción. Es por todo ello, que lo convierte en un contexto ideal para examinar la comprensión internalizada de los estudiantes de conceptos clave propios de la física y química y del ámbito artístico, conceptos espaciales y temporales extendidos desde una perspectiva cognitiva, su discurso en entornos educativos, así como preconcepciones y la influencia que ejercen en su comprensión conceptual.

El estudio estratigráfico en el ámbito artístico presenta un indudable paralelismo con el que se realiza en el área de la geología, donde varios autores destacan su validez como herramienta de identificación de las concepciones erróneas y dificultades en la comprensión de sus principios (Herrera, 2012) (Kreager et al., 2023). Identificar concepciones alternativas comunes desde etapas tempranas y evaluar métodos de enseñanza podría mejorar el desarrollo curricular, abordando posibles barreras para lograr una comprensión más clara de los principios estratigráficos (Herrera y Riggs, 2013).

En lo que respecta al tipo de prueba específica a emplear, en la bibliografía consultada se ha empleado una amplia diversidad de metodologías según las disciplinas, que comprenden tanto pruebas escritas como

entrevistas u observación directa. En este sentido, a la hora de identificar los conceptos umbral y preconcepciones no sólo es relevante la definición y terminología, sino que también es necesario examinar el proceso real de identificación abordado por el alumnado (Land et al., 2010). Es por ello que se ha considerado la recopilación de información escrita y oral para detectar sus concepciones alternativas y ayudarlos a superar los conceptos umbral de manera más efectiva y profunda a través de las siguientes pruebas/medios:

- Escrita: a partir de las actividades realizadas en el aula mediante el uso de un portafolio estructurado en el que el alumnado incluye los resultados de las actividades realizadas en el aula y además debe contestar a ciertas preguntas de reflexión sobre lo que ha aprendido en la actividad, y dudas o dificultades encontradas.
- Oral: la realización de una prueba de reflexión en voz alta con un grupo reducido de estudiantes en la que deben describir el proceso que llevan a cabo en el estudio estratigráfico de una obra.

2.2. Metodología empleada

La metodología empleada en este estudio para la identificación de conceptos y problemas en el aprendizaje se expone a modo de resumen en la Figura 1. Como se puede observar en la figura, las reuniones establecidas entre profesorado de otras asignaturas de Física y Química como de otras asignaturas transversales del Grado en CR permiten que exista permeabilidad en el proceso y enriquecimiento con las experiencias que se están llevando a cabo en los demás grupos de trabajo. A su vez, la difusión de los resultados de este estudio a través de encuentros como INRED 2024 facilita que los resultados de este trabajo puedan ser compartidos más allá de nuestra facultad e institución. En el caso del portafolio, se recopilaban las respuestas del alumnado en referencia a las dificultades obtenidas en la realización de actividades de análisis estratigráfico para la totalidad de alumnos/as que cursan la asignatura, 90 alumnos (45 en turno de mañana y 45 en el de tarde), aunque agrupadas en grupos de 4-5, debido a que las actividades en el aula eran grupales.



Fig. 1. Metodología para la identificación de conceptos umbral y problemas en el aprendizaje del alumnado

La prueba de reflexión en voz alta se llevó a cabo con alumnado voluntario de ambos grupos (mañana y tarde) en los que se imparte la asignatura, 4 alumnas/os del grupo de la mañana (RVA_1) y 3 del grupo de la tarde (RVA_2). Para esta prueba se tomó el ejemplo de la sección transversal obtenida de una muestra de pintura mural. La información que se muestra en la Figura 2 se presentó al alumnado para que reflexionaran en voz alta sobre el proceso que llevan a cabo para realizar el análisis estratigráfico. Las argumentaciones grupales se grabaron por el propio alumnado en ausencia de la profesora. Las

