



UNIVERSIDAD  
**COMPLUTENSE**  
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2021/2022

Nº de proyecto: 184

Análisis e incorporación al aula de los resultados de la investigación sobre la ciencia  
presente en la sociedad

Responsable del proyecto:

Ángel Ezquerra Martínez

Facultad de Educación - Centro de Formación del Profesorado

Departamento:

Didáctica de CC. Experimentales, Sociales y Matemáticas

## 1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

Este Proyecto de Innovación Docente es continuación de los proyectos anteriores PIE 43/2017-18, PIE 39/2018-19, PIE 179/2019-20; PIE 436/2020-21 y está en relación directa con el Proyecto I+D+i *Identificación de contextos científicos en la sociedad. Herramientas para docentes y ciudadanos* (RTI2018-094303-A-I00 del Ministerio de Economía y Competitividad, correspondiente al Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2019-21). También con el Proyecto FF12015-64529, «La frontera entre ciencia y política y la ciencia en la frontera: la ciencia española, 1907-1975» del MINECO. Todos estos proyectos han venido realizándose con participación de varios de los profesores del Grupo de Investigación UCM-970762 NEURODIDÁCTICA, CIENCIA Y SOCIEDAD.

Nuestro modo de vivir es inseparable de la evolución de los desarrollos científico-tecnológicos (Korotayev et al., 2006). Por esta razón, la ciudadanía necesita ir modificando los conocimientos que le permitan responder a las nuevas situaciones que surgen en su día a día. Esto tiene repercusión tanto a nivel personal como social (Kolstø et al., 2006). Las circunstancias de la actual pandemia son un ejemplo, lamentablemente, de la necesidad de movilizar conocimientos científicos para tomar decisiones personales y comunitarias. Resulta imprescindible, por tanto, un sustento científico que permita soportar los argumentos y las decisiones.

Este requisito, conocido como “alfabetización científica”, constituye uno de los objetivos de la educación (Bybee, 1991; DeBoer, 2000; Hodson, 2003; Feinstein, 2011). Por esta razón, la valoración que los ciudadanos otorgan a los conocimientos de ciencia y tecnología preocupa a multitud de instituciones, como demuestran los estudios del Eurobarómetro sobre Percepción Pública de la Ciencia (EC, 2013) o las distintas oleadas de la FECYT (2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013 y 2015), entre otros. Sin embargo, a pesar de los considerables esfuerzos llevados a cabo, no se han alcanzado los logros deseados en la formación científica de la ciudadanía. Parece que una solución asumida de forma generalizada es contextualizar el aprendizaje de las ciencias, relacionando los contenidos trabajados en clase con escenarios cotidianos y familiares para el alumnado (Perrenoud, 2012; Clegg & Kolodner, 2014).

En proyectos anteriores organizamos que nuestros estudiantes, futuros docentes, llevasen a cabo un análisis de los contextos de su vida cotidiana en los que se presentasen contenidos científicos, que desarrollasen propuestas educativas y analizaran la vinculación entre ciencia y ciudadanía. Para ello, planteamos: (1) diseñar herramientas metodológicas para facilitar el análisis de la ciencia presente en la sociedad, (2) acompañar a nuestros futuros docentes en el diseño de sus propuestas, (3) facilitar la puesta en marcha de talleres de formación ciudadana como una más de las actividades realizadas por el Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN), y (4) analizar las propuestas metodológico-didácticas utilizadas para subsanar las dificultades detectadas.

Estos objetivos buscaban formar a nuestro alumnado como futuros profesionales de la enseñanza para que incorporasen de manera progresiva entre sus competencias la capacidad de conectar lo aprendido en las distintas materias con las necesidades de la sociedad de la cual forman parte. Para ello, se planteó un conjunto de actividades para desarrollar en ellos la capacidad de identificar contenidos científicos y de incorporar estos avances a sus propuestas didácticas. Ahora, estamos en el proceso de incorporación al aula de estos resultados.

