

CIFI 4075



**UNIVERSIDAD DE PUERTO  
RICO**

**Recinto de  
Río Piedras  
Facultad de  
Estudios  
Generales  
Departamento  
de Ciencias  
Físicas**

**Título: Ciencia y Tecnología en el Arte**

**Codificación: CIFI 4075**

**Número de horas/crédito: 3 (Tres horas/semana, 45 horas totales)**

**Prerrequisitos, co-requisitos y otros requerimientos: ninguno**

### **Descripción del curso**

Este es un curso interdisciplinario para los estudiantes de la Facultad de Ciencias Naturales como opción para cumplir con el requisito de Ciencias Físicas del componente de Ciencias Naturales de Educación General. Se enfatiza en cómo la ciencia experimental contribuye al conocimiento y la preservación de los objetos de interés artístico o histórico. Se elegirá al menos un fenómeno físico o químico en el que se estudiará en mayor profundidad los conceptos epistemológicos: las teorías sobre la luz, los fundamentos de la electroquímica, etc. Se introducen algunos materiales de interés artístico, su caracterización y su preservación. Todos los tópicos se discuten mediante el método dialógico y estudio de casos reales. La aprobación en el curso requiere la presentación de un proyecto final que trate de un estudio sobre conservación o caracterización de una pieza de interés artístico o histórico. El curso podría incluir visitas a instalaciones fuera del salón de clases.

### **Objetivos de aprendizaje**

Este curso cumple con los objetivos generales del Departamento de Ciencias Físicas. Además, este curso tiene también por objetivos, que el estudiante pueda:

1. Identificar el problema o asunto central relacionado con la caracterización, descripción o preservación de objetos de interés cultural que atrae la atención de un científico y que lo hace foco de su investigación.
2. Aplicar la estructura conceptual de un trabajo científico a un estudio de ciencia experimental aplicado a un artefacto de interés cultural.
3. Identificar en los textos, materiales o documentales audiovisuales los enunciados que respondan a los conceptos epistemológicos como datos, hipótesis, generalizaciones, leyes y teorías científicas, etc.
4. Describir las soluciones hipotéticas a un problema relacionado con el uso, caracterización o conservación de artefactos de interés cultural.

5. Contrastar la propuesta solución del problema con la evidencia empírica proporcionada por las técnicas analíticas empleadas para caracterizar el artefacto de interés cultural.
6. Aplicar los conceptos y principios científicos estudiados previamente a la solución de nuevos problemas relacionados con los artefactos de interés cultural.
7. Juzgar el mérito del aporte científico de un estudio en conservación o caracterización de artefactos de interés cultural, incluyendo la metodología científica empleada.
8. Comparar e integrar los aportes de las diferentes disciplinas a la resolución de un problema específico de identificación, caracterización o conservación del patrimonio cultural.
9. Fortalecer competencias en el uso de tecnologías de información, mediante el uso continuo de las mismas para utilizarlas en presentaciones, exámenes y el proyecto final.
10. Demostrar capacidad para trabajar e interactuar con las herramientas digitales disponibles para apoyar sus actividades de aprendizaje, individuales o colaborativas, cumpliendo con las obligaciones éticas y legales de las mismas.
11. Contribuir de forma efectiva a la inclusión de compañeros estudiantes con diversidad funcional en el salón de clases.
12. Al trabajar en equipo, hacer los acomodos necesarios para incluir compañeros estudiantes con diversidad funcional.

### **Bosquejo de contenido y distribución del tiempo**

Los tópicos abajo presentados serán discutidos durante el estudio de los casos reales a lo largo del semestre, de modo que estarán integrados dentro de los estudios de los casos. Según los casos reales que el profesor elija, el profesor hará las adaptaciones oportunas (por ejemplo en el tópico II y III) respetando el tiempo dedicado a cada uno de los tópicos I a IV a seguir, que incluye las horas dedicadas a los exámenes y su discusión:

I - La naturaleza de la ciencia y la estructura del conocimiento científico empírico y aspectos éticos

**8 horas**

- a. Acerca de ciencia y ciencias físicas
- b. Conceptos epistemológicos
- c. Generalizaciones empíricas. Razonamiento inductivo y deductivo
- d. La estructura del método científico
- e. Las teorías científicas: génesis y evolución
- f. Ciencia vs. Tecnología
- g. La importancia de la información histórica
- h. Utilidad y uso de los objetos artísticos y de interés cultural: restauración vs. preservación

II – Alternativa A

La naturaleza de la luz

**6.5 horas**

- a. Desarrollo histórico del concepto “luz”
- b. Dualidad onda-partícula
- c. Espectro electromagnético
  - Infrarrojo
  - Visible
  - Ultravioleta
  - Rayos X
  - Aplicaciones analíticas