conversaciones fueron transcritas y el método de análisis de datos consistió en una versión modificada del análisis comparativo constante (Corbin y Strauss, 2008), un método inductivo que toma fragmentos de información de varias fuentes de datos (por ejemplo, entrevistas, dibujos) y los compara entre sí para encontrar patrones y estructuras entre ellos con el fin de generar significado a partir de conjuntos de datos crudos y densos. De manera específica, el análisis comparativo constante se llevó a cabo mediante una metodología de codificación que consistió en: (1) codificación abierta (es decir, obtener ideas clave de los datos para discriminar las respuestas de los estudiantes en diferentes categorías o códigos), y (2) codificación axial (es decir, correlacionar y agrupar esas categorías para descubrir temas comunes) (Saldaña, 2009). Este marco analítico es consistente con la teoría fundamentada debido a su naturaleza impulsada por datos, que es adecuada para evaluar la comprensión conceptual en la educación científica. En la Tabla 2 se expone los temas y códigos empleados en el análisis de los datos obtenidos.

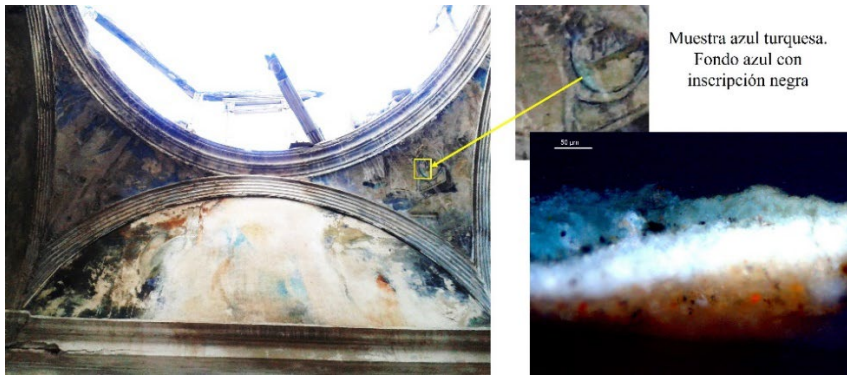


Fig. 2. Zona general y detalle de la pintura mural y sección transversal de la muestra de pintura para su análisis estratigráfico

Tabla 2. Rúbrica para la codificación

Tema	Códigos
Estructura estratigráfica: Secuencia de estratos que conforman la obra pictórica. Está relacionada con la función que cada estrato ejerce en la obra.	Soporte, preparación, imprimación, capa pictórica, capa de protección/barniz, repinte
Textura: Propiedades morfológicas y ópticas que definen cada estrato.	Tamaño de granos/partículas, espesor de capas, color, homogeneidad, fisuras, transparencia, opacidad, amorfo, cristalino
Composición: Compuestos químicos/materiales que integran cada uno de los estratos de la obra pictórica	Coposición, mortero, aglutinante, pigmento, carga, alteraciones, impurezas, cola, aceite, blanco de España, yeso, cal
Técnica artística: se refiere a los métodos, herramientas, procesos y materiales utilizados por un artista para crear una obra de arte	Pintura mural, pintura de caballete, dibujo, escultura, dorados, fotografía...

3. Resultados

3.1. Reflexiones en voz alta

Teniendo en cuenta la rúbrica para la codificación de los resultados de las reflexiones en voz alta del alumnado, ambos grupos de estudiantes han referenciado términos relativos a las cuatro categorías (estructura, textura, composición y técnicas artísticas), aunque, como se puede observar en la siguiente figura (Fig.3), hay diferencias entre los porcentajes relativos. Por un lado, el grupo RVA_1 ha proporcionado descripciones más equilibradas con terminología referente a estructura, textura y composición, aunque de manera más superficial en cuanto a la técnica pictórica. Sin embargo, en el grupo RVA_2 predominó la terminología relativa a la secuencia estratigráfica y la textura.



