

DIVULGAR MEDIANTE ARTE, CIENCIA Y TECNOLOGÍA. LUCES, REALIDAD AUMENTADA Y ¡ACCIÓN!

J. Osés¹, J. Moriones¹, M. Redín¹, P. Amézqueta¹, J. Fernández Palacio¹, Ainhoa Méndez², María Napal²

¹Asociación de la Industria Navarra, Carretera Pamplona 1, 31191, Cordovilla, Navarra, joses@ain.es

²Departamento de Ciencias, UPNA, Campus Arrosadia s/n 31001 Pamplona, Navarra. Grupo KIMUA

Resumen: el proyecto VISUAL-TECH 4.0 explora la creación de contenidos audiovisuales de alto impacto en el espectador mediante la integración de arte, ciencia y tecnologías digitales. Tomando como punto de partida las imágenes microscópicas de materiales creadas en laboratorio en el proyecto artístico *Hidden Reflections*, se desarrolló una exposición científico-artística con carácter didáctico y divulgativo basada en la combinación de micrografías, instalaciones manipulativas y contenidos de realidad aumentada y animación 3D. Esta aproximación permite acercar al público general conceptos relacionados con el comportamiento de la luz, la interacción luz-materia y la visión, tradicionalmente difíciles de comunicar por su carácter abstracto o por su dependencia de escalas no accesibles a la observación directa. La propuesta se materializó en la exposición *Luces, Realidad Aumentada y ¡Acción!*, celebrada en el Planetario de Pamplona en 2024, que recibió cerca de 4.000 visitantes y que, gracias al uso de Realidad Aumentada, contó con un enfoque multinivel adaptado a distintos perfiles y niveles formativos. La realización de encuestas a los visitantes muestra que la combinación de arte, tecnología y contenidos científicos mejora la comprensión de los conceptos tratados y refuerza el interés del público por la ciencia de materiales, evidenciando el potencial de los enfoques arte-ciencia-tecnología como herramientas de divulgación científica.

Palabras clave: divulgación científica; ciencia de materiales; arte y ciencia; microscopía; óptica; realidad aumentada; educación STEAM; exposiciones interactivas.

1. INTRODUCCIÓN.

La transmisión de conocimiento científico a públicos no especializados constituye uno de los principales retos de la divulgación, especialmente en disciplinas donde los fenómenos de interés se desarrollan a escalas no accesibles a la observación directa o presentan un elevado grado de abstracción conceptual. En la ciencia de materiales, conceptos relacionados con la microestructura, la interacción luz-materia o los mecanismos físicos responsables del color y la visión suelen resultar difíciles de comprender fuera de un contexto académico, lo que limita su comunicación a la sociedad [1].

A esta dificultad se suma la necesidad de adaptar los contenidos divulgativos a públicos muy diversos, con distintos niveles de formación, intereses y capacidades de abstracción [2]. Los formatos tradicionales, basados fundamentalmente en texto o imágenes estáticas, presentan limitaciones a la hora de explicar procesos dinámicos, relaciones espaciales complejas o fenómenos que requieren una interpretación visual guiada. En este contexto, resulta necesario explorar nuevos enfoques que permitan comunicar información técnica de forma comprensible sin renunciar al rigor científico [3].

La ciencia de materiales ofrece un terreno especialmente propicio para este tipo de estrategias, ya que muchos de sus fenómenos fundamentales pueden representarse visualmente a través de imágenes, patrones y estructuras generadas en el laboratorio [4,5]. La combinación de estas representaciones con enfoques artísticos permite convertir lo invisible en visible, facilitando un primer acercamiento perceptivo que actúa

como punto de partida para la comprensión conceptual [6]. De este modo, el arte no se plantea como un elemento decorativo, sino como un recurso comunicativo capaz de atraer la atención y estructurar el discurso divulgativo.

En paralelo, el uso de tecnologías digitales amplía las posibilidades de mediación entre el contenido científico y el público. La realidad aumentada permite superponer información explicativa directamente sobre objetos físicos, favoreciendo una relación inmediata entre la observación y la interpretación del fenómeno [7]. Por su parte, la animación 3D posibilita la representación dinámica de procesos físicos y ópticos, ofreciendo explicaciones visuales que facilitan la comprensión de conceptos complejos de manera más eficaz que los recursos tradicionales, como libros o esquemas estáticos [8].

Desde esta perspectiva, la integración de arte, ciencia de materiales y tecnologías digitales se presenta como una estrategia con un alto potencial para la divulgación científica [9,10]. El presente trabajo se enmarca en esta línea y describe una propuesta expositiva diseñada para acercar conceptos fundamentales de la ciencia de materiales al público general mediante una combinación de imágenes microscópicas, instalaciones interactivas y contenidos audiovisuales, explorando su impacto como herramienta divulgativa.

2. PROCESO DIVULGATIVO.

2.1 Del laboratorio a la obra artística: el origen de *Hidden Reflections*.

El punto de partida del proyecto VISUAL-TECH 4.0 se encuentra en *Hidden Reflections* [11], una iniciativa científico-artística basada en la creación de imágenes microscópicas de materiales desarrollados en laboratorio (Fig. 1). Estas obras surgen a partir de procesos habituales en la investigación en ciencia de materiales, como la modificación de superficies, la deposición de capas delgadas o la generación controlada de estructuras micro y nanométricas, observadas posteriormente mediante técnicas de microscopía óptica de luz reflejada, tanto en campo claro como campo oscuro.

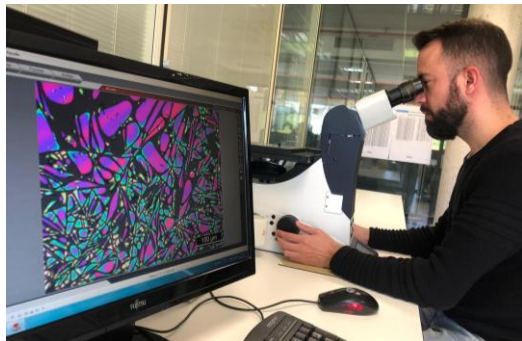


Figura 1. Proceso de obtención de imágenes de *Hidden Reflections*.

La utilización de microscopía óptica permite revelar patrones, texturas y colores que no son perceptibles a escala macroscópica. En muchos casos, los efectos visuales observados están directamente relacionados con fenómenos físicos bien conocidos en ciencia de materiales y óptica, como la existencia de fases en los metales, la interferencia de la luz en capas delgadas o la diferencia entre las técnicas de campo claro y campo oscuro en microscopía. Sin embargo, en *Hidden Reflections* estos fenómenos no se presentan inicialmente desde un enfoque explicativo, sino como imágenes de fuerte impacto estético que captan la atención del observador.

Este carácter visual y artístico de las micrografías facilita un primer acercamiento emocional y perceptivo a la materia, convirtiéndose en una herramienta idónea para introducir posteriormente un discurso técnico al observador, el cual debe adaptarse a un tono divulgativo en la mayoría de los casos. La experiencia acumulada con *Hidden Reflections* evidenció que las imágenes generadas en el laboratorio no solo poseen valor científico, sino también un notable potencial comunicativo, capaz de despertar curiosidad e interés por los procesos que las originan. Esta constatación fue clave para plantear un proyecto de mayor alcance orientado explícitamente a la divulgación de la ciencia de materiales.

2.2. Del proyecto artístico a la divulgación estructurada: VISUAL-TECH 4.0.

A partir de la experiencia previa con *Hidden Reflections*, el proyecto VISUAL-TECH 4.0 [12] se concibe como una evolución natural hacia un enfoque divulgativo más amplio y estructurado. El objetivo principal fue crear contenido audiovisual de alto impacto, capaz de acercar la ciencia de materiales al

público general, mostrando que los laboratorios son espacios donde se generan no solo avances tecnológicos, sino también imágenes y fenómenos visualmente atractivos y comprensibles para la sociedad.

Para alcanzar este objetivo, se incorporaron tecnologías digitales como la animación 3D y la realidad aumentada (RA), con el fin de complementar el impacto estético de las obras y facilitar la comprensión de los conceptos científicos subyacentes (Fig. 2). A diferencia de las visitas guiadas tradicionales, este enfoque permite que el propio contenido digital actúe como mediador, ofreciendo explicaciones adaptadas a distintos niveles formativos y reduciendo la dependencia de la presencia constante de personal especializado.

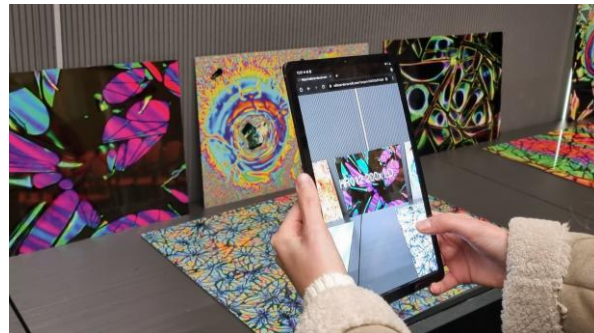


Figura 2. Pruebas para desarrollo de RA sobre cuadros de *Hidden Reflections*.

El desarrollo de VISUAL-TECH 4.0 se realizó de manera colaborativa entre el centro tecnológico AIN y el grupo de investigación KIMUA de la Universidad Pública de Navarra, especializado en didáctica de las ciencias experimentales. Esta colaboración permitió integrar el conocimiento técnico de la ciencia de materiales con metodologías educativas, mejorando el enfoque didáctico y divulgativo y dando lugar a contenidos adaptados a educación primaria, secundaria, bachillerato y público general, disponibles tanto en castellano como en euskera.

2.3. La exposición “Luces, Realidad Aumentada y ¡Acción!” como herramienta divulgativa.

La materialización del proyecto VISUAL-TECH 4.0 tuvo lugar en la exposición *Luces, Realidad Aumentada y ¡Acción!*, celebrada en el Planetario de Pamplona entre marzo y mayo de 2024 [13]. La exposición combinó 30 obras basadas en micrografías de materiales con 8 instalaciones manipulativas, integrando contenidos de realidad aumentada en 10 obras y 5 instalaciones, además de recursos audiovisuales adicionales.

El diseño expositivo se planteó como un recorrido progresivo en el que se alterna la observación directa de las obras con la interacción a través de dispositivos digitales. La realidad aumentada se superpone de manera selectiva sobre determinadas piezas, permitiendo mantener una experiencia expositiva equilibrada entre la contemplación tradicional y la exploración tecnológica (Fig. 3). Este planteamiento evita la saturación digital y refuerza el papel de la obra artística como elemento central.

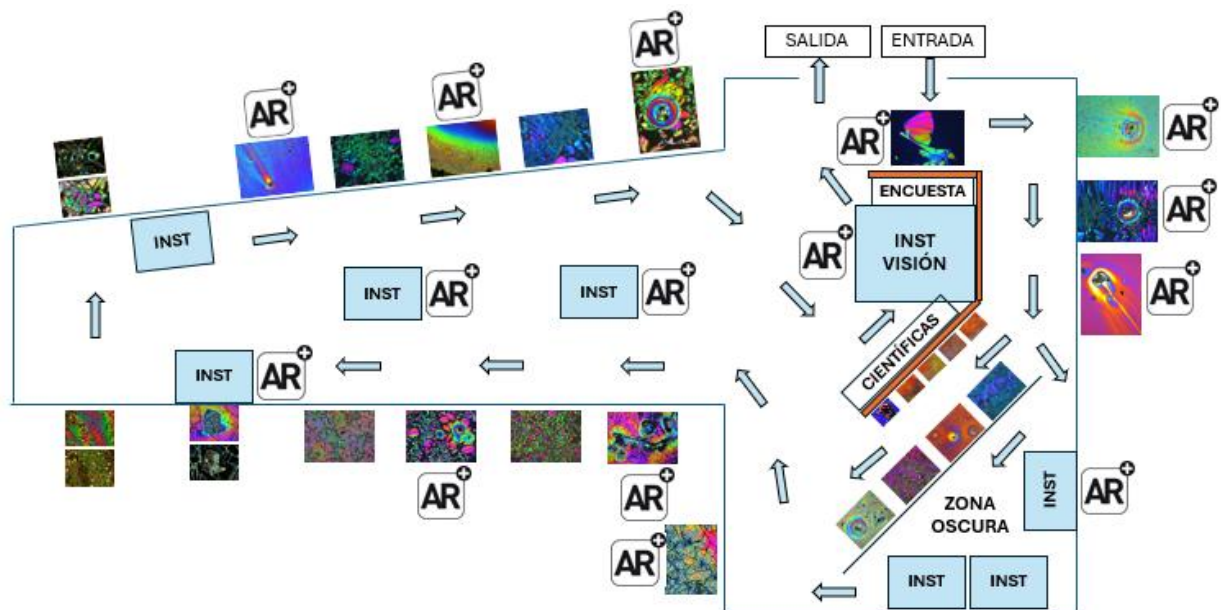


Figura 3. Plano de la exposición, mostrando el recorrido planteado, las obras e instalaciones y el uso de RA.

A través de las obras y las instalaciones se abordan, de forma implícita y explícita según el nivel del contenido, diversos conceptos relacionados con el comportamiento de la luz y su interacción con la materia. Algunos de los conceptos descritos son la propagación lineal de la luz, la descomposición de la luz blanca en el espectro visible, la relación entre longitud de onda y color, la interacción entre materia y luz (transparencia, opacidad, color), los fenómenos de reflexión e interferencia o el efecto Rayleigh, así como aspectos básicos de la visión humana (el ojo humano como cámara, defectos en la visión y daltonismo) y animal (cómo ven los diferentes animales y tipos de ojos en el reino animal). Estos contenidos se presentan mediante recursos visuales y narrativas accesibles, evitando un enfoque excesivamente formal y priorizando la comprensión conceptual.

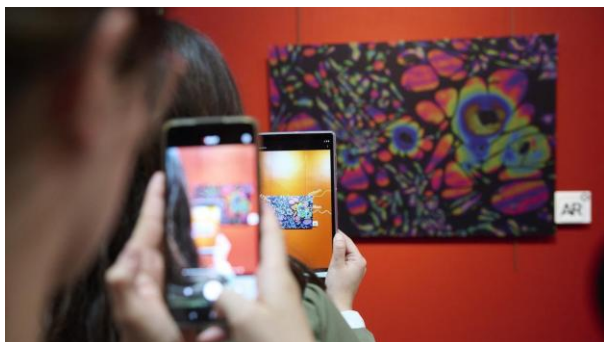


Figura 4. Asistentes de la exposición interactuando con la obra que explica la relación entre longitud de onda y color.

2.4. Mediación, público e impacto de la exposición.

Uno de los aspectos clave de la exposición fue su carácter multinivel. Los contenidos en realidad aumentada se diseñaron para ofrecer explicaciones adaptadas a cuatro niveles distintos —educación

primaria, secundaria, bachillerato y público general— lo que permitió que la exposición fuera fácilmente accesible y comprensible para un público amplio y heterogéneo. La profundidad técnica de los contenidos o la dificultad de estos se presentó de manera distinta a los distintos grupos de público, permitiendo experiencias paralelas para familias o grupos con heterogeneidad en su nivel formativo. Además, esta adaptabilidad facilitó la realización de visitas guiadas específicas para centros educativos y visitas orientadas al público general, con discursos por parte del personal de AIN y UPNA ajustados a los intereses y conocimientos previos de cada grupo. Se diseñó una encuesta para que los visitantes, tras finalizar la visita, puntuaran los procesos de aprendizaje y utilidad de las herramientas digitales y la combinación arte/ciencia/tecnología, además de que añadieran comentarios sobre la exposición.



Figura 5. Charla inicial de una de las visitas guiadas realizadas a público general.

Durante el periodo expositivo se registró una asistencia cercana a los 4.000 visitantes, incluyendo grupos procedentes de 17 centros educativos de distintos niveles formativos, así como público general. Se realizaron más de 20 visitas guiadas y se recogieron 412 encuestas por parte de los visitantes, de las cuales 43

eran de docentes, 256 de alumnos y 113 de público general (Fig. 5). Los resultados de las encuestas reflejan una percepción positiva tanto del componente estético de la exposición como del valor didáctico de los contenidos, destacándose la utilidad de la realidad aumentada y las animaciones 3D desarrolladas para mejorar la comprensión de los conceptos tratados.

Las observaciones cuantitativas y cualitativas recogidas durante las visitas indican que la combinación de arte, ciencia y tecnología favorece la atención sostenida del público y facilita la asimilación de fenómenos complejos relacionados con la óptica y la ciencia de materiales. Asimismo, las respuestas de las encuestas provenientes de alumnado de primaria y secundaria mostraron que la exposición posee potencial para despertar el interés por las disciplinas científico-tecnológicas, especialmente entre el público infantil y juvenil, contribuyendo a la promoción de vocaciones STEM.

3. CONCLUSIONES.

La experiencia desarrollada en el marco del proyecto VISUAL-TECH 4.0 pone de manifiesto el valor de los enfoques híbridos entre arte, ciencia y tecnología para la divulgación de la ciencia de materiales. La utilización de imágenes microscópicas de materiales como punto de partida artístico permite acercar al público general fenómenos que, de otro modo, resultarían difíciles de comunicar debido a su escala o complejidad conceptual. La incorporación de tecnologías digitales, como la realidad aumentada y la animación 3D, amplifica este efecto al facilitar la contextualización visual y la adaptación de los contenidos a distintos niveles formativos.

La exposición Luces, Realidad Aumentada y ¡Acción! demostró que es posible diseñar un espacio expositivo y divulgativo multinivel capaz de atender a públicos diversos, desde estudiantes de educación primaria hasta visitantes adultos sin formación científica previa. Los datos de asistencia y las encuestas realizadas indican una mejora percibida en la comprensión de los conceptos tratados, así como una valoración positiva tanto del componente estético como del enfoque didáctico adoptado. Estos resultados confirman que la combinación de experiencias visuales atractivas y mediación tecnológica contribuye de manera efectiva a reforzar el aprendizaje y el interés por la ciencia de materiales.

Desde una perspectiva más amplia, este tipo de iniciativas evidencia la necesidad de reforzar la divulgación en el ámbito de los materiales, un campo con un alto potencial para generar contenidos visuales y narrativas accesibles a la sociedad. La experiencia presentada confirma que los laboratorios de ciencia de materiales no solo son espacios de generación de conocimiento técnico, sino también fuentes de imágenes, procesos y relatos capaces de conectar con el público y fomentar vocaciones científicas. En este sentido, la integración de estrategias artísticas y divulgativas se presenta como una vía prometedora para acercar la ciencia de materiales a la ciudadanía.

4. AGRADECIMIENTOS.

Los autores quieren agradecer al Gobierno de Navarra por la financiación para el proyecto VISUAL-TECH 4.0 - Ayudas a Agentes del SINAI para la realización de proyectos de I+D colaborativos PC173-174, a NICDO por la cesión del espacio expositivo, y al comité organizador del congreso MATERDIVULGA por generar espacios para mostrar la divulgación en ciencia de materiales.

5. REFERENCIAS.

- [1] Bucchi, M., Trench, B., Routledge Handbook of Public Communication of Science and Technology, 2nd ed., Routledge, London, 2021.
- [2] Falk, J. H., Dierking, L. D., The Museum Experience Revisited, Routledge, London, 2013.
- [3] Salzmann, S., Walter, C., Kaspar, K., "A new dimension of simplified science communication: the easiness effect of science popularization in animated video abstracts", *Frontiers in Psychology*, Vol 16, 2021.
- [4] Qin, R., "Visual Computation of Material Microstructure and Deformation", *Materials*, Vol 17, 2024.
- [5] Santos, S., "Crossing borders: the path of photomicrography towards artistic recognition", *MIDAS – Museus e Estudos Interdisciplinares*, Vol. 5, 2015.
- [6] Ibáñez, M. B., Delgado-Kloos, C., "Augmented reality for STEM learning: A systematic review", *Computers & Education*, Vol. 123, 2018, pp. 109–123.
- [7] Fernández García, F., Herrera Arenas, D., Sevilla Álvarez, J., "El paisaje a través de la representación gráfica: la Realidad Aumentada como herramienta de interpretación", *Investigaciones*, Vol 81, 2024.
- [8] Teplá, M., Teplý, P., Šmejkal, P., "Influence of 3D models and animations on students in natural subjects", *International Journal of STEM Education*, Vol 9, 2022.
- [9] Llumiquinga Suntaxi, L. K., Gavilanes Guzman, G. I., "Integración de las tecnologías digitales en la enseñanza del arte una aproximación al arte digital como lenguaje pedagógico emergente. Imperium Académico", *Multidisciplinary Journal*, Vol 2, 2025.
- [10] Sheng, L., "Integration of Science and Art: Take the Micro Art Design Transformation of Material Structure Diagram Through the Combination of Material Science and Art Design as an Example", *Research Inspiration*, Vol 8, 2022.
- [11] www.hidden-reflections.com
- [12] <https://www.aditech.com/es/proyectos-colaborativos/visual-tech-4-0/>
- [13] <https://www.noticiasdenavarra.com/cultura/2024/03/19/luces-realidad-aumentada-accion-8020185.html>