



La exposición didáctico-investigadora como instrumento de evaluación de las prácticas docentes: El caso de Arte y Ciencia en la formación de maestros

María Enfedaque-Sancho

Universidad de Zaragoza, UNIZAR, España

menfeda@unizar.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4165-6183>

Nora Ramos-Vallecillo

Universidad de Zaragoza, UNIZAR, España

noramatos@unizar.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4524-7459>

Víctor Murillo-Ligorred

Universidad de Zaragoza, UNIZAR, España

vml@unizar.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8227-6312>

Received: 23 July 2024 / Accepted: 14 Abril 2025

Resumen

El presente trabajo analiza la exposición *Arte y ciencia en la formación de maestros*, comisariada por las áreas de Didáctica de la Expresión Plástica y Didáctica del Medio Físico y Químico del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Zaragoza. La muestra recoge una selección de las líneas de trabajo desarrolladas por el alumnado a lo largo del curso 2023/2024, materializadas en forma de objetos tanto físicos como audiovisuales, en el marco del proyecto STEAM *Arte/Ciencia*. Esta exposición ha servido como punto de partida para reflexionar sobre la pertinencia de este tipo de iniciativas en la formación de futuros maestros y maestras, así como sobre su integración en contextos educativos reales. Con este objetivo, se llevaron a cabo visitas guiadas dirigidas a varios grupos de Educación Primaria. Durante dichas visitas, se realizó una recogida sistemática de información mediante la observación participativa y entrevistas de carácter etnográfico, lo que permitió revelar información valiosa acerca del grado en que la complejidad del proyecto original —y su posterior transformación en una exposición con fines didácticos— ha funcionado como detonante de aprendizaje y de procesos de transferencia de conocimiento.

Palabras clave: STEAM, Transferencia, Arte; Ciencia; Exposición didáctica

[en] The didactic-research exhibition as an instrument for the reflection of teaching practices: The case of Art and Science in teacher formation.

Abstract

This paper analyzes the exhibition *Art and Science in Teacher Education*, curated by the areas of Didactics of Visual Expression and Didactics of the Physical and Chemical Environment from the Primary Education Degree at the University of Zaragoza. The exhibition showcases a selection of the lines of work developed by students throughout the 2023/2024 academic year, materialized in both physical and audiovisual objects, within the framework of the STEAM *Art/Science* project. It has served as a basis for reflecting on the relevance of this type of initiative in teacher training, as well as its integration into real educational contexts.

To this end, guided visits were conducted with several Primary Education groups. During these sessions, systematic data collection was carried out through participatory observation and ethnographic interviews, revealing valuable insights into the extent to which the complexity of the initial project—and its evolution into an educational exhibition—has served as a catalyst for learning and knowledge transfer.

Keywords: STEAM, Transference, Art; Science, Didactic exhibition

Sumario: 1. Introducción 2. Marco teórico 2.1 Interdisciplinariedad entre Arte y Ciencia desde proyectos STEAM. 2.2 Procesos de aprendizaje cruzado: la exposición didáctica 3. Contexto y antecedentes del proyecto 4. Objetivos. 5. Metodología y proceso 5.1. Participantes 5.2 Instrumento de análisis 5.3. Análisis de los resultados 6. Discusión 7. Conclusiones Referencias

1. Introducción

El presente trabajo aborda como las experiencias del alumnado de Magisterio de Educación Primaria, mediante el denominado enfoque STEAM (Sciences, Technology, Engineering, Art and Mathematics), construyen objetos didácticos en los que convergen los distintos campos de trabajo que intervienen. Desde la idea de interdisciplinariedad, que subyace en todo el proceso, estos objetos científico-artísticos se convierten en una suerte de transferencia de conocimiento en el momento en que son expuestos y utilizados como puentes hacia contextos reales. Es decir, cuando se trasladan del *espacio aula* al *espacio expositivo* dándoles una mayor envergadura como piezas artísticas y ofreciendo una nueva dimensión de aprendizaje.

El proyecto original que da origen a esta investigación plantea el diseño de un objeto generador de conocimiento. Este objeto busca trascender las fronteras disciplinarias, integrando los aprendizajes de forma holística y propiciando una experiencia significativa a través de la manipulación y la experimentación directa. Esta propuesta surge del interés por explorar las interacciones entre el arte y la ciencia, un enfoque que estimula la curiosidad del alumnado al ofrecer nuevas maneras de abordar fenómenos complejos a partir de la presentación de un objeto aparentemente simple (Ramos et al., 2023a). El proyecto promueve un aprendizaje significativo que, inevitablemente, favorece el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo. Este tipo de aprendizaje permite al estudiante activar conocimientos previos para interpretar la información, identificar patrones y expresar los conceptos con sus propias palabras (Satrústegui y Mateo, 2023).

Desde esta perspectiva, emergen nuestras preguntas iniciales de investigación: ¿Es posible una verdadera transferencia de conocimiento a partir de lo planteado por nuestro alumnado? ¿Existe una conexión real entre saberes en sus creaciones? Y, finalmente, ¿las piezas e instalaciones creadas funcionan como detonantes de un aprendizaje holístico, experiencial y globalizador?

2. Marco teórico

2.1 Interdisciplinariedad entre Arte y Ciencia desde proyectos STEAM

Las conexiones entre distintas áreas del conocimiento han sido constantes a lo largo de la historia, cada vez más permeables y menos compartimentadas. En particular, la relación entre el arte y la ciencia se remonta a la antigüedad, cuando el arte formaba parte del concepto de *techné*, entendido más como un

conjunto de habilidades prácticas que como una vía hacia la creación de experiencias estéticas. Esta convergencia ha evolucionado desde las primeras ilustraciones científicas, como las de la entomóloga e ilustradora Maria Sibylla Merian (1647–1717), pasando por el coleccionismo de maravillas naturales, los gabinetes de curiosidades, y la capacidad del dibujo para explicar fenómenos naturales, biológicos o neurológicos, como lo demuestra el trabajo del aragonés Santiago Ramón y Cajal (1852–1934) (Enfedaque, 2024). La lista de conexiones entre arte y ciencia es extensa. Ejemplos notables incluyen a Leonardo da Vinci (1452–1519), quien incursionó en campos como la zoología, anatomía, fisiología, ingeniería, física y astronomía; Alberto Durero (1471–1528), quien aportó avances significativos en la comprensión de estructuras biológicas; y Salvador Dalí (1904–1989), quien logró traducir conceptos freudianos en un lenguaje visual (Caeiro y Muñiz, 2019). Estas relaciones han sido fundamentales tanto en la transformación social como en la transferencia de conocimiento.