Fig. 3. Porcentaje de veces que los estudiantes identifican conceptos de cada categoría

Finalmente, añadir también, que las reflexiones en voz alta de algunos de los alumnos del grupo RVA_1 evidenciaron una estructura de pensamiento más elaborada que denota una comprensión más profunda de los conceptos relacionados con el análisis estratigráfico:

AL_M2: ...yo siento que también uno parte de un orden como que ya uno tiene en la cabeza que existe un orden, entonces una primera se fija, bueno, yo verdad? Yo pienso que me fijo, Ah, OK, primero hay algo, después del segundo otra cosa y ya como que lo asocio....

AL_M1: sí y yo también me fijo de dónde vienen porque es un como si fuese de muro, que puede ser diferente para una capa pictórica de una obra pictórica que una pintura mural.

En los siguientes apartados se discute de manera más pormenorizada cada una de las categorías.

3.1.1 Estructura estratigráfica

Los resultados de las reflexiones en voz alta evidencian que el alumnado tiene clara la estructura general de una obra pictórica, atendiendo a que hacen referencia a la secuencia correcta de estratos (soporte, preparación, capas pictóricas...), y son capaces de identificarlas de manera adecuada:

AL_M2: Lo que tenemos claro, es lo que son las capas de pigmento y lo que son las capas de imprimación o preparación....

AL_T1: Esto puede ser a lo mejor, una imprimación con mucha cola de conejo, lo que sea, luego la preparación, y luego esto la capa pictórica superficial....

En lo que respecta a los términos asociados, ambos grupos mencionan los términos principales que definen los estratos que integran una obra pictórica: Soporte, imprimación, preparación y capa pictórica. Sin

embargo, mientras que en el grupo RVA_2 sólo aluden en 1 ocasión el soporte y no logran identificarlo, el grupo RVA_1 le concede más relevancia al mencionarlo 6 veces, y lo relaciona además con la obra y técnica pictórica (pintura mural).

AL_M1: ...a lo mejor, es un mortero, es parte del muro....

En la Figura 4 se expone un gráfico con los términos mencionados sobre la estructura y su frecuencia.

Por otro lado, hay que destacar que parte del alumnado emplea el término “capas de pigmento” en lugar de capas pictóricas, hecho que podría estar relacionado con concepciones erróneas acerca de la composición química general de una capa pictórica, que está constituida no sólo por pigmento, sino por aglutinante, pigmento y cargas.

3.1.2 Textura

En lo que se refiere a la textura, el alumnado del grupo RVA_1 hace referencia principalmente al color y en mucha menor medida a otros aspectos como el tamaño de partículas, homogeneidad, espesor de los estratos, transparencia/opacidad o cristalinidad, mientras que el grupo RVA_2 emplea una terminología más diversa en cuanto a propiedades texturales. Hay que destacar en este caso, que algunos/as alumnos/as de este grupo emplean el término “denso” haciendo referencia a la apariencia textural de uno de los estratos, hecho que refleja una concepción errónea acerca del concepto de densidad, que en esta ocasión podrían estar confundiendo con el de opacidad y/o espesor del material.

AL_T1: la capa del medio a lo mejor yo creo puede ser la imprimación, sí puede ser o imprimación o preparación y es muy eso, también sí es muy densa...

En la Figura 4 se expone un gráfico con los términos mencionados sobre la textura y su frecuencia.

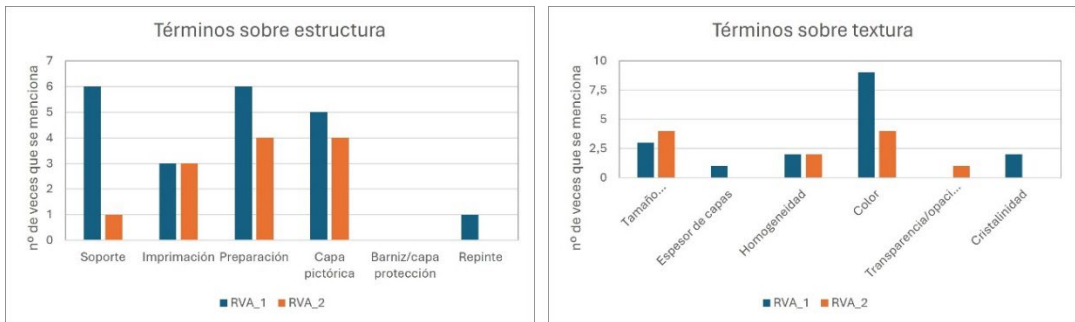


Fig. 4. Términos asociados con la estructura y textura mencionados por el alumnado