Como venimos haciendo en nuestro grupo de investigación UCM, pretendemos involucrar en estas tareas de análisis a los estudiantes que ya formaron parte de proyectos anteriores y a los nuevos estudiantes de este curso. Los propósitos de la actual propuesta se centran en analizar los datos obtenidos en los proyectos anteriores, mejorar las sucesivas propuestas e implementar este enfoque en las diferentes asignaturas que impartimos. Recordemos que formar a nuestros futuros docentes en la identificación de la ciencia en la sociedad y su implementación en el aula es un conocimiento profesional fundamental. En concreto, los objetivos son:

- Analizar los datos obtenidos en los proyectos anteriores. Este objetivo está en proceso, una parte de los datos ya está analizada y algunos de los resultados están en fase de comunicación en congresos y en revistas (Ezquerria et al., 2019).
- Revisar las herramientas metodológicas utilizadas anteriormente para la obtención de estos datos y tratar de mejorar los diseños planteados.
- Diseñar y aplicar modos paramétricos para recoger y medir la percepción sobre la ciencia. Para ello haremos uso de sistema de inteligencia artificial para el análisis las expresiones faciales (iMotions®). Este objetivo cuenta con los recursos propios del Grupo de Investigación NCS y ya está en proceso: hemos puesto en marcha el sistema, realizado varias pruebas piloto, conseguido obtener y analizar datos, y algunos de los resultados están en fase de comunicación en congresos y en revistas.
- Fomentar la participación de nuestros estudiantes, y futuros docentes, en los procesos de análisis de resultados de investigación. Este objetivo no se pudo llevar a cabo en el proyecto anterior debido a la pandemia del SARS-CoV 2. En esta ocasión ya tenemos la experiencia de trabajar en estas condiciones. Ahora ya podremos incorporar a los estudiantes a los procesos de análisis de resultados de investigación (Rivero et al., 2013; Ezquerria, De Juanas, Martín del Pozo, 2015; Hamed, Ezquerria, Porlán & Rivero, 2020).
- Incorporar a nuestros estudiantes y alguna de sus propuestas como una más de las actividades realizadas por el Museo Nacional de Ciencias Naturales. Este último objetivo se interrumpió en el proyecto anterior, en marzo del 2020, debido a las circunstancias causadas por la COVID-19. Ahora ya podremos incorporar a los estudiantes a los procesos de análisis de resultados de investigación.
- Fundamentar la toma de decisiones personales y comunitarias frente a bulos y desinformaciones, algo tan importante en estos tiempos (Ezquerria, Fernández-Sánchez, 2014; Ezquerria, Fernández-Sánchez, Magaña, 2015, 2016; Ezquerria et al., 2017).

Todo esto debería mejorar sustancialmente su visión sobre cómo incorporar a su futura docencia la ciencia presente en la sociedad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bybee, R. (1991). Science-Technology-Society in Science Curriculum: The Policy-Practice Gap. *Theory into Practice*, 30(4), 294-302
- Clegg, T. y Kolodner, J. (2014). Scientizing and Cooking: Helping Middle-School Learners Develop Scientific Dispositions. *Science Education*, 98(1), 36-63
- DeBoer, G. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601
- European Commission (2013). *Responsibly Research and Innovation, Science & Technology*, Eurobarometer 401

- FECYT (2003); (2005); (2007); (2009); (2011); (2013); (2015). Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología
- Feinstein, N. (2011). Salvaging science literacy. *Science education*, 95(1), 168–185.
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645–670
- Kolstø, S., Bungum, B., Arnesen, E., Isnes, A., Kristensen, T., Mathiassen, K., Mestad, I., Quale, A., Vedvik, A. y Ulvik, M. (2006). Science students' critical examination of scientific information related to socioscientific issues. *Science Education*, 90(4), 632–655
- Korotayev A., Malkov, A. y Khaltourina, D. (2006). *Introduction to Social Macrodynamics: Compact Macromodels of the World System Growth*. Moscu: Editorial URSS
- Perrenoud, P. (2012). Cuando la escuela pretende preparar para la vida ¿Desarrollar competencias o enseñar otros saberes? Barcelona: Graó
- Ezquerro, A., Fernández-Sánchez, B. & Magaña, M. (2016). Analysis of scientific contents of house products. *International Journal of Learning and Teaching*, 8(1), 12-19.
- Ezquerro, A., Mafokozi, J., Beneitez, A. E., Campillejo, A. G. y Morcillo, J. G. (2019). Tendencias de las investigaciones sobre la ciencia presente en la sociedad: una revisión sistemática. *Enseñanza de las ciencias*, 37(3), 31-47. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2727>
- Ezquerro, A.; De Juanas, A.; Martín del Pozo, R. (2015). Estudio sobre las actividades llevadas a cabo en la práctica docente universitaria para la formación inicial del profesorado de Primaria y Secundaria. *Rev. Profesorado y Currículum*, 19 (1) 330-345.
- Ezquerro, A.; Fernández-Sánchez, B. (2014). Análisis del contenido científico de la publicidad en la prensa escrita. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 275-289.
- Ezquerro, A.; Fernández-Sánchez, B.; Magaña, M. (2015). Qué contenidos científicos proponen los partidos políticos y su repercusión en la alfabetización científica de la ciudadanía. Estudio sobre el tópico “energía”. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 12(3), 491-507.
- Ezquerro, A.; Fernández-Sánchez, B.; Magaña, M.; Beatriz Mingo. (2017). Analysis of scientific contents of household cleaning products' labelling and its language implications. *Journal of Turkish Science Education*, 14(1) 73-88.
- Hamed, S., Ezquerro, Á., Porlán, R., & Rivero, A. (2020). Exploring pre-service primary teachers' progression towards inquiry-based science learning. *Educational Research*, 1-18. DOI: 10.1080/00131881.2020.1780624
- Rivero, A.; Hamed, S.; Martín del Pozo, R.; Solís, E.; Azcárate, P.; Ezquerro, A.; Fernández, J.; Porlán, R.; Rodríguez, F; Solís, C. (2013). La formación inicial de maestros de Primaria: qué hacer y cómo en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra IX Congreso Intern. sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, 3045-3050.

