MÉTODO CIENTÍFICO Y DATOS ABIERTOS EN EDUCACIÓN. *VIDEOARTÍCULO* INTERACTIVO SOBRE EL PROYECTO *ESCUELAS COMCIENCIA*[1]

Manuel Gertrudix-Barrio
Universidad Rey Juan Carlos – Cº del Molino, s/n 28943 Fuenlabrada (Madrid) – manuel.gertrudix@urjc.es

Juan Romero-Luis
Universidad Rey Juan Carlos – Cº del Molino, s/n 28943 Fuenlabrada (Madrid) – juan.romero@urjc.es

Daniel Barrera-Muro
Universidad Rey Juan Carlos – Cº del Molino, s/n 28943 Fuenlabrada (Madrid) – daniel.barrera@urjc.es

RESUMEN

Este videoartículo presenta, a través de un vídeo multimedia interactivo, los resultados iniciales del proyecto Escuelas Comciencia, una iniciativa de acercamiento de la ciencia a la educación con el objetivo esencial de ayudar a conectar la investigación y el conocimiento científico-tecnológico con el entorno escolar. El objetivo del proyecto es ayudar a desarrollar, en los estudiantes de Enseñanza Secundaria, el pensamiento crítico y reflexivo a través de la realización de una investigación escolar en la que aplican el método científico utilizando datos abiertos. Siguiendo el modelo de la investigación-acción, entre los meses de septiembre y noviembre de 2017, se realizaron seis sesiones de trabajo con estudiantes de 4º de la ESO del Colegio Castilla de Torrejón de Velasco (Madrid) Organizados en grupos de tres, han llevado a cabo una investigación sobre la contaminación ambiental en el entorno local y, concretamente, sobre cómo les afecta el almacenaje de residuos peligrosos. En el proceso, los alumnos han buscado información sobre las zonas en los que se almacenan residuos peligros en la Comunidad de Madrid, han descubierto cuáles hay y en qué cantidad cerca de donde viven, han accedido a bancos de datos abiertos y aprendido a manejar un set de datos, han creado una *app w*eb que muestra la información geolocalizada, y han elaborado y publicado un informe de investigación multimedia con las conclusiones obtenidas. Para el desarrollo se ha contado con la colaboración de ESRI España, y se han

[1] Escuelas Comciencia es un proyecto impulsado por el Observatorio de Comunicación científica y el grupo de investigación CIBERIMAGINARIO de la Universidad Rey Juan Carlos y la Universidad de Castilla La Mancha. Forma parte del proyecto Comciencia financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (MINECO), la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). Ref. CSO2017-82875-C2-1-R Cuenta con la colaboración de Esri España, el Instituto de Ingeniería del Conocimiento y de otras instituciones y empresas.

utilizado diferentes herramientas como su Portal de datos abiertos, las herramientas de Mapas y Storymap de ArcGIS online. Los resultados obtenidos han permitido establecer un modelo de intervención en aula, dirigido a estudiantes de Enseñanza Secundaria, facilitando el desarrollo de un procedimiento que permita la incorporación eficaz de estas técnicas de investigación basadas en datos dentro del entorno escolar.

PALABRAS CLAVE

Videoartículo, método científico, pensamiento crítico, datos abiertos, educación secundaria, ciencia abierta, empoderamiento

ABSTRACT

This videoarticle presents, through an interactive multimedia video, the initial results of the *Escuelas Comciencia* project. The project is an initiative that brings science to education with the main objective of helping to connect research and scientific-technological knowledge with the school. Secondary school students develop critical and reflective thinking through the conduct of a school research in which they apply the scientific method using open data. The research uses the model of action research. To do this, six work sessions were held with students of the 4th year of the ESO of the Castilla de Torrejón de Velasco School (Madrid) between the months of September and November of 2017. The students organized themselves in groups of three. Each team has conducted research on environmental pollution in the local environment and, specifically, how it affects the storage of hazardous waste. In the process, the students have searched for information on the areas in which hazardous waste is stored in the Community of Madrid. Thanks to it they have discovered what types there are and in what quantity near where they live. In addition, they have accessed open data banks and learned how to handle a set of data, have created a web app that displays the geolocated information, and have prepared and published a multimedia research report with the conclusions obtained. For the development of the pilot project has had the collaboration of ESRI Spain, providing different tools such as the Open Data Portal, Maps and Storymap tools of ArcGIS online. The results obtained have allowed to establish a methodology of work in the classroom directed to students of Secondary Education. This methodology facilitates a procedure that allows the efficient incorporation of these data-based research techniques in secondary education.