3.1.3 Composición

Las alusiones del alumnado sobre la composición de los estratos son más heterogéneas en ambos grupos, mencionándose sólo los pigmentos y el aglutinante en una ocasión (cola de conejo), mientras que en el grupo RVA_1 se hace referencia a un mayor número de términos, y además a los tipos concretos de pigmentos, y a posibles impurezas o alteraciones. Este hecho refleja que el grado de integración de los conceptos es superior en este grupo de alumnos/as, ya que han hecho deducciones a partir de establecer relaciones entre los aspectos texturales identificados previamente y su posible composición y o naturaleza.

AL_M1: No sé...porque también se ven algunos puntitos negros también en la capa de lo que suponemos que es el muro. AL_M2: Nada sí, eso serán impurezas

AL_M3: No es azul esmalte....porque cristales no son

AL_M4: Es muy heterogénea la capa pictórica final. AL_M2: Porque tiene pinta de ser natural.

En la Figura 5 se expone un gráfico con los términos mencionados sobre la composición y su frecuencia.

3.1.4 Técnica artística

En lo que respecta a la técnica artística, sólo se han mencionado algunos términos referentes a la pintura mural y el dibujo, que corresponden a las dos únicas técnicas presentes en la obra mostrada como ejemplo. Sin embargo, sólo los alumnos de uno de los grupos (RVA_2) hizo referencia a ambas técnicas.

AL-M2: al ser de un muro, yo creo que también lo rojo lo lo amarillo, yo creo que es todo preparación, porque hay imagínate que es un fresco....a lo mejor, es un mortero, es parte del muroY lo blanco puede ser el estuco perfectamente

AL_T1: Y tiene mucho granulado sí muchísimas partículas, partículas negras, también a lo mejor eso también puede ser por la inscripción negra que pone aquí

AL_T2: Es un azul con inscripción negra, se habrá mezclado. Algo así, algún dibujo.....

En la Figura 5 se expone un gráfico con los términos mencionados sobre la técnica artística y su frecuencia.

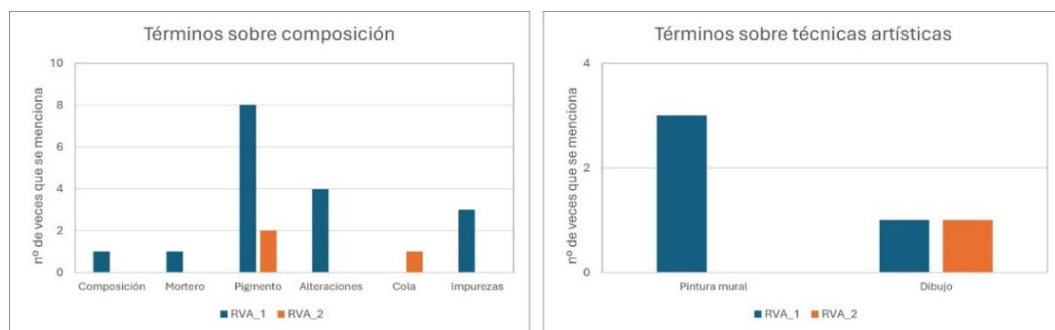


Fig. 5. Términos asociados con la composición y técnica artística mencionados por el alumnado