**II – Alternativa B**

El fenómeno electroquímico

**6.5 horas**

- a. Teoría de la dualidad de la materia
- b. Oxidación y reducción
- c. La interacción entre electricidad y química. La pila de Volta y sus aplicaciones en la Química
- d. Leyes de Faraday
- e. Estudio conceptual del fenómeno electroquímico
- f. El desarrollo de técnicas electroquímicas y aplicaciones prácticas

(Obs.: aquí se sugieren 2 alternativas para introducir y ejemplificar los conceptos epistemológicos de la parte I del bosquejo de temas. Otras alternativas podrán ser ofrecidas según lo decida el profesor y los casos de estudio seleccionados).

**Primer parcial y discusión del examen**

**2.5 horas**

**III – Materiales en el arte: una visión general (trabajar al menos con 3 de los siguientes materiales en los estudios de caso)**

**7 horas**

- a. Pigmentos y tintes
- b. Aglutinantes
- c. Solventes
- d. Polímeros
- e. Metales y aleaciones
- f. Maderas y fibras naturales
- g. Piedras, minerales y otros inorgánicos
- h. Nanoestructuras de interés artístico

**IV – Análisis químico-físico de objetos de valor cultural y aspectos éticos (trabajar al menos 3 de las técnicas listadas abajo): introducción e información obtenida de las técnicas.**

**10.5 horas**

- a. La adquisición de objetos y de sus muestras: aspectos éticos, sociales, culturales y religiosos

- b. Degradación y envejecimiento de objetos de interés artístico y cultural
- c. Técnicas de análisis químico-físico
  - *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)/Raman Spectroscopy*
  - X-Ray Photoelectron Spectroscopy (XPS)
  - *Energy Dispersive Spectroscopy (EDS)/X-Ray Fluorescence (XRF)*
  - Difracción rayos X (XRD)
  - Técnicas electroquímicas
- d. Análisis microscópico
  - *Scanning Electron Microscopy (SEM)*
  - Microscopía con filtros y marcadores
  - Microscopía luz polarizada (caso práctico)
- e. Técnicas para fechación:
  - Radioisótopos: C14 y otros
  - Acelerador de partículas y su uso en la caracterización de materiales artísticos

### **Segundo parcial y discusión del examen**

**2.5 horas**

### **V – Presentación del proyecto de investigación:**

**8 horas**

- a. sobre casos/objetos artísticos o históricos
- b. que no envuelven trabajo directo sobre artefactos. Algunos temas sugeridos:

- La química de la pintura al fresco
- Degradación de polímeros en los objetos artísticos
- La química de la fotografía
- El papel y papeles modificados
- Arqueología de las pinturas
- Cómo identificar falsificaciones
- Casos concretos de falsificaciones e imitaciones
- Casos concretos de “redescubrimiento” de obras artísticas importantes
- La recuperación de la Capilla Sixtina
- La revolución en la teoría de la percepción del color en el siglo XIX
- Nanomateriales en las obras de arte
- El caso del pigmento *Maya Blue*

### **Técnicas instruccionales**

La interacción entre el profesor y el estudiante se da sobre una base dialógica de discusión. El curso emplea también extensivamente el estudio de casos reales dónde la caracterización de objetos artísticos y/o históricos mediante técnicas analíticas químico-físicas han provisto datos fundamentales para la aclaración de problemas relacionados con esos artefactos. Además se utiliza el aprendizaje basado en problemas, que se

implementa mediante el estudio de objetos y su caracterización. Se sugiere que los proyectos finales de investigación serán a) sobre casos/objetos artísticos/históricos en propiedad del estudiante o del Recinto; b) proyectos finales que no envuelvan trabajo directo con artefactos.

### **Recursos de aprendizaje e instalaciones mínimas disponibles o requeridos**

El curso hará uso frecuente de recursos de aprendizaje asistidos por tecnologías tales como computadoras, Internet y equipo audiovisual. Las instalaciones disponibles para el curso son los salones de clase equipados con los equipos audiovisuales y el Salón de Recursos Múltiples del Departamento. Se recomienda al profesor la interacción con el Museo de Arte de la Universidad de Puerto Rico y el Centro de Caracterización de Materiales (MCC). Además es conveniente que el profesor gestione visitas a otras instalaciones como laboratorios especializados, museos o laboratorios con facilidades analíticas de microscopía y espectroscopia; hay algunos disponibles en el Recinto de Río Piedras y otras unidades del sistema UPR. El curso emplea material bibliográfico de libre acceso al público universitario.

### **Técnicas de Evaluación**

Se evaluará mediante exámenes parciales, presentaciones orales, trabajos con temas asignados u otros modos que el profesor expondrá al distribuir su sílabo, hasta un total de 65 % de la calificación en el curso. La confección y exposición del proyecto final completan el 35% restante de la nota. Se ofrecerá evaluación diferenciada a estudiantes con necesidades especiales.

Exámenes parciales	50 %
Presentaciones orales	10 %
Trabajos en clase o asignados	5 %
Proyecto final	<u>35 %</u>
Total	100 %

### **Sistema de Calificación**

Se usará el sistema de evaluación cuantificable acordado por el Departamento de Ciencias Físicas, según la siguiente distribución:

100	- 88	→ A
87	- 75	→ B
74	- 60	→ C
59	- 47	→ D
46	- 0	→ F

### **Acomodo Razonable (Ley)**

La Universidad de Puerto Rico (UPR) reconoce el derecho que tienen los estudiantes

con impedimentos a una educación post secundaria inclusiva, equitativa y comparable. Conforme a su política hacia los estudiantes con impedimentos, fundamentada en la legislación federal y estatal, todo estudiante cualificado con impedimentos, tiene derecho a la igual participación de aquellos servicios, programas y actividades que están disponibles de naturaleza física, mental o sensorial y que por ello se ha afectado, sustancialmente, una o más actividades principales de la vida como lo es su área de estudios post secundarios, tiene derecho a recibir acomodos o modificaciones razonables. De usted requerir acomodo o modificación razonable en este curso, debe notificarlo al profesor sobre el mismo, sin necesidad de divulgar su condición o diagnóstico. De manera simultánea, debe solicitar a la Oficina de Servicios a Estudiantes con Impedimentos (OSEI) de la unidad o Recinto, en forma expedita, su necesidad de modificación o acomodo razonable.

### **Integridad académica**

La Universidad de Puerto Rico promueve los más altos estándares de integridad académica y científica. El Artículo 6.2 del Reglamento General de Estudiantes de la UPR (Certificación Núm. 13, 2009-2010, de la Junta de Síndicos) establece que “la deshonestidad académica incluye, pero no se limita a: acciones fraudulentas, la obtención de notas o grados académicos valiéndose de falsas o fraudulentas simulaciones, copiar total o parcialmente la labor académica de otra persona, plagiar total o parcialmente el trabajo de otra persona, copiar total o parcialmente las respuestas de otra persona a las preguntas de un examen, haciendo o consiguiendo que otro tome en su nombre cualquier prueba o examen oral o escrito, así como la ayuda o facilitación para que otra persona incurra en la referida conducta”. Cualquiera de estas acciones estará sujeta a sanciones disciplinarias en conformidad con el procedimiento disciplinario establecido en el Reglamento General de Estudiantes de la UPR vigente.

### **PROHIBICIÓN DE HOSTIGAMIENTO SEXUAL**

"La Universidad de Puerto Rico prohíbe el discrimen por razón de sexo y género en todas sus modalidades, incluyendo el hostigamiento sexual. Según la Política Institucional contra el Hostigamiento Sexual en la Universidad de Puerto Rico, Certificación Núm. 130, 2014-2015 de la Junta de Gobierno, si un estudiante está siendo o fue afectado por conductas relacionadas a hostigamiento sexual, puede acudir ante la Oficina de la Procuraduría Estudiantil, el Decanato de Estudiantes o la Coordinadora de Cumplimiento con Título IX para orientación y/o presentar una queja".

Traducción del texto: "The University of Puerto Rico prohibits discrimination based on sex, sexual orientation, and gender identity in any of its forms, including that of sexual harassment. According to the Institutional Policy Against Sexual Harassment at the University of Puerto Rico, Certification Num. 130, 2014-2015 from the Board of Governors, any student subjected to acts constituting sexual harassment, must turn to the Office of the Student Ombudsperson, the Office of the Dean of Students, and/or the Coordinator of the Office of Compliance with Title IX for an orientation and/or a formal complaint. "

### **Bibliografía**

Portales en la red:

<http://www.artic.edu/aic/education/sciarttech> - The Art Institute of Chicago

<http://www.chemistryinart.org/resources>

<http://lite.bu.edu/>

<http://www.webexhibits.org/> en especial <http://www.webexhibits.org/pigments/>

<http://www.webexhibits.org/colorart/>

curso que tiene varias presentaciones de ppt interesantes y otras

fuentes: <http://www.fiu.edu/~gardinal>

material menos interesante pero útil para presentaciones: [www.scc.losrios.edu/~ropers](http://www.scc.losrios.edu/~ropers)

<http://hsc.csu.edu.au/chemistry/options/art/>

<https://www.getty.edu/conservation/>: material bibliográfico muy extenso y valioso sobre

muchos de los temas del curso disponibles de forma gratuita.

<http://library.stanford.edu/guides/exploration-art-materials-intersection-art-and-science>

: material bibliográfico por temas correspondiente a un curso similar.

Libros de consulta:

Ball, P. (2002). *Bright earth: art and the innovation of color*. New York, NY: Farrar, Straus and Giroux. ISBN-13: 978-0226036281.

Findlay, V. (2002). *A natural history of the palette*. New York, NY: Ballantine Books. ISBN-13: 978-0812971422.

García Fernández, I. M. (1999). *La conservación preventiva y la exposición de objetos y obras de arte*. Murcia, España: Editorial KR. ISBN-13: 978-8488551528.

Goldstein, J. (1992). *Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis: a text for biologists, materials scientists, and geologists*. (2nd ed.). New York, NY: Plenum Press. ISBN-13: 978-1461332756.

Hermens, E., Fiske, T. (2009). *Art, conservation and authenticities: material, concept, context*. Londres, UK: Archetype Publications. ISBN-13: 978-1904982517.

Instituto del Patrimonio Histórico Español. (2008). *La ciencia y el arte. Ciencias experimentales y conservación del patrimonio histórico*. Madrid, España: Ministerio de la Cultura. Publicaciones. ISBN-13: 978-8481813593.

Johansson, S. A. E., Campbell, J.L., Malmqvist, K. G. (1995). *Particle-induced X-ray emission spectrometry (PIXE)*. New York, NY: Wiley. ISBN-13: 978-0471589440.

Krieger, P. (2002). *Arte y ciencia : XXIV Coloquio internacional de historia del arte*. México, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Estéticas. ISBN-13: 978-9683699442.

Odegaard, N., Carroll, S. & Zimmit, W. S. (2000). *Material characterization tests for objects of art and archaeology*. Londres, Reino Unido: Archetype Publications. ISBN-13: 978-1909492202.

Villar Movellán, A.; Dabrio González, M. T. (2011). *La Sábana Santa de Turín y el Santo Sudario de Oviedo: desde la historia, la ciencia y el arte*. Córdoba, España: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. ISBN-13: 978-8499270623.

Workman, J.; Springsteen, A. W. (1998). *Applied spectroscopy: a compact reference for practitioners*. San Diego, CA: Academic Press. ISBN-13: 978-0127640709.

Turrell, G.; Corset, J. (1996). *Raman microscopy : developments and applications*. San Diego, CA: Academic Press. ISBN-13: 978-0121896904.

Revistas:

Prensa Científica (Autor). (2002). *Investigación y Ciencia: Temas 27: El color*. Barcelona, España: Prensa Científica.

Artículos:

Mihalick, J. E. & Donnelly, K. M. (2006). Using metals to change the colors of natural dyes. *Journal of Chemical Education*, 83(2), 1550-1551.

Mihalick, J. E. & Donnelly, K. M. (2007). Cooking up colors from plants, fabric and metal. *Journal of Chemical Education*, 84(4), 96A.

Ramachandran, V. S. & Hirstein, W. (1999). A neurological theory of aesthetic experience. *Journal of Consciousness Studies*, 6(6-7), 15–51.

Películas:

Murdock, D. (Director). (2012). *Mystery of a Masterpiece*. [documentary]. United States: NOVA (PBS).

NOVA (PBS). (2002). *Electromagnetic spectrum*. [documentary]. United States.

Videos cortos disponibles en red:

<http://www.chemistryinart.org/resources/video-online/fakes-forgeries-and-mysteries-part-1>

<http://www.chemistryinart.org/resources/video-online/fakes-forgeries-and-mysteries-part-2>

<http://www.chemistryinart.org/resources/video-online/art-and-science-conservation-behind-scenes-freer-gallery-art>

[http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=Mh42xZQL6-k#](http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=Mh42xZQL6-k#)  
(historia de la fotografía)

[http://missionscience.nasa.gov/ems/emsVideo\\_01intro.html](http://missionscience.nasa.gov/ems/emsVideo_01intro.html)

Analyzing the Past - Chemistry, Archaeology, and Art: Ruth Ann Armitage at TEDxEMU  
[http://www.youtube.com/watch?v=oB3IsM\\_cG1Q](http://www.youtube.com/watch?v=oB3IsM_cG1Q)



Canal del **Getty Conservation Institute** en youtube.com – hay muchas películas sobre caracterización y conservación de materiales artísticos/históricos.