KEYWORDS

Video article, scientific method, critical thinking, open data, K12, open science, citizen empowerment

1. INTRODUCCIÓN

Escuelas Comciencia es una iniciativa de acercamiento de la ciencia a la educación con el objetivo esencial de ayudar a conectar la investigación y el conocimiento científico-tecnológico con el entorno escolar. Busca el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo a través de la educación basada en datos abiertos y la aplicación del método científico.

A través de este proyecto, estudiantes de Secundaria y Bachillerato obtienen nociones de desarrollo y comprensión de los proyectos de investigación, de recuperación, tratamiento, análisis y visualización de datos abiertos, acceso al *Open Science*, y el desarrollo de

aplicaciones prácticas y proyectos reales que les permitan participar como ciudadanos activos en los grandes debates de la sociedad. El proyecto se enmarca en las actividades de extensión científica con el objetivo esencial de ayudar a conectar la investigación y el conocimiento científico tecnológico con el entorno escolar.

Para la comunicación de los resultados de este proyecto se ha desarrollado un modelo multimedia adaptado al formato IMRyD pero presentado mediante vídeos que integran elementos interactivos que permiten ampliar la información. Propone un modelo innovador para la diseminación científica y la presentación de los resultados de investigación mediante un vídeo interactivo creado con la aplicación Klynt. Además, el resultado de este proyecto ha permitido definir un modelo de producción cuyo objetivo es desarrollar un sistema escalable de producción para futuros video-artículos multimedia interactivos aplicables a otras investigaciones competitivas.

El artículo es, en consecuencia, el video-artículo multimedia interactivo publicado en la URL https://multimedia.ciberimaginario.es/IMVpaper/2018/cineimagenciencia siendo este documento solo una guía que detalla y explica el desarrollo de aquel. La propuesta extendiende el concepto de "videoartículo" (Elsevier, 2018a) ampliando la reutilización integrada de los *research elements* (Elsevier, 2018b) y aplicada el ámbito de las Ciencias Sociales y, específicamente, al campo de la educomunicación, y desborda el modelo, más asentado, de los videoabstracts (Margolles, 2016). Se trata de contribuir a superar las limitaciones apuntadas por García & Rosado cuando señalan que "esta Revolución que está afectando a las publicaciones científicas, está repercutiendo sobre todo en su distribución y acceso, pero no afecta al contenido de lo publicado y su formato más extendido: el artículo escrito" (2017, p. 40).

Imagen 1. Portada y acceso al video-artículo interactivo.

2. OBJETIVOS

El proyecto plantea, como objetivo general, favorecer el pensamiento crítico de los estudiantes, para la conformación de una ciudadanía activa, mediante la aplicación del método científico como instrumento de conocimiento, y el uso de datos abiertos.

Para ello, establece diferentes objetivos específicos, relacionados con: el conocimiento y el método científico, el pensamiento crítico, los datos abiertos, la alfabetización digital y las prácticas educativas abiertas, y que se concretan del modo siguiente:

- Reflexionar sobre la importancia de la investigación científico-tecnológica en la sociedad actual para mejorar la comprensión de la información que manejamos de manera cotidiana en medios de comunicación y redes sociales.
- Fomentar el uso del método científico como un instrumento transversal y reflexivo de interpretación y conocimiento de la realidad que ayude a evitar prejuicios y falacias cognitivas en el procesado de información.
- Estimular un análisis objetivo de la información científica, tecnológica y social que se fundamente en el contraste de argumentos y genere ideas propias basadas en razonamientos justificados.
- Conocer la oportunidad que representan los bancos de datos abiertos como recursos educativos para la realización de investigaciones científicas escolares que desarrollen el pensamiento crítico.
- Contribuir a la adquisición de competencias y habilidades transversales que permitan a los estudiantes una participación responsable y segura en la sociedad y la economía digital en sus diferentes dimensiones: competencia informacional y en datos, comunicación y colaboración, creación de contenidos, seguridad y resolución de problemas.
- Extender los espacios y tiempos de aprendizaje de la Escuela para fomentar modelos integrados de conocimiento que aprovechen las oportunidades de los nuevos ambientes y redes de aprendizaje digital

3. METODOLOGÍA

La investigación se fundamenta en el modelo de la investigación-acción (Rodríguez & González, 2013). Para ello, se ha seguido la secuencia de fases establecidas por Lewin (cit. en Elliot, 2005, p. 89) e integra los elementos establecidos por Chevalier y Buclkes: a) El desarrollo de una experiencia; b) Mediante la realización de una acción de participación en la sociedad; c) para generar conocimiento que permita una mejora en una situación colectiva.