3.2 Dificultades en la realización de las actividades

A través de la herramienta del portafolio digital también se recopiló información escrita acerca de las dificultades encontradas por el estudiantado al abordar las actividades de análisis estratigráfico. El procesado de la información obtenida reveló tres categorías de dificultad: la que hacía referencia a la correcta identificación de algún estrato, de la determinación de la estructura o de la diferenciación entre el límite entre dos estratos diferentes. En la Figura 6 se muestra el gráfico de porcentajes de cada una desglosado por los dos grupos de alumnos correspondientes al turno de mañana y de tarde (P1 y P2). Destacar que las respuestas obtenidas corresponden a la totalidad de los/as alumnos (45 por grupo), pero recopiladas en grupos de 4-5 estudiantes. Como se puede observar en el gráfico, no hay diferencias significativas en cuanto al porcentaje de respuestas referidas a las dificultad de diferenciar el límite entre estratos o determinar la estructura, que además constituyen porcentajes más bajos de respuesta. Sin embargo, si que se aprecia una diferencia relevante en cuanto al porcentaje de comentarios que aluden a la dificultad de identificar algún estrato de la totalidad de la estructura estratigráfica, que es aproximadamente el doble para el grupo P1 que para el P2.

3.3 Sesiones de trabajo grupales con otro profesorado

Las sesiones de trabajo grupales realizadas con el profesorado de asignaturas de la misma área de Física y Química permitieron reflexionar acerca de la definición de concepto umbral, su importancia y relación con las concepciones erróneas del alumnado y en la adaptación y mejora del diseño curricular de las asignaturas con el propósito de favorecer la comprensión de estos conceptos y el aprendizaje de los/as estudiantes.

Paralelamente, las reuniones con el equipo de docentes de otras asignaturas transversales como Fotografía y Documentación o Iconografía constituyeron un espacio en el que se compartieron experiencias a lo largo del proceso de detección de los problemas de aprendizaje del alumnado. Estas además, pusieron de relieve la necesidad de mantener estos equipos más allá de la finalidad de este proyecto debido a los beneficios que aportan en cuanto a la mejora de la coordinación entre el profesorado.

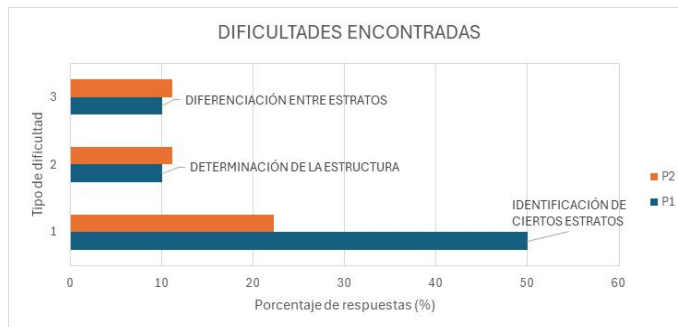


Fig. 6. Tipos de dificultades encontradas por los estudiantes

4. Conclusiones

Este estudio, realizado en el marco del Proyecto de Innovación y Mejora Educativa Institucional “Los conceptos umbral en materias transversales de la conservación y la restauración de bienes culturales”, concedido por el Instituto de Ciencias de la Educación -ICE- y desarrollado por el profesorado del Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la Universitat Politècnica de València, ha permitido avanzar significativamente en la identificación y comprensión de los conceptos umbrales y preconcepciones del alumnado en la enseñanza universitaria en conservación y restauración de bienes culturales, a través de SoTL - *Scholarship of Teaching and Learning*-, promoviendo la investigación disciplinar en docencia universitaria, desgranando los mecanismos mediante los que el alumnado razona en conceptos y procesos complejos, cruciales para su aprendizaje, para la aplicación práctica de los resultados obtenidos en la investigación docente, en busca de una mejora continua.

A través de técnicas cualitativas de investigación, como la implementación de sesiones de trabajo grupales con el profesorado, reflexiones en voz alta y recopilación de percepciones de los estudiantes se ha logrado identificar y caracterizar algunos conceptos erróneos y dificultades en el aprendizaje entre el alumnado de la asignatura "Fundamentos de Física y Química aplicados a la Conservación" del Grado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales.