## 2. Objetivos alcanzados

Como acabamos de indicar arriba, el proyecto tenía como objetivos involucrar a los estudiantes para desarrollar contenidos de ciencia contextualizada. Debido a la situación de alejamiento social por la COVID-19, las posibilidades de llevar a cabo estos objetivos tal y como fueron diseñados se vio alterada y las finalidades se cumplieron como sigue:

- **Analizar los datos obtenidos en los proyectos anteriores.** Este objetivo se está llevando a cabo y parte de los resultados están en fase de comunicación en congresos y en revistas.
- **Revisar las herramientas metodológicas utilizadas anteriormente** para tratar de mejor los diseños planteados. Este objetivo se ha podido llevar a cabo y sus resultados están sirviendo para renfocar la docencia del próximo curso.
- **Diseñar y aplicar modos paramétricos para recoger y medir la percepción sobre la ciencia.** Para ello haremos uso de sistema de inteligencia artificial para el análisis las expresiones faciales (iMotions®). Este objetivo ha iniciado su andadura con éxito y ha producido un artículo, tenemos otros dos en elaboración (Ezquerro, Agen, Rodríguez-Arteche & Ezquerro-Romano, 2022).
- **Fomentar la participación de los estudiantes en el proceso de análisis y reflexión de los resultados de las investigaciones educativas que les afectan.** Durante el desarrollo de las clases se les suministraron los datos de investigación que habíamos recogido y se comentaron en las clases. Esta tarea parece haber sido muy del agrado de los estudiantes y ha generado la intención de participar en el análisis de los resultados de la investigación y en futuros proyectos.
- **Incorporar a nuestros estudiantes y alguna de sus propuestas como una más de las actividades realizadas por el Museo Nacional de Ciencias Naturales.** Esta finalidad fue profundamente afectada por la situación de pandemia. El MNCN no pudo llevar a cabo sus talleres. Sin embargo, si se tiene todo preparado para futuras oportunidades. Bien es cierto que no será con los estudiantes que iniciaron el proyecto, pero al menos su impulso mejorará la docencia de las siguientes generaciones de estudiantes. Algo que estaba en la mente de todos cuando acometimos el presente proyecto.
- **Fundamentar la toma de decisiones personales y comunitarias frente a bulos y desinformaciones,** algo tan importante en estos tiempos (Ezquerro, Fernández-Sánchez, 2014; Ezquerro, Fernández-Sánchez, Magaña, 2015, 2016; Ezquerro et al., 2017). Esto se logró a partir de las reflexiones realizadas en clase sobre las ponencias para los distintos congresos a los que íbamos enviado propuestas.

El conjunto de libros, capítulos de libro, artículos y ponencias que hemos publicado son:

1. ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN TIEMPOS DE COVID-19. DE LA INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA AL AULA. Colecciones: Análisis y Estudios / Ediciones Universitarias. Graó ediciones. EAN: 978-84-18627-60-6. Barcelona, 2021. AUTORES: Abril Gallego, Ana María / Blanco López, Angel / Franco Mariscal, Antonio Joaquín / Álvaro Mora, Nuria / Ametller i Leal, Jaume / Aragón Méndez, María del Mar / Aragón Núñez, Lourdes / Borrull Riera, Anna / Bravo Lucas, Elena / Cabello Garrido, Aurelio / Cantó Doménech, José / Cañada Cañada, Florentina / Cara Torres, J. Beatriz / Carrasquer Álvarez, Beatriz / Cebrián Robles, Daniel / Cortés Gracia, Angel Luis / Criado García-Legaz, Ana M.<sup>a</sup> / Cruz Lorite, Isabel María / Cubero Juárez, Javier / de Pro Bueno, Antonio / de Pro Chereguini, Carlos / España Naveira, Paloma / España Ramos, Enrique / Ezquerro Martínez, Angel / García Barros, Susana / García Ruiz, Andrés / García Ruiz, Cristina / Garzón Fernández, Anabella / Gavidia Catalán, Valentín / Girón Gambero, Jesús

Ramón / Gómiz Aragón, Marta / Gonzalez García, Francisco / González García, Francisco José / Grimalt Álvaro, Carme / Guisasola Aranzabal, Jenaro / Hernández del Barco, Miriam / Illescas Navarro, Mireia / Jiménez Liso, M. Rut / López Banet, Luisa / Lupión Cobos, Teresa / Marcos Merino, José María / Márquez Bargalló, Conxita / Martínez Aznar, M<sup>a</sup> Mercedes / Martínez Losada, Cristina / Mayoral García-Berlanga, Olga / Mazas Gil, Beatriz / Montalban Quesada, Alba / Muñoz Franco, Granada / Nebot Castelló, Maria Roser / Oliva Martínez, José Maria / Perales Palacios, Fco. Javier / Pérez Martín, José Manuel / Ponz Miranda, Adrián / Quesada Armenteros, Antonio / Reig Armiñana, José / Rodríguez Losada, Noela / Rodríguez Ortega, Pilar Gema / Romero Ariza, Marta / Sáez Bondía, María José / Solbes Matarredona, Jordi / Solís Espallargas, María del Carmen / Vallés Rapp, Cristina / Valls Bautista, Cristina

2. APRENDIENDO A BUSCAR CIENCIA EN LA SOCIEDAD. RECURSOS DIDÁCTICOS PARA EL PROFESORADO. Ezquerria, A., Fernández-Carro, R., Vílchez, J.E., Vílchez, J.M. (2021). Ediciones Pirámide. ISBN: 978-84-368-4586-0.
3. Agen, F. y Ezquerria, A. (2021). Análisis de las emociones en el trabajo de indagación: «La Caja Negra». *Investigación en la Escuela*, 103, 125-138. doi: <http://dx.doi.org/10.12795/IE.2021.i103.09>
4. Ezquerria, A., Agen, F., Rodríguez-Arteche, I., & Ezquerria-Romano, I. (2022). Integrating Artificial Intelligence into Research on Emotions and Behaviors in Science Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(4), em2099. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11927>
5. Fernández-Carro, Vílchez, J. E., Vílchez-González, J. M. and Ezquerria, A. (2022). Multivariate analysis of beliefs in pseudoscience and superstitions among pre-service teachers in Spain. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00354-y>

### 3. Metodología empleada en el proyecto

Respecto a la METODOLOGÍA de análisis del proyecto, hemos utilizado técnicas de análisis de datos, tanto cualitativas (análisis de contenido categorial) como cuantitativas (análisis estadístico descriptivo) y análisis paramétrico son nuestro sistema de inteligencia artificial iMotions®, que ya hemos puesto en práctica con éxito en otros proyectos.

En concreto, se han realizado análisis de contenido sobre los documentos de los cursos anteriores. Esto ha dado varias comunicaciones y estamos en fase de publicar algunos artículos. Para su realización se ha utilizado el programa de análisis ATLAS.ti. Sobre este programa informático hemos realizado un curso de formación.

Finalmente, sobre estos resultados cualitativos se ha llevado a cabo un análisis de carácter cuantitativo, donde se utilizará el paquete informático SPSS (Statistical Package for Social Sciences).

El sistema iMotions® ha generado un conjunto amplísimo de datos (> 60.000.000 de datos) que están siendo analizados y están sirviendo para la elaboración de artículos.

#### 4. Recursos humanos (Máximo 1 folio)

La participación fue la siguiente:

Joseph Mafokozi intervino en el diseño de este proyecto y en la supervisión de su puesta en práctica, esto significó asistir a las reuniones y colaborar con los demás compañeros. Asimismo, ha coordinado el análisis de los grupos de discusión y está trabajando en la supervisión.

Pilar López García-Gallo. Es directora de comunicaciones del MNCN y ha intentado implementar como taller del museo algunas de las propuestas diseñadas inicialmente por nuestros estudiantes. La segunda edición de los talleres nos servirá para recoger datos sobre el efecto de este tránsito entre formación de nuestro alumnado y formación científica de la sociedad.

Amparo Elisa Beneitez, José Remo Fernández Carro, Francisco A. González Redondo, Belén Fernández Sánchez, Almudena De La Fuente, Iñigo Rodríguez, David Fernández Blázquez, José Manuel García y Sonia Pamplona, todos ellos profesores, han intervenido en la puesta en práctica del proyecto, esto significó asistir a las reuniones e involucrar a sus alumnos en la realización del proyecto. Asimismo, han participado en varios análisis de datos y han presentado varias ponencias sobre estas temáticas en distintos congresos.

Federico Agen y Rafael Campillos Ladero, estudiantes de doctorando, participaron en el análisis de los datos y en la redacción de ponencias. Sus aportaciones ayudaron a mejorar los instrumentos de observación y a desarrollar en ellos la capacidad de comunicar resultados de investigación.

Sergio Marín Espinosa, PAS, colaboraron en la gestión de espacios y materiales. Asimismo, Sergio Marín elaboró una ponencia para un congreso en colaboración con otros miembros del equipo.

Angel Ezquerro, realizó trabajos de diseño, gestión, coordinación y análisis a lo largo de todo el proceso. Lo habitual para un IP de proyecto.

En resumen, todos los miembros del equipo han participado de forma muy activa.

- Federico Agen Estudiante fagen@ucm.es
- Rafael Campillos Ladero Estudiante rcampillos@ucm.es
- Amparo Elisa Beneitez Villamor PDI Complutense ampabene@ucm.es
- Almudena De La Fuente Fernandez PDI Complutense almdelaf@ucm.es
- Belen Fernandez Sanchez PDI Complutense belfer01@ucm.es
- Francisco A. Gonzalez Redondo PDI Complutense f.a.gonzalezredondo@edu.
- Jose Mafokozi Ndabishibije PDI Complutense mafjos@ccedu.ucm.es
- José Remo Fernández Carro PDI otra JoseRemo.Fernandez@uclm.
- Pilar López García-Gallo PDI otra Universidad pilarg@mncn.csic.e
- Sonia Pamplona Roche PDI Complutense spamplona@ucm.es
- David Fernández Blázquez PDI Complutense davfer14@ucm.es
- Jose Manuel Garcia Ramos PDI Complutense jmgramos@ccedu.ucm.
- Sergio Marín Espinosa PAS Complutense smarines@pas.ucm.es
- Iñigo Rodríguez Arteche PDI otra iñigo.rodriguez@urj.es
- IP: Angel Ezquerro angel.ezquerro@edu.ucm.es

## **5. Desarrollo de las actividades (Máximo 3 folios)**

Nuestro trabajo estaba estructurado en una serie de fases que a continuación pasamos a enumerar, comentando el grado de cumplimiento:

FASE I: A desarrollar durante los meses de septiembre y octubre de 2021.

- Continuar con el análisis de los resultados obtenidos en los estudios anteriores.
- Realizar más ensayos con el iMotions® (sistema de inteligencia artificial para el análisis las expresiones faciales) y llevar a cabo entrevistas semiestructuradas a los estudiantes para completar los datos de los cuestionarios. Esta tarea se ha realizado y estamos con el análisis de los datos.
- Organizar los grupos de estudiantes que, voluntariamente, quieran participar en las actividades del MNCN. Así mismo, se comenzará a preparar el material y el protocolo de actuación para la realización de estos talleres. Esta tarea se comenzó a realizar, pero no concluyó.

FASE II: A desarrollar entre los meses de noviembre a enero del curso 2021-22.

- Redacción de publicaciones. Esta tarea ya está realizada en parte.
- Análisis de las entrevistas llevadas a cabo en el proceso anterior.
- Realización de los talleres del MNCN.

FASE III: A desarrollar entre los meses de febrero a junio del año 2022.

- Continuación con la redacción de publicaciones.
- Elaboración de material educativo a partir de los datos obtenidos. En la actualidad hemos publicado un libro con parte de los resultados de proyectos anteriores y dos capítulos de libro.
- Realización de los talleres del MNCN. Donde, además de la propia implementación de los talleres, se pretendía obtener datos para su posterior análisis. No fue posible llevar a cabo esta tarea por los problemas de gestión de aforos del museo.
- Redacción del informe final. En ello estamos ahora mismo