El proyecto se enmarca en la línea de actuación dirigida a apoyar la enseñanza de las ciencias, facilitando nuevos modelos y herramientas de aproximación para los estudiantes de Enseñanza Secundaria Obligatoria, y sigue el modelo de las actividades de extensión científica conocidas como Science Outreach o EPO (McCauley, Martins Gomes & Davison, 2018) con el objetivo de esencial de ayudar a conectar la investigación y el conocimiento científico tecnológico con el entorno escolar.

La fase diagnóstica ha partido de un estudio previo realizado mediante una docena de entrevistas semiestructuradas con expertos educativos, docentes, y especialistas en datos abiertos y herramientas de visualización.

Imagen 2. Entrevistas a expertos relacionados con educación y datos abiertos

La actividad se ha realizado con estudiantes de 4º de la ESO del colegio concertado "Colegio Castilla" del sur de Madrid, durante los meses de septiembre a noviembre de 2017. Se llevaron a cabo 5 sesiones: dos sesiones formativas iniciales, de 1 hora de duración cada una, realizadas en el centro escolar; una sesión en formato taller, de 3,5 horas, realizada en la Universidad Rey Juan Carlos, y dos sesiones para la elaboración de los informes, de nuevo en el centro escolar, de 1 hora cada una.

Organizados en grupos de tres, los estudiantes han llevado a cabo una investigación sobre la contaminación ambiental en el entorno local y, concretamente, sobre cómo les afecta el almacenaje de residuos peligrosos. Se plantea una aproximación al método científico incorporando experiencias de aprendizaje activo o *Learning by doing* (Schank, Berman & Macpherson, 1999) que hagan uso de datos abiertos y herramientas de análisis y visualización de la información. A través de este proceso, se busca que los estudiantes obtengan nociones de desarrollo y comprensión de los proyectos de investigación, de acceso, tratamiento, análisis y visualización de datos abiertos y el desarrollo de aplicaciones prácticas y proyectos reales que les permitan participar como ciudadanos activos en los grandes debates de la sociedad.

Toda la actividad del proyecto ha sido registrada en vídeo. Se tomaron además imágenes fotográficas con la doble finalidad de documentar audiovisualmente la investigación y producir un documental-resumen final. Además, se realizaron breves entrevistas a los profesores y estudiantes para recabar sus impresiones y expectativas sobre las diferentes fases del proyecto.

Imagen 3. Fotografías de las sesiones de trabajo con los estudiantes

4. Ciencia y Datos abiertos en Educación

Diariamente recibimos, por diferentes vías, enormes cantidades de información que sólo revisamos superficialmente y cuyas fuentes, muchas veces, no contrastamos. Información que conforma nuestro conocimiento de la realidad y que nos llega tanto a través de ambientes formales de aprendizaje, como la Escuela, como por el flujo continuo que se produce fuera de esta, a través de los medios de comunicación, de las redes sociales o de nuestras interacciones personales (Gertrudix, 2009).

En muchas ocasiones se trata de información de naturaleza científica y tecnológica que puede ser, además, compleja, diversa y no siempre fiable, pero que consumimos y compartimos de manera rápida y acrítica. Como ciudadanos, enfrentarse a esta realidad con éxito requiere adquirir nuevas competencias y habilidades digitales que ayuden a interpretar adecuadamente la información científico-tecnológica para tomar decisiones en la sociedad y comprender el mundo del siglo XXI. Competencias que se consolidan, especialmente, durante la Enseñanza Secundaria Obligatoria y el Bachillerato, y cuya mejora resulta esencial considerando que se trata de la formación de los ciudadanos que se incorporarán a la vida activa, laboral y democrática en el próximo lustro.

La competencia digital está estrechamente ligada a la práctica del método científico, dado que ambas requieren disponer de habilidades para buscar, obtener, procesar y comunicar información, para transformarla en conocimiento (Gallardo-Echenique, Oliveira, Marqués-Molias, & Esteve-Mon, 2015).

La mayoría de los estudios recientes sobre educación científica indicen en la necesidad de ampliar y aprovechar las esferas de aprendizaje científico-tecnológico que se producen más allá de las escuelas en contextos no formales e informales (Rupert & Bevan, 2017), aspecto este que ha sido impulsado por programas europeos como Science With And For Society (SWAFS), especialmente en el área estratégica de 'Ciencia fuera del Aula'.