Las sesiones de trabajo grupales han sido fundamentales para reflexionar sobre la propia definición de conceptos umbral, la importancia de su identificación y su relación con las concepciones erróneas del alumnado. Estas reuniones han permitido plantear actividades para detectar estos conceptos erróneos en el alumnado, y están permitiendo adaptar y mejorar el diseño curricular de las asignaturas, para favorecer la comprensión de los conceptos fundamentales en la disciplina y el aprendizaje de los estudiantes.

Por otro lado, las reflexiones en voz alta con el alumnado, mediante el uso del estudio estratigráfico y la recopilación de sus percepciones sobre las dificultades encontradas empleando el portafolio del estudiante, han sido herramientas efectivas para identificar problemas de aprendizaje y algunas concepciones alternativas. De este modo se han podido articular cómo abordan procesos complejos, que comparados con la visión del profesorado experto en el área, ha servido para identificar y profundizar en los puntos en los que se producen los conceptos erróneos del alumnado, proporcionando información de cómo el estudiantado construye su comprensión y ayudando al profesorado a fomentar un aprendizaje efectivo. La participación activa de los estudiantes en la identificación de estos conceptos ha enriquecido el proceso de enseñanza y aprendizaje, permitiéndoles compartir sus perspectivas y experiencias de aprendizaje.

Los resultados obtenidos de este estudio preliminar han sido prometedores. Se ha logrado identificar y caracterizar los conceptos erróneos más comunes entre los estudiantes de la asignatura, lo que proporciona una base sólida para el diseño de buenas prácticas docentes que mejoren la calidad del aprendizaje del alumnado en esta materia.

La metodología empleada basada en la combinación de sesiones de trabajo grupales con el profesorado de asignaturas de la misma área y de otras disciplinas transversales, las reflexiones en voz alta con los estudiantes y sus reflexiones escritas sobre las dificultades encontradas, ha demostrado ser una estrategia efectiva para identificar y abordar los conceptos umbrales en la enseñanza de física y química aplicada a la conservación y restauración de bienes culturales.

5. Agradecimientos

Este trabajo, como se ha expuesto, se ha realizado dentro Proyecto de Innovación y Mejora Educativa - PIME- del Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universitat Politècnica de València (UPV) “Los conceptos umbral en materias transversales de la conservación y la restauración de bienes culturales”, en el que se trata de analizar y caracterizar problemas de comprensión del alumnado, a través de SoTL - Scholarship of Teaching and Learning-, promoviendo la investigación disciplinar en docencia universitaria.

Este PIME se desarrolla a partir del Programa Piloto « Campus MDAD: Liderazgo para el cambio educativo en las universidades », de la Red de Docencia Universitaria (REDU), en el que se ha completado una formación enfocada hacia el aprendizaje profundo, la autorregulación y la profesionalidad académica docente, hacia concepciones alineadas con SoTL en un nivel micro departamental. Las autoras de este trabajo quieren mostrar su agradecimiento a Amparo Fernández March y Javier Paricio Royo por la formación y apoyo recibido.

Referencias

- Atherton, J., Hadfield, P., & Meyers, R. (2008, June). Threshold concepts in the wild. In *Threshold Concepts: From Theory to Practice Conference*, Ontario, Canada. Recuperado de : www.doceo.co.uk/tools/Threshold_Concepts_Wild_expanded_70.pdf.
- Barradell, S. (2013). The identification of threshold concepts: A review of theoretical complexities and methodological challenges. *Higher education*, 65, 265-276.
- Black, P., y Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability* (formerly: Journal of personnel evaluation in education), 21, 5-31.
- Biggs, J., y Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University: What the Student Does* (4th ed.). Maidenhead: McGraw-Hill Education.

- Boud, D., y Falchikov, N. (2006). Aligning Assessment with Long-Term Learning. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 31(4), 399-413.
- Boyer, E. L. (1990). *Scholarship reconsidered: Priorities of the professoriate*. Princeton University Press, 3175 Princeton Pike, Lawrenceville, NJ 08648.
- Chang, R., y Towns, M. H. (2017). *General Chemistry: The Essential Concepts* (7th ed.). McGraw-Hill Education.
- Chi, M. T. H., Feltovich, P. J. y Glaser, R. (1981). Categorization and Representation of Physics Problems by Experts and Novices. *Cognitive Science*, 5(2), 121-152.
- Cooper, M. M., y Sandi-Urena, S. (2009). Design and Validation of an Instrument to Assess Metacognitive Skillfulness in Chemistry Problem Solving. *Metacognition and Learning*, 4(1), 1-15.
- Corbin, J., and Strauss, A. (2008). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks, CA: Sage. p. 379.
- Cousin, G. (2006). An introduction to threshold concepts. *Planet*, 17(1), 4-5.
- Entwistle, N., Skinner, D., Entwistle, D., & Orr, S. (2000). Conceptions and Beliefs about “Good Teaching”: An Integration of Contrasting Research Areas. *Higher Education Research & Development*, 19(1), 5-26.
- Hammer, D. (1996). Misconceptions or P-Prims: How May Alternative Perspectives of Cognitive Structure Influence Instructional Perceptions and Intentions? *Journal of the Learning Sciences*, 5(2), 97-127.
- Herrera, J. S. (2012). *Student learning and understanding of sequence stratigraphic principles*. Ph. D. Thesis.
- Herrera, J. S., y Riggs, E. M. (2013). Identifying students' conceptions of basic principles in sequence stratigraphy. *Journal of Geoscience Education*, 61(1), 89-102.
- Johansson, C., & Felten, P. (2014). *Transforming students: Fulfilling the promise of higher education*. JHU Press.
- Knight, P. T. (2001). Complexity and curriculum: A process approach to curriculum-making. *Teaching in higher education*, 6(3), 369-381.
- Kreager, B. Z., LaDue, N. D., y Shipley, T. F. (2023). Conceptual understanding of sequence stratigraphy. *Journal of Geoscience Education*, 71(4), 507-524.
- Land, R., Meyer, J. H., & Baillie, C. (2010). Editors' preface: Threshold concepts and transformational learning. In R. Land, J. H. Meyer, & C. Baillie (Eds.), *Threshold concepts and transformational learning* (ix-xlii). Sense ; Brill
- Marton, F., y Pang, M. F. (2006). On Some Necessary Conditions of Learning. *Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 193-220.
- Meyer, J. H. F., y Land, R. (2003). Threshold concepts and troublesome knowledge: Linkages to ways of thinking and practising within the disciplines. In C. Rust (Ed.), *Improving Student Learning - Ten Years On* (pp. 412-424). Oxford: Oxford Centre for Staff and Learning Development.
- Perkins, D. (1999). The Many Faces of Constructivism. *Educational Leadership*, 57(3), 6-11.
- Perkins, D. (2006). Constructivism and troublesome knowledge. In *Overcoming barriers to student understanding* (pp. 33-47). Routledge.
- Saldaña, J. 2009. *The coding manual for qualitative researchers*. Los Angeles, CA: Sage. p. 218.
- Shulman, L. S., & Hutchings, P. (2004). *Teaching as community property: Essays on higher education*. Jossey-Bass.
- Taber, K. S. (2001). Building the Structural Concept of Chemical Bonding. *Journal of Chemical Education*, 78(1), 61.

- Taber, K. S., & García-Franco, A. (2010). Learning processes in chemistry: Drawing upon cognitive resources to learn about the particulate structure of matter. *The Journal of the Learning Sciences*, 19(1), 99-142.
- Talanquer, V. (2011). Macro, Submicro, and Symbolic: The Many Faces of the Chemistry "Triplet". *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195.
- Vosniadou, S. (2008). Conceptual Change in Learning and Instruction: The Framework Theory Approach. In *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 3-22). Cambridge University Press.
- Weimer, M. (2013). *Learner-centered teaching: Five key changes to practice*. John Wiley & Sons.
- Wolbers, R. C., Buck, S. L., & Olley, P. (2020). Cross-section microscopy analysis and fluorescent staining. In *Conservation of Easel Paintings* (pp. 344-353). Routledge.