Siguiendo la línea de trabajo interdisciplinaria propuesta por diversos autores (Boix-Mansilla, 2007; Liao, 2016; Morin, 2007; Serón, 2015; Yakman, 2008), quienes abogan por aprendizajes integradores desde la convergencia de saberes entre arte y ciencia, esta propuesta se alinea con la definición de Boix-Mansilla (2007), que concibe la interdisciplinariedad como una vía para integrar conocimientos y modos de pensamiento de dos o más disciplinas. Este enfoque permite explicar fenómenos, resolver problemas o desarrollar productos e intervenciones mediante estrategias que difícilmente surgirían desde una única área del conocimiento (Ramos et al., 2023b). Asimismo, esta perspectiva sitúa la propuesta dentro del nuevo paradigma competencial, vinculado a intenciones educativas alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030. Se conecta, además, con metodologías como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), promoviendo la implicación activa del alumnado en su propio proceso de aprendizaje (Archilla-Segade, 2024).

La interdisciplinariedad centrada en los proyectos STEAM se abre paso para trascender el paradigma tradicional educativo y segmentario (Yakman 2008, 2012), fomentando el análisis y el encuentro que proporciona la implicación del arte contemporáneo. En esta ocasión, los artefactos creados, parten de la imagen de una obra de un artista contemporáneo donde aparece el fenómeno tratado que el alumno selecciona, y aborda de manera independiente y distinta a la realizada por el artista de referencia.

En este sentido, la creación por parte del alumnado de unos trabajos que centran la generación del conocimiento en el propio objeto muestran el nivel de participación científica, así como la parte artística, todo ello con una gran funcionalidad didáctica. La clave del proyecto estriba en la creación de una objeto, experiencia o proceso –dependiendo del caso– que apueste por relacionar los objetivos conceptuales en una obra real desde lo didáctico y en el que los límites entre las disciplinas que la integran se diluyen (Murillo-Ligorred, et al., 2020).

2.2 Procesos de aprendizaje cruzado: la exposición didáctica

Plantear una exposición o una visita a un museo como herramienta educativa se vincula directamente con el concepto de *aprendizaje cruzado*. Entendemos por *aprendizaje cruzado* (*crossover learning*) aquel que se desarrolla en entornos informales, como museos y espacios extraescolares, donde se conectan contenidos y experiencias (Sharples, 2015).

Sharples (2015) plantea que este tipo de experiencias de aprendizaje aprovecha las fortalezas de ambos contextos —formal e informal— y ofrece al alumnado oportunidades auténticas, significativas y, además, más atractivas. Estas experiencias facilitan que los estudiantes registren, vinculen, recuerden y compartan sus distintos aprendizajes.

Las exposiciones constituyen un formato idóneo para la transmisión del conocimiento a públicos muy diversos, desde especialistas hasta visitantes generalistas. Al desarrollar el recorrido expositivo a través de distintas capas de conocimiento, se habilitan nuevas lecturas que permiten una inmersión experiencial completa, en la que el propio desplazamiento por el espacio activa mecanismos de comprensión (Navarro y Blanco, 2024). El aprendizaje puede surgir desde distintos ámbitos y adoptar múltiples formas. Si bien las metodologías colaborativas, cooperativas o el aprendizaje entre iguales están ampliamente integradas en la arquitectura educativa a nivel global, los procesos individuales que ofrecen los museos proporcionan oportunidades para aprender de manera autónoma y por iniciativa propia (Guisasola et al., 2005). Ejemplos paradigmáticos de ello son museos como el Exploratorium, en San Francisco, o el Cosmocaixa, en Barcelona, concebidos como auténticos laboratorios de aprendizaje público, donde se explora el mundo a través de la ciencia, el arte y la percepción humana.

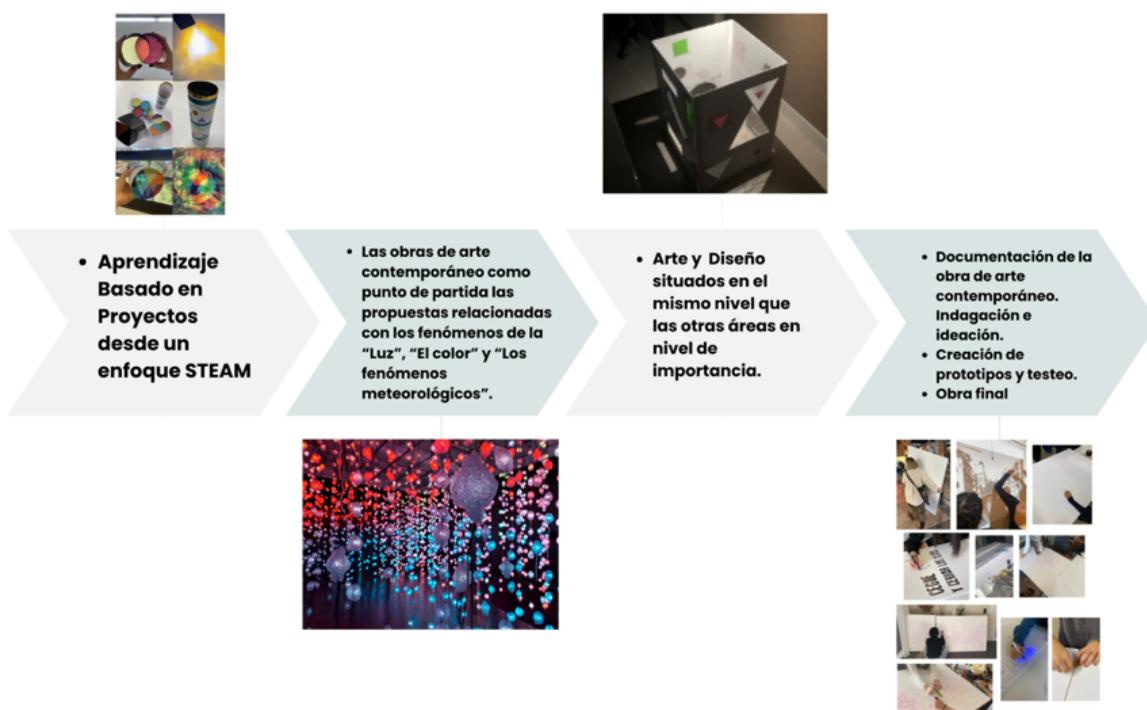
Cabe destacar que, más allá de las diferencias entre la educación formal y no formal, en lo relativo a la educación informal existe un creciente interés en cómo docentes y educadores de museos pueden compartir experiencias (Soto-Lombana et al., 2024). Asimismo, se busca generar sinergias enriquecedoras donde la capacidad de compartir y transferir conocimientos, estrategias y herramientas se constituya como base fundamental del proceso educativo.