Conectar el mundo de la investigación científica con el uso de datos abiertos, que pueden contextualizar y hacer el aprendizaje más significativo para los estudiantes al abordar aspectos que les son cercanos, puede facilitar un modelo de aprendizaje integrado en el que

se naturaliza el uso de nuevas herramientas y aplicaciones. Además, ello permite también conectar con actividades de ciencia de datos abiertos, ciencia abierta y conocimiento abierto, e introduce a los estudiantes en el movimiento de Ciencia ciudadana (CC).

En los últimos años, muchas entidades y organismos han comenzado a publicar datos abiertos que puede reutilizarse para realizar investigaciones en el ámbito escolar, lo que reduce la dificultad de obtener los datos mediante experimentos u otro tipo de técnicas de recogida de información, que son siempre complejas y de alcance más limitado.

La iniciativa *Open Open Data as Open educational Resources* (Atenas, Havemann & Priego, 2015, p. 23) señala el interés y los beneficios que tiene usar datos abiertos en educación, especialmente en niveles previos a la universidad, por diferentes razones:

a) los estudiantes tienen acceso a la misma información con la que trabajan habitualmente los científicos

b) les permite acercarse y trabajar con problemas reales mediante el acceso a información que les afecta

c) les permite ponerse en la situación y activar los procesos de trabajo de los científicos; y

d) activa el pensamiento crítico.

Además, estos estudios inciden en cómo el uso de los *dataset* abiertos fomenta en los estudiantes la mejora de algunas de las competencias transversales que es necesario desarrollar en estas edades, y que forman parte del DIGCOMP, el marco europeo para el desarrollo de las competencias digitales elaborado por EC-JRC-IPTS de la Dirección General de Educación y Cultura (Ferrari, 2017). El uso, además, de sistemas de visualización que faciliten el análisis de datos, favorece la mejora de nuevas competencias ciudadanas y profesionales como la inteligencia de localización, que permite relacionar grandes cantidades de datos en un contexto geoespacial (Torre & Giraldo, 2017).

Aunque se trata de un ámbito de desarrollo relativamente reciente, el uso de datos abiertos en Educación cuenta ya con algunos ejemplos y antecedentes valiosos sobre los que se fundamenta este proyecto. *Bring open data to your school* es una iniciativa similar a la propuesta en este proyecto puesta en marcha en 2017 por el equipo de Open Data e Innovación del Ministerio de Modernización de Argentina, y apoyada por el programa de mini-becas del Open Data Institute . Está orientada a formar a los jóvenes y adolescentes en el uso de los datos abiertos con la finalidad de que estos les permitan "entender su entorno y tomar mejores decisiones en su vida diaria" (ODI, 2017); decisiones sobre cuestiones que, en esas edades, son cruciales, tales como su futuro educativo o su empleo, para lo que es necesario mejorar su competencia en datos. En Italia, el proyecto *Open Coesione* ha desarrollado una amplia actividad escolar a través de la iniciativa A Scuola di Opencoesione en el que, mediante el uso de datos abiertos y sistemas de monitorización ciudadana como Monithon, han involucrado en los últimos tres años a más de 600 escuelas en todo el país para investigar sobre el uso dado a los fondos de cohesión europeos (Ciociola & Reggi, 2015; Dominici, 2015). En España, el grupo *Ontology Engineering Group* (OEG) de la UPM ha realizado, a través de SlideWiki y STARS4ALL, un proyecto piloto de Ciencia Ciudadana y datos abiertos con estudiantes de ESO de la ciudad de Zaragoza.

Para otros niveles educativos, la Iniciativa Latinoamericana por los Datos Abiertos (ILDA) ha promovido la investigación Desarrollo de un modelo docente en el uso Datos Abiertos como Recursos Educativos Abiertos para América Latina y ha promovido la iniciativa Readaulear, un proyecto de educación de datos en la universidad de Uruguay.

Es importante señalar, también, que la Ley de transparencia establece medidas específicas de promoción del derecho de acceso a la información, y concretamente apela a la

importancia de actuar en el ámbito escolar, por lo que el uso de datos abiertos aplicados al ámbito científico puede servir, además, como un elemento de impulso al conocimiento social de este derecho ciudadano.

5. RESULTADOS

A través del proyecto los estudiantes han desarrollado pequeñas investigaciones vinculadas con su entorno, lo que facilita que resulten más significativas para su aprendizaje (Romero & Quesada, 2014). Para realizarlas ha reutilizado información que ha sido obtenida, de forma controlada, por la administración (General del Estado, Autonómica o Local) o por grupos de investigación a través de proyectos competitivos, lo que les permite analizar datos reales, contrastados y con un alcance mayor, y comprender, a través de la práctica, el funcionamiento del método científico y su aplicación para resolver cuestiones de la vida cotidiana.

En a siguiente figura se ilustra el modelo relacional Competencias-Método Científico-Datos Abiertos (CMCDA) sobre el que se ha diseñado esta práctica.

Imagen 4. Modelo relacional CMCDA. Fuente Elaboración Propia

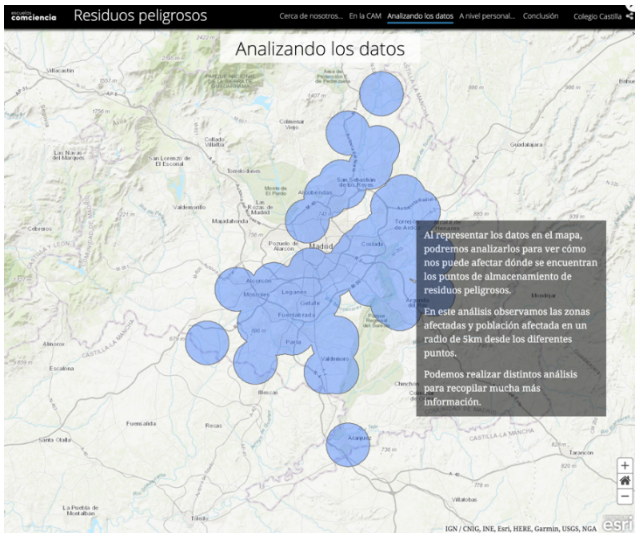
Al inicio se les entrega a los estudiantes un folleto resumen de la actividad para que dispongan de la información básica de lo que van a trabajar en las diferentes sesiones. Las primeras sesiones introducen a los estudiantes en el proyecto planteándoles situaciones cotidianas que les permitan comprender cómo manejamos habitualmente la información y cómo podemos aprovechar las herramientas que nos ofrece el pensamiento crítico y el método científico para entender mejor la realidad. Se les hace reflexionar sobre cuestiones como la cantidad ingente de información de la que disponemos, pero que ello no supone que estemos necesariamente bien informados, o los comportamientos que tenemos cuando manejamos la información de forma impulsiva y acrítica. Se les hace ver que, no obstante, podemos manejar este gigantesco flujo de información de otro modo si aprendemos cómo hacerlo y generamos ciertos hábitos, y para ello podemos hacer uso del método científico como instrumento de pensamiento formalizado.

En las siguientes sesiones se trabaja con los estudiantes para preparar el taller, acercándoles a los conceptos básicos: cómo aplicar el método científico a un caso; qué son los datos abiertos y cómo usarlos para aplicarlos a una investigación concreta o qué formas tenemos para representar la información. Durante la fase de búsqueda de información y acopio de datos utilizan datos abiertos disponibles en el portal de ESRI, y conocen algunas

técnicas básicas de búsqueda, selección y tratamiento de dichos datos disponibles y de su visualización.

Una vez se dispone de los fundamentos, se realiza el taller práctico. A partir del esquema de investigación establecido en la ficha de trabajo (ver anexo 1), los estudiantes realizan el proceso de búsqueda, análisis y representación de los datos. Con esa información, y con el análisis crítico que realizan de ella, crean el borrador de su informe de investigación multimedia con la aplicación Storymaps de ESRI.

Imagen 5. Informe de investigación multimedia creado por un grupo de estudiantes



6. CONCLUSIONES

Desde el punto de vista del desarrollo del proyecto, los resultados obtenidos han permitido, en primer lugar, establecer un modelo de intervención en aula, dirigido a estudiantes de Enseñanza Secundaria. Ello facilita el desarrollo de un procedimiento que permita la incorporación eficaz de estas técnicas de investigación basadas en datos dentro del entorno escolar mediante un kit formativo que facilite a los docentes trabajar estos contenidos. Este modelo permite su replicabilidad a través de nuevas acciones de Escuelas Comciencia como los talleres que se están realizando, durante el año 2018, dentro de la Escuela de pensamiento computacional "Ingeniate" del Ayuntamiento de Fuenlabrada y la Universidad Rey Juan Carlos.

En segundo lugar, ha facilitado a los estudiantes un instrumento de reflexión sobre la importancia de la investigación científico-tecnológica en la sociedad actual para mejorar la comprensión de la información que manejamos de manera cotidiana.

En el proceso, los alumnos han buscado información sobre las zonas en los que se almacenan residuos peligros en la Comunidad de Madrid. Han descubierto cuáles y en qué cantidad se almacenan cerca del lugar donde viven, accediendo a bancos de datos abiertos y aprendido a manejar un set de datos, han creado una *web app* que muestra la información geolocalizada, y han elaborado y publicado un informe de investigación multimedia con las conclusiones obtenidas.

Por último, ha fomentado el uso del método científico como un instrumento transversal y reflexivo de interpretación y conocimiento de la realidad que les ayude a evitar prejuicios y falacias cognitivas en el procesado de información.

7. REFERENCIAS

Atenas, J., & Havemann, L. (Eds.). (2015). *Open Data as Open Educational Resources: Case studies of emerging practice*. London: Open Knowledge, Open Education Working Group. doi:10.6084/m9.figshare.1590031

Atenas, J. & Ciociola, Ch. (2016). Desarrollo de un modelo docente en el uso Datos Abiertos comoRecursos Educativos Abiertos para América Latina: La experiencia de la Universidad de la República, Uruguay. DA. Iniciativa Latinoamericana por los datos abiertos. Recuperado de http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/MINEDU/5355

Ciociola, C., & Reggi, L. (2015). A Scuola di OpenCoesione: From open data to civic engagement. *Open Data as Open Educational Resources*, 26

Corbin, T. (2018) ArcGIS Pro 2.x Cookbook: Create, manage, and share geographic maps, data, and analytical models using ArcGIS Pro. Birmingham: Packt

Dominici, G. (2015). Per una seconda fase degli open data in Italia. *PRISMA Economia-Società-Lavoro*, 1, p.55-63. doi:10.3280/PRI2015-001005

Ferrari, A. (2017). DIGCOMP: A framework for developing and understanding digital competence in Europe, Seville: JRC-IPTS. Recuperado de https://bit.ly/1MRLxSe

Fundación BBVA (2012) *Estudio Internacional de "Cultura científica" de la Fundación BBVA*. Madrid. Recuperado de http://bit.ly/2riTusT

Elliott, J. (2005). El cambio educativo desde la investigación-acción. Madrid: Morata.

Elsevier (2018a). Video Articles. Publish, share and discover video data in peer-reviewed, brief articles. *Elsevier*. Recuperado de http://bit.ly/2jkxZ6m

Elsevier (2018b). Research Elements. Publish data, software, materials and methods in brief, citable articles. *Elsevier*. Recuperado de http://bit.ly/2jkxZ6m

Gallardo-Echenique, E., de Oliveira, J. M., Marqu&, L., & Esteve-Mon, F. (2015). Digital competence in the knowledge society. *Journal of Online Learning and Teaching*, 11(1), 1.

García, F. & Rosado, MJ. (2017) El artículo audiovisual para la difusión científica. *Revista Cine, Imagen, Ciencia*. Vol.1. p. 13-37. Recuperado de http://bit.ly/2rec9pl

Gertrudix, F. (2009) Internet como espacio de adquisición de competencias. *Revista Icono 14,* nº 12. pp. 54-72. doi:10.7195/ri14.v7i1.333

Gertrudix, M., Rajas, M., & Álvarez, S. (2017). Metodología de producción para el desarrollo de contenidos audiovisuales y multimedia para MOOC. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(1), 183-203. doi:10.5944/ried.20.1.16691

Margolles, P. (2016) 10 motivos para incorporar video abstracts en las revistas científicas. *NeoScientia*. Recuperado de http://www.neoscientia.com/video-abstracts/

McCauley, V., Martins Gomes, D., & Davison, K. G. (2018). Constructivism in the third space: challenging pedagogical perceptions of science outreach and science education. *International Journal of Science Education*, Part B, 8(2), 115-134.

Open Data Institute (2018). *Bring open data to your school.* Recuperado de http://bit.ly/2raPgDA

Paul, R. & Elder, L. (2005) *Estándares de competencia para el pensamiento crítico*. Fundación para el pensamiento crítico. Recuperado de https://bit.ly/2BSqvPN

Romero, M., & Quesada, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 0101-115.

Rupert, L. & Bevan, B. (2017) What science and for whom?: An introduction to our focus on equity and out-of-school learning. *Science