3. Contexto y antecedentes del proyecto

El proyecto de innovación docente surge desde las áreas de conocimiento de Didáctica de la Expresión Plástica y la de Didáctica de las Ciencias Experimentales, en las asignaturas tituladas como *Educación Visual y Plástica y Didáctica del Medio Físico y Químico*. Estas asignaturas, a través del proyecto STEAM Arte/Ciencia, que lleva ocho cursos realizándose de manera ininterrumpida, buscan la integración de los aprendizajes y saberes del alumnado que está matriculado en el mismo curso académico en el grado de magisterio de primaria. La carga de créditos es paralela, siendo 6 créditos ECTS en ambas asignaturas, que se complementan en los horarios, tanto en los grupos de mañana, como en los de tarde. La propuesta se encuentra dentro del Proyecto de Innovación Docente PIDUZ_4880, *Arte y ciencia en la formación de maestros: fomento de estrategias relacionadas con lo proyectual*, coordinado durante este curso por la profesora Nora Ramos Vallecillo. El proyecto de innovación sigue unas fases desde el acercamiento de la obra de arte, indagación y búsqueda de información, diseño de los objetivos didácticos que se quieren alcanzar, hasta llegar a la creación del objeto científico-artístico (véase figura 1). La exposición didáctica se realizó durante el mes de enero, en el curso 22/23, desde una selección de obras y creación de cartelas de forma colaborativa por los docentes de ciencias y arte, y de un diseño expositivo por parte de los docentes del área de Expresión Visual y Plástica (véase figura 2).

Figura 1

Fases del proyecto de innovación



Fuente: elaboración propia

Figura 2
Fases proyecto expositivo



Fuente: elaboración propia

4. Objetivos

Objetivo general

Analizar el impacto la exposición didáctica que aborda conceptos científicos como la luz, el color y los fenómenos meteorológicos en el alumnado de primaria, para comprender cómo la interacción entre arte y ciencia fomenta el aprendizaje interdisciplinario y el pensamiento creativo en un contexto didáctico.

Objetivos específicos

OE_1 Investigar cómo las estrategias artísticas utilizadas en la exposición (obras visuales, instalaciones interactivas, narrativas) facilitan el aprendizaje de principios científicos.

OE_2 Explorar las percepciones y emociones de los estudiantes frente a las actividades que combinan arte y ciencia, y su impacto en la motivación para aprender.

OE_3 Observar y analizar las interacciones del alumnado con los elementos de la exposición, identificando patrones de curiosidad, exploración y participación activa.

OE_4 Evaluar la efectividad de la exposición como herramienta didáctica interdisciplinaria, identificando fortalezas y áreas de mejora para futuras implementaciones.

5. Metodología y proceso

El método empleado se enmarca dentro de la metodología cualitativa con un enfoque inductivo. Se centra en la recolección de datos —y, sobre todo, de significados— a través de la observación y de entrevistas etnográficas grupales. Este enfoque permitió acceder a una riqueza de datos verbales, relacionales y corporales, cuya interpretación resultó fundamental para el análisis. El objetivo fue reducir estas descripciones y explicaciones hasta llegar a unidades significativas manejables, estructurarlas adecuadamente y, finalmente, extraer y confirmar conclusiones más comprensivas (Sabariego-Puig et al., 2014).

El proceso de recolección de evidencias se llevó a cabo en el propio contexto, concretamente durante la visita a la exposición (véase figura 3). Esta etapa comenzó con la identificación de los observadores —en este caso, profesorado universitario— y la explicación previa de lo que se iba a observar, tocar y experimentar, así como de los objetivos que justificaban dicha actividad. Resultó clave presentar claramente tanto el qué, como el cómo de la experiencia. Se partió de la premisa de que se trataba de un espacio expositivo de carácter experiencial y manipulativo, en el que lo observado y analizado fue el propio hacer del alumnado, como eje central del proceso investigativo. Tras la

explicación inicial, se proyectó el audiovisual creado *ad hoc* para la muestra, como se ha señalado previamente. A continuación, se realizó un primer recorrido guiado por la sala, que permitió a los distintos grupos explorar libremente las piezas y objetos artísticos, acompañados por las maestras y el profesorado universitario. Este último adoptó el rol de observador/a participante, una estrategia metodológica que implica que el investigador observe desde la perspectiva del participante, al tiempo que influye, aclara y aporta al proceso observado (Flick, 2004).

Figura 3
Fases vista exposición y entrevista



Fuente: elaboración propia

Durante la visita a la exposición, se formularon preguntas semiestructuradas con el objetivo de recabar datos significativos. Estas preguntas se plantearon inicialmente en pequeños grupos, mientras los y las participantes interactuaban con las piezas, y posteriormente en una sesión final en gran grupo, a modo de cierre y reflexión. Esta dinámica favoreció una mayor conexión con la experiencia reciente, lo que motivó respuestas más ricas y observaciones relevantes. La información fue registrada mediante grabaciones de audio y complementada con anotaciones escritas, incluyendo nombres y el orden de participación, aspectos fundamentales para el posterior proceso de transcripción e interpretación de los datos. Una vez concluido el trabajo de campo, se procedió al análisis de la información recopilada, codificando las categorías principales. Posteriormente, se estableció un sistema de subcategorías que permitió identificar patrones y relaciones emergentes en los discursos y comportamientos observados.

5.1 Participantes

A continuación, se especifica los y las participantes en el proyecto, por un lado, el alumnado del grado de primaria de segundo curso que realizaron el diseño de los objetos expuestos, y por otro el alumnado perteneciente los centros escolares que visitaron la exposición didáctica. El proyecto se llevó a cabo con un total de 240 estudiantes, 189 fueron mujeres y 51 hombres, con una edad media de 22,6 años (+1,8), todos ellos en el segundo curso del grado de Educación Primaria en la Facultad de Educación de la Universidad de Zaragoza. En cuanto a los centros escolares participantes (véase tabla 1), visitaron la exposición un total de cinco colegios, de los cuales cuatro participaron en el estudio.

Tabla 1
Colegios participantes en el proyecto

| Centros entrevistados | Código unidad de análisis |
|---|---------------------------|
| Colegio Escolapias Calasanz, concertado, con 48 estudiantes de 3º EP. | 3CEC_1; 3CEC_2; 3CEC_3... |
| CEIP César Augusto, con 49 estudiantes de 3º EP | 3CA_1; 3CA_2; 3CA_3... |
| CEIP Basilio Paraíso, con 24 estudiantes de 3º EP. | 3BP_1; 3BP_2; 3BP_3... |
| CEIP Recarte y Ornati, con 45 estudiantes de 5º EP. | 5RO_1; 5RO_2; 5RO_3... |

5.2 Instrumentos de análisis.

Los instrumentos utilizados en la investigación incluyeron, por un lado, la observación participante, el registro visual mediante fotografías y, por otro, la entrevista etnográfica planteada por Spradley (1979). Esta última se desarrolló a través de una serie de preguntas semiestructuradas integradas en conversaciones informales, capaces de generar la introducción de nuevos elementos que ayudan al informante a responder. Según el autor, es fundamental distinguir entre una conversación amistosa y una con enfoque etnográfico; en esta última, el entrevistador debe explicar claramente el propósito de la entrevista, lo que permite que el informante —en este caso, alumnado de educación primaria— se implique activamente en el proceso (Spradley, 1979). En este tipo de escenarios, las oportunidades de interacción suelen surgir de manera espontánea (Flick, 2004).

La elección de la entrevista etnográfica respondió a su naturaleza flexible, ya que permite que las preguntas emergan de forma natural, adaptándose tanto a la persona entrevistada como a las condiciones del contexto (Garrido, 2017). El enfoque adoptado fue el de entrevista en grupo natural (Amezcuia, 2003), una modalidad que facilitó el desarrollo de conversaciones en el propio terreno. Esta opción resulta especialmente útil cuando las posibilidades de la observación participante comienzan a disminuir, pero ya se ha establecido un vínculo de confianza entre el investigador y los sujetos observados (Frey y Fontana, 1993). Las preguntas de la entrevista (véase tabla 2) fueron formuladas a partir de las distintas dimensiones y objetivos trabajados en los proyectos STEAM Arte/Ciencia. Estas incluían aspectos como la conexión entre áreas del conocimiento, la experimentación con la luz y el color, y la intencionalidad didáctica, orientada a validar los objetos creados y delimitar la pertinencia de este tipo de actividades.

La información recopilada fue registrada mediante grabaciones sonoras y posteriormente transcrita de forma literal limpia, es decir, respetando las palabras pronunciadas pero omitiendo muletillas y tartamudeos para mejorar la legibilidad. Tras la transcripción, se llevó a cabo un proceso de recolección, reducción y visualización de los datos (Miles y Huberman, 1994). El análisis del comportamiento del alumnado se basó en la lectura de las transcripciones, aunque fue la observación directa la que permitió depurar y enriquecer la información obtenida. La elección de preguntas abiertas y semiestructuradas respondió a la necesidad de generar dinámicas comunicativas e intercambios significativos. Las relaciones que se establecen durante el proceso de entrevista son posibles gracias a la formulación de interrogantes que fomentan la curiosidad, el deseo de descubrimiento y el interés por conocer el pensamiento del alumnado. Este tipo de preguntas favorece un proceso comunicativo cílico, variable y profundamente reflexivo (Benoit, 2020).

Tabla 2

Relación entre las dimensiones y las preguntas realizadas

| Dimensiones | Preguntas semiestructuradas |
|---------------------------|--|
| Intención didáctica | ¿Para qué sirve esta actividad? ¿Vosotros y vosotras qué pensáis? |
| Interdisciplinariedad | Entonces, sirve para aprender ciencia mediante objetos artísticos, porque si podemos ver la ciencia en objetos que podemos tocar, mover, jugar y además son bonitos, estéticos, ¿aprendemos mejor? |
| Reflexión del aprendizaje | Os ha gustado esta actividad. ¿Por qué? ¿Os gustaría repetir una actividad cómo esta? ¿Qué es lo que más os ha gustado y por qué? ¿qué es lo que menos te ha gustado? |
| Aprendizaje cruzado | Si saliera como actividad en la biblioteca o en un centro cívico cómo esta ¿les pedirías a tus padres o a tu madre que te llevaran? |

5.3 Análisis de los resultados

Tras la revisión de los datos obtenidos, tanto en la observación como desde las transcripciones, se crearon las categorías principales y subcategorías (véase tabla 3), que se establecieron desde un enfoque inductivo al hacer su construcción tras la recogida de estos. Si bien es cierto se ha tenido en cuenta el marco teórico y los planteamientos preliminares de la investigación.

Tabla 3

Categorías y subcategorías creadas desde los datos

| Categoría | Código | Subcategorías | Códigos |
|---|--------|---|----------------------------------|
| Experiencia estética | EXE | Percepción Visual Emociones Evocadas Interpretación Personal | EXE_1 EXE_2 EXE_3 |
| Interacción con los Objetos | IO | Manipulación Física Curiosidad y Exploración. Dificultades Técnicas. | IO_1 IO_2 IO_3 |
| Aprendizajes Interdisciplinar/ Cruzado | AIC | Reconocimiento de Conexiones Comprensión Sistémica Resolución Creativa de Problemas Preguntas Emergentes | AIC_1 AIC_2 AIC_3 AIC_4 |
| Implicación Cognitiva y Emocional | ICE | Nivel de Atención Reflexión y Razonamiento Sentimiento de Logro Motivación Intrínseca | ICE_1 ICE_2 ICE_3 ICE_4 |

A continuación, se presenta una explicación que enlaza las evidencias corporales, conversacionales y fotográficas. Las respuestas obtenidas a partir de las entrevistas semiestructuradas permitieron trazar una dimensión discursiva vinculada a la experiencia estética (EXE), surgida tras la interacción y exploración de objetos artísticos (IO). Esta experiencia buscaba generar una conexión de saberes que favoreciera la resolución creativa de problemas (AIC) y facilitara, a su vez, una reflexión significativa sobre el aprendizaje (ICE).

La primera categoría identificada fue la experiencia estética (EXE) como vía de conocimiento. Se observó un acercamiento sensible a los objetos artísticos a través de la atención a colores, formas, texturas y composiciones (EXE_1), lo cual suscitó reacciones emocionales como sorpresa y curiosidad (EXE_2 y EXE_3) (véanse figuras 4, 5 y 6). En una de las entrevistas realizadas, el participante 3CA_1 se refirió a la instalación de la figura 1 como "mágica". Ante esta respuesta, la docente-entrevistadora intervino: "Esa magia realmente es ciencia, ¿os habéis dado cuenta de que habéis podido tocar cosas? ¿Os gustan las actividades y las exposiciones en las que se pueden tocar, manipular?" A lo que el participante 3CA_2 respondió: "Sí, sí, me encanta, es como si pudiéramos tocar el color, lo invade todo".

En relación con la categoría implicación cognitiva y emocional (ICE)—que hace referencia al nivel de atención y al tiempo dedicado a la observación y exploración de los objetos (ICE_1)—se comprobó que el alumnado pasaba más tiempo interactuando con aquellos objetos que podían manipular y que contenían un componente lúdico. Esto pone de manifiesto que la emoción está estrechamente vinculada al aprendizaje: aquello con lo que se establece un vínculo emocional resulta más fácil de comprender y de expresar verbalmente. Asimismo, se identificó una percepción de logro cuando dicho aprendizaje se concretaba (ICE_3). Un ejemplo de ello se observa en la conversación entre dos participantes en torno a la pieza *El ojo de Newton* (véase figura 8). 3BP_5 comentó: "...pero no he entendido el ojo. Ah, el ojo. Sí, porque aquí había una lata y se reflejaban los colores". A esta afirmación, la participante 3BP_4 respondió: "No, no es una cosa. Ese prisma se componía en un arco iris. Eso es."

Figuras 4, 5 y 6

Alumnado de primaria y docente de la universidad experimentando con los trabajos de luz color de la muestra



Fuente: elaboración propia

Por otro lado, la motivación intrínseca, entendida como el interés espontáneo por seguir aprendiendo o explorando (ICE_4), se evidenció cuando la docente preguntó si les gustaría volver a visitar una exposición similar. La mayoría respondió afirmativamente, aunque algunos mostraron cierta duda. Por ejemplo, el participante 5RO_8 expresó: “Puede... yo sí, creo que sí. Yo sí que iría”. En cuanto al razonamiento reflexivo (ICE_2), un docente, tras aceptar inicialmente el entusiasmo mostrado por el grupo, profundizó con la pregunta: “Me decís que os ha gustado, que os ha encantado a todos. Nadie ha dicho que no le haya gustado, pero ¿por qué os ha gustado?”. A esto respondieron los participantes 3BP_1 y 3BP_2: “Porque es interesante... Porque nos ha encantado. Y además hay que trabajar mucho para poder hacer todo esto”. En esta respuesta se percibió una valoración explícita del esfuerzo implicado en la elaboración de las obras por parte del alumnado del grado.

Figuras 7 y 8

Obra La caja mágica y su interior



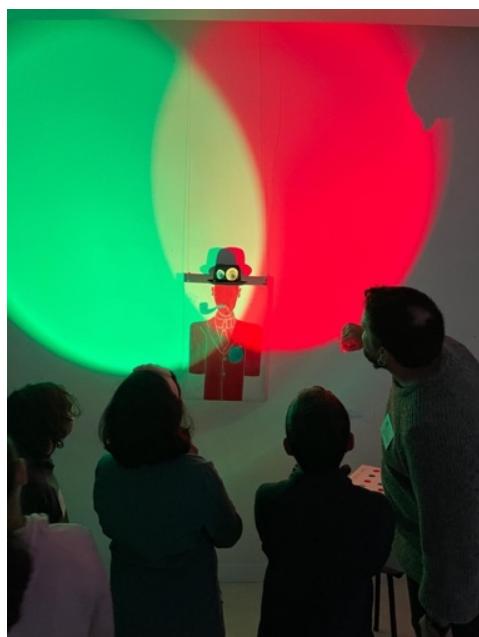
Fuente: colección particular.

Con respecto a la categoría interacción con los objetos (IO), se probó que los objetos didácticos que más captaron la atención del alumnado de primaria fueron aquellos que permitieron una participación activa y donde el componente lúdico era central para el aprendizaje (IO_1). Un ejemplo destacado fue *La caja mágica* (véanse figuras 7 y 8), concebida como un espacio inmersivo en el que los estudiantes podían entrar y compartir una experiencia sensorial con sus compañeros (IO_2). Esta interacción fue confirmada en los comentarios recogidos durante las entrevistas. Ante la pregunta de una docente: “¿Qué obra es la que más os ha gustado?”, el participante 3CEC_1 respondió con entusiasmo: “Todo. La del secador”, evidenciando primero una respuesta impulsiva y luego una preferencia específica por una instalación activada por el aire de un ventilador. En una línea similar, otra docente preguntó: “¿Os gustan las actividades y las exposiciones en las que se pueden tocar, manipular?”, a lo que el participante 5RO_7 respondió: “Sí, sí, me encanta”. El participante 5RO_2 afirmó: “A mí me ha gustado mucho”, mientras que el 5RO_6 señaló: “Me ha gustado ir a la caja mágica”. Al profundizar en su respuesta, motivado por la intervención de la docente, añadió: “Porque tiene muchas luces y puedo entrar con mis compañeros. Porque tiene luces” (IO_2).

En relación con la categoría de aprendizaje interdisciplinario y cruzado (AIC), se observó que el alumnado fue capaz de identificar cómo los elementos artísticos —colores, formas y texturas— estaban vinculados a fenómenos científicos (véase figura 9). Sin embargo, y en consonancia con lo anteriormente señalado, respecto al menor interés generado por aquellas obras que requerían mayor atención o manipulación (véase figura 10). Se reparó en que los participantes tendían a abandonar con rapidez aquellas piezas que presentaban dificultades en su manipulación, ya fuera por su complejidad, tamaño o fragilidad (IO_3). Se detectó una menor frecuencia de momentos asociados a la curiosidad y a la generación de preguntas emergentes (AIC_3 y AIC_4) en ese tipo de piezas. A pesar de ello, la docente intervino formulando preguntas a partir de las conversaciones generadas en torno a la reflexión y la interdisciplinariedad (AIC_1), con el fin de profundizar en el análisis y recabar más información: “¿Os parece interesante que hayamos hecho esta exposición en la que hay objetos artísticos que explican un fenómeno de la ciencia? ¿Pensáis que es útil para vosotros? ¿Os resulta más fácil entender las cosas de esta manera?” Ante esta intervención, varias las participantes respondieron que les parecía una actividad interactiva que fusionaba arte y ciencia.

Figura 9

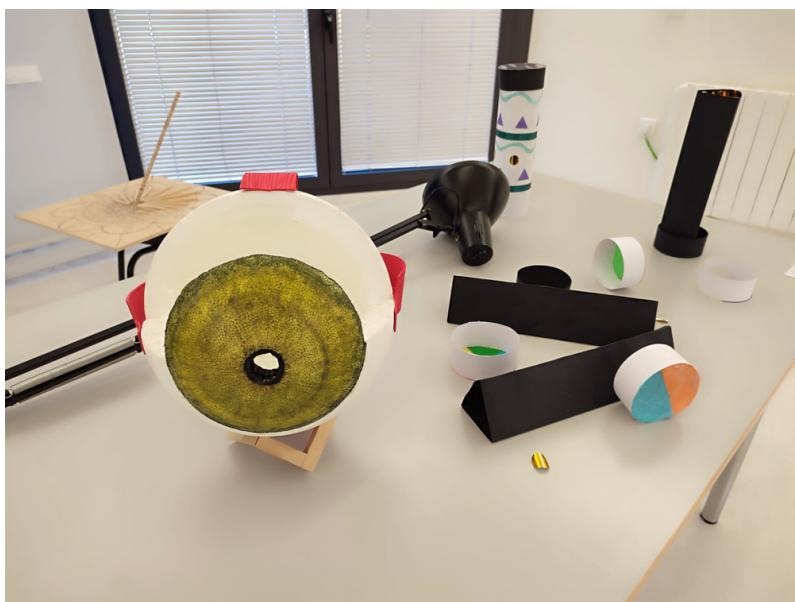
Docente explicando a los participantes conceptos sobre luz-color desde una obra artística



Fuente: colección particular

Figura 10

Piezas con más complejidad en su manipulación, El ojo de Newton



Fuente: colección particular.

6. Discusión

Uno de los objetivos específicos (OE_1) planteados fue investigar cómo las estrategias artísticas utilizadas en la exposición facilitan el aprendizaje de principios científicos. Este objetivo responde directamente a la intención de potenciar el trabajo en el aula del alumnado del Grado en Educación Primaria. Se presentaron los resultados de aquellos proyectos que, tanto desde el punto de vista de la ejecución como del cumplimiento de los objetivos artísticos y científicos, se consideraron más adecuados para la experimentación. Como se ha indicado en los resultados, los objetos didácticos que mayor interés despertaron en el alumnado de primaria fueron aquellos que fomentaban la socialización, el juego y las prácticas más activas, promoviendo el desarrollo de habilidades para afrontar nuevos retos, así como el autoconocimiento y la autonomía del alumnado (Gintere et al., 2022).

La interdisciplinariedad y la conexión entre áreas, abordadas en el objetivo específico OE_2, se reafirmaron en las percepciones expresadas por los niños y niñas, como se expone en el análisis de los datos. El encuentro con objetos que fusionaban arte y ciencia, y que además podían ser manipulados, resultó especialmente atractivo, propiciando una experiencia enriquecedora tanto desde el conocimiento artístico (Dewey, 2008) como científico. La provocación buscada mediante la manipulación y experimentación con los objetos didácticos se manifestó claramente en el juego y la observación: pudieron tocar, girar o iluminar los diferentes artefactos. En consecuencia, se activó el aprendizaje por descubrimiento, concepto desarrollado por Bruner (Espinoza-Freire, 2022), que representa un viaje de lo simple a lo complejo a través de la investigación. En esta línea, permitir un recorrido libre por la exposición facilitó que el alumnado se desarrollara según su propio estilo de aprendizaje (Espinosa et al., 2021), ya sea activo, reflexivo, teórico o pragmático.

Este planteamiento conecta directamente con el objetivo OE_3, relativo a la experimentación activa con arte y ciencia, el cual se enmarca dentro del sistema propuesto en la Teoría de la Actividad de Vygotski (1978), y desarrollada posteriormente por Engeström (1987) (Ramón-Verdú y Villalba-Gómez, 2020). Para Vygotski, el aprendizaje es una actividad social mediante la cual el niño asimila los modos sociales de actividad e interacción (Veloso et al., 2006). Una interacción que se manifiesta no solo en lo que hacen en el presente, sino también en lo que aspiran a hacer en el futuro.

Esta proyección se evidenció en los comentarios del alumnado, quienes expresaron sentirse capaces de reproducir objetos artístico-científicos similares en sus casas, utilizando materiales sencillos, y por supuesto también en sus aulas.

Cabe señalar que este tipo de trabajos prácticos resultan especialmente adecuados para el desarrollo de habilidades y destrezas esenciales. No obstante, dichas competencias no se encuentran

suficientemente reflejadas en los currículos oficiales de las distintas administraciones educativas (de Echave et al., 2011). Por ello, actividades como esta ofrecen al profesorado de Educación Primaria la posibilidad de adquirir herramientas útiles para diseñar experiencias de enseñanza-aprendizaje de carácter global e interdisciplinar. En relación con el objetivo específico OE_4, se constató que los objetos artístico-científicos elaborados por el alumnado del Grado en Educación Primaria, al situarse en un entorno real de aprendizaje cruzado como esta exposición, facilitaron la incorporación de metodologías que proponen escenarios cercanos al contexto profesional en el que se desenvolverán en el futuro (Ibarrola-García y Artuch, 2015). Se logró hacerles partícipes y responsables de una actividad compleja que requiere un aprendizaje significativo.

Como señala Amparo Alonso (2011), es fundamental formar a los futuros docentes en la preparación de visitas a museos y en la creación de materiales didácticos. En este caso, las propias piezas exhibidas se transformaron en herramientas de gran utilidad. En esta ocasión el alumnado no participó directamente en el montaje de la exposición —aunque sí en la creación de los objetos—, esto es algo a considerar en futuras propuestas, incluyendo además la elaboración de fichas didácticas para su uso en las escuelas a partir de dichos objetos artístico-científicos.

Haciendo referencia al objetivo general, es decir al impacto de la exposición didáctica en el alumnado de primaria desde la interacción entre arte y ciencia, es importante destacar que este se vislumbró como una herramienta valiosa para evaluar el impacto del proyecto mediante las visitas guiadas, y para integrarlo como una práctica educativa innovadora dentro de la estrategia docente (Kezar, 2011). Además, según la CRUE, las tres misiones fundamentales de la universidad son la docencia, la investigación y la divulgación del conocimiento científico, tecnológico, social y humanístico (Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas, CRUE, 2018). Este proyecto contribuye directamente a esa tercera misión, resumida en el concepto de transferencia del conocimiento, ya presente en la visión de Ortega y Gasset, quien defendía la necesidad de una tercera función primordial: la intervención activa de la universidad en la sociedad (Osorio-García y López-Rosado, 2023) mediante la apertura del espacio universitario hacia el tejido social.

7. Conclusiones

Desde lo artístico, las cuestiones abordadas en estos proyectos han sido fruto de una indagación genuina, centrada en los elementos básicos de la expresión plástica, como la luz y el color, y apoyada en los propios procesos artísticos. Desde la ciencia, el alumnado ha podido hacer visible lo invisible y dinámico lo estático. A través de una mirada científica, se ha partido de la premisa de cómo hacer uso de los fenómenos de la naturaleza, trabajando en el aula a partir de proyectos concebidos en relación con la puesta estética y artística.

Las distintas piezas que conforman la muestra aportan competencias tanto desde la perspectiva de las ciencias —como la capacidad de interpretar y comunicar métodos y resultados científicos o tecnológicos— como desde el arte, promoviendo la experimentación creativa mediante diversos medios y soportes, haciendo especial énfasis en los elementos fundamentales de la expresión plástica, como la luz y el color, a través de los propios procesos artísticos.

En términos generales, el alumnado valoró positivamente el uso de materiales accesibles y asequibles, fueron conscientes de que, en muchos casos, lo que a simple vista parecía sencillo requería de una estructura y un conocimiento previos para poder realizarse. Consideraron que la experiencia fue novedosa, aunque en algunos momentos uno de los objetivos —trabajar desde el asombro y la curiosidad para incentivar el aprendizaje— se desvió del proceso. Este es un aspecto para mejorar en futuras ediciones, con objetos mejor definidos y más comprensibles. En cualquier caso, la gran mayoría del alumnado repetiría la actividad y consideró que sería enriquecedor realizarla en otros espacios, como centros cívicos o en su propio centro educativo.

Respecto a los datos recogidos y analizados, se puede afirmar que los y las estudiantes son conscientes de lo que han aprendido y del propósito de la exposición. En la mayoría de los casos, fueron capaces de reflexionar y verbalizar conceptos relacionados con fenómenos científicos como la luz, el color o la meteorología, así como de entender cómo la dimensión artística y estética contribuye a la comprensión de dichos fenómenos.

A modo de cierre, cabe destacar que lo empírico y lo lúdico en la creación —y especialmente en la recreación— de los objetos ha sido uno de los aspectos más relevantes de esta propuesta expositiva. A

la luz de los resultados obtenidos, será necesario valorar en el futuro una mayor implicación del alumnado de grado en Educación Primaria, quienes deberán integrar este tipo de experiencias como parte de su formación dentro del proyecto interdisciplinar.

Referencias

- Alonso, A. (2011). El uso de materiales didácticos de exposiciones por parte del profesorado y su adecuación a la visita al museo universitario. *Educación artística: Revista De investigación*, (2). <https://doi.org/10.7203/eari.2.2494>
- Amezcuia, M. (2003). La entrevista en grupo. Características, tipos y utilidades en investigación cualitativa. *Enfermería Clínica*. 13(2):112-117. [https://doi.org/10.1016/S1130-862\(03\)763791-7](https://doi.org/10.1016/S1130-862(03)763791-7)
- Archilla-Segade, H (2024). La producción científica en Aprendizaje basado en proyectos artísticos. Un análisis bibliométrico. *Revista Complutense de Educación*, 35 (3), pp. 461-473. <https://doi.org/10.5209/rced.85811>
- Benoit, C. G. (2020). La formulación de preguntas como estrategia didáctica para motivar la reflexión en el aula. *Cuadernos de Investigación Educativa*, ISSN-e 1688-9304, ISSN 1510-2432, Vol. 11, Nº. 2, 2020, págs. 95-115. <https://doi.org/10.18861/cied.2020.11.2.2994>
- Boix-Mansilla, V y Dawes, E. (2007). Target assessment of students' interdisciplinary work: An empirically grounded framework proposed. *The Journal of Higher Education*, 78(2), 215-237 <https://doi.org/10.1353/jhe.2007.0008>
- Caeiro, M; Muñiz, M. A. (2019). La cognición expresiva como experiencia de relación del arte y la ciencia en la educación preuniversitaria. *Artnodes*. N.º 24: 142-154. UOC. <http://dx.doi.org/10.7238/a.v0i24.3259>
- CRUE, (2018). Conferencia rectores universidades españolas, Transferencia del conocimiento. Nuevo modelo para su prestigio e impulso, Santander Universidades, Depósito Legal M-36593-2018, 1-62
- Echave, A., Ferrer, L. M., y Morales, M. J. (2011). La relevancia y el valor de los trabajos prácticos en Educación Primaria y en la formación del profesorado de este nivel. Una experiencia de aula. *Investigación En La Escuela*, (74), 101–112. <https://doi.org/10.12795/IE.2011.i74.08>
- Dewey, J. (2008). *Arte como experiencia*. Paidós.
- Enfedaque, M. (2024). Arte y ciencia en la formación de maestros: una exposición didáctico-investigadora: Sala de exposiciones de la Facultad de Educación. Universidad de Zaragoza. *AACA Digital: Revista de la Asociación Aragonesa de Críticos de Arte*, ISSN-e 1988-5180, Nº. 66.
- Espinoza-Freire, E. E., (2022). Aprendizaje por descubrimiento Vs aprendizaje tradicional. *Revista Transdisciplinaria de Estudios Sociales y Tecnológicos*, 2(1), 73-81. <https://doi.org/10.58594/rtest.v2i1.38>
- Espinosa, Y., Martínez, F. y Flaco, P. (2021). Los estilos de aprendizaje y las inteligencias múltiples en estudiantes del colegio Francisco de Paula Santander. *Revista De Estilos De Aprendizaje*, 14(28), 234–247. <https://doi.org/10.55777/rea.v14i28.2848>
- Flick, U. (2004). *Introducción a la Investigación Cualitativa*. Morata.
- Frey, J.H. y Fontana A. (1993). The group interview in social research. En: Morgan, D., editor. *Successful focus groups: advancing the state of the art*. Sage
- Ibarrola-García, S., y Artuch, R. (2015). La docencia en la universidad y el compromiso social y educativo. *Contextos Educativos. Revista De Educación*, (19), 105–120. <https://doi.org/10.18172/con.2763>
- Garrido, N. (2017). El método de James Spradley en la investigación cualitativa. *Enfermería: Cuidados Humanizados*, 6(Especial), 37–42. <https://doi.org/10.22235/ech.v6iEspecial.1449>
- Gintere, I.; Rovithis, E.; Bakk, Á.K. y Misjuns, A., (2024). ImGame Project: A Comprehensive Theory of Immersive Aesthetics and Innovation in Serious Gaming. *International Journal of Game-Based Learning*, Volume 14, Issue 1 <https://doi.org/10.4018/IJGBL.338218>
- Guisasola, J., Morentin, M. y Zuza, K. (2005). School visits to science museums and learning sciences: a complex relationship. *Physics Education*, 40 (6), pp. 544-549.
- Kezar, A. (2011). What is the best way to achieve broader reach of improved practices in higher education? *Innovative Higher Education*, 36(4),235-247. <https://doi.org/10.1007/s10755-011-9174-z>

- Liao, C. (2016). From Interdisciplinary to Transdisciplinary: An Arts-Integrated Approach to STEAM Education, *Art Education*, 69:6, 44-49. <https://doi.org/10.1080/00043125.2016.1224873>
- Miles, M. y Huberman, A. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage Publications.
- Morín, E. (2007). *Complexité restreinte, complexité générale, en Intelligence de la complexité. Épistémologie et pragmatique*. Éditions de l'Aube: 28-64.
- Murillo-Ligorred, V., Serón Torrecilla, F. J. y Revilla, A. (2020). Arte y ciencia en la formación de maestros: una propuesta interdisciplinar de aprendizaje de la luz y el color a través de la obra de Ignacio Fortún, *AACA Digital*, nº50.
- Murillo-Ligorred V. y Ramos-Vallecillo N. (2023). Museo, industrias culturales y patrimonio.: Entrevista con Karin Ohlenschläger, directora de LABoral Gijón. Noviembre de 2020. *Arte, Individuo y Sociedad*, 35(1), 311-318. <https://doi.org/10.5209/arис.84275>
- Navarro, H. y Blanco, M “Curatorship of exhibitions as research and transfer projects: Somos Agua.” *VLC arquitectura* 11, no. 1 (April 2024): 275-297. ISSN: 2341-3050. <https://doi.org/10.4995/vlc.2024.20668>
- Osorio-García, M. y López-Rosado, A. (2023). El impacto social de las humanidades desde las actividades de transferencia universitarias: el caso de la Universidad Francisco de Vitoria (Madrid, España). *Formación Universitaria* Vol. 17(2), 185-194 (2024) <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062024000200185>
- Ramón-Verdú, A. J., y Villalba-Gómez, J. V. (2020). Aprendizaje situado con dispositivos móviles en contextos artísticos: estudio descriptivo con estudiantes universitarios. *Ciencia y Educación*, 4(3), 45-64. <https://doi.org/10.22206/cyed.2020.v4i3.pp 45-64>
- Ramos, N.; Murillo-Ligorred, V., Serón, F. J. y de Echave, A. Mª. (2023a). Tangencias arte y ciencia para la formación de estudiantes de Magisterio: experiencias interdisciplinares en el Grado de Educación Primaria. *Pulso. Revista de Educación*, 46, 105-126. <https://doi.org/10.58265/pulso.5934>
- Ramos, N.; Fuentes, S.; Enfedaque, M. y Murillo, V. (2023b). Fronteras arte-ciencia para la formación de maestros: de las propiedades materiales de los objetos a la generación de conocimiento. *Investigación e innovación educativa en contextos diferenciados / coord. por Blanca Berral Ortiz, José Antonio Martínez Domingo, Daniel Álvarez Ferrández, Juan José Victoria Maldonado, 2023, ISBN 978-84-1170-558-5, págs. 521-532.*
- Sabariego-Puig, M., Vilà-Baños, R. y Sandín-Esteban, M. P. (2014). El análisis cualitativo de datos con ATLAS.ti. *REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 7 (2), 119-133. <http://www.ub.edu/ice/reire.htm//>
- Satrústegui, A., y Mateo González, E. (2023). Mejora del Pensamiento Crítico en alumnos de ESO a través del Aprendizaje Basado en Problemas en un entorno STEAM. *Revista De Estilos De Aprendizaje*, 16(32), 19–32. <https://doi.org/10.55777/rea.v16i32.5990>.
- Serón, F.J. (2015). El aprendizaje basado en proyectos Arte, Ciencia, Tecnología y Sociedad en_el bachillerato artístico. Una Metodología para el aprendizaje de contenidos científicos. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.
- Sharples, M.; Adams, A.; Alozie, N; Ferguson, R.; FitzGerald, E.; Gaved, M.; McAndrew, P.; Means, B; Remold, J; Rienties, B.; Roschelle, J; Vogt, K; Whitelock, D. y Yarnall, L. (2015). *Innovating Pedagogy 2015: Open University Innovation Report 4*. The Open University. <http://oro.open.ac.uk/id/eprint/45319>
- Spradley, J.P. (1979). *The Ethnographic Interview*. Holt, Rinehart and Winston
- Soto-Lombana, C. A.; Fanny Angulo-Delgado, F. y Romero-Acosta, J. L. La herramienta GLOs: Un aporte de los museos a la planeación y evaluación del aprendizaje escolar *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. Universidad de Cádiz. APAC-Eureka. ISSN: 1697 011X. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2024.v21.i1.1602
- Stake, R. E. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Morata
- Veloso, E., Rodríguez, R. M., López, Y. y Veloso, A. (2006). Reflexiones sobre la teoría socio-cultural de I. S. Vygotski. *Duazary*, 3(1), 64–75. <https://doi.org/10.21676/2389783X.609>
- Yakam, G. (2008). STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education. Annual Conference, Salt Lake City, UT, USA, 21–23.

Yakman, G., y Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), pp. 1072–1086. <https://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072>

Financiación

Proyecto de Innovación Docente PIDUZ_4880, *Arte y ciencia en la formación de maestros: fomento de estrategias relacionadas con lo proyectual*, coordinado por la profesora Nora Ramos Vallecillo. Facultad de Educación. Universidad de Zaragoza. España.

Agradecimientos

Agradecer la implicación de los docentes del Departamento de Didácticas Específicas de Ciencias Experimentales. Agradecer, de igual manera al alumnado del Grado en Magisterio en Educación Primaria de la Facultad de Educación de la Universidad de Zaragoza, y a los centros educativos de la ciudad de Zaragoza que han participado en esta propuesta.

Conflicto de intereses

Los autores afirman no tener ningún conflicto de interés entre los autores y revisores.

Contribución de autores/as

Los autores han trabajado de manera colaborativa en la conceptualización, investigación, metodología, redacción del borrador, y en la posterior revisión y corrección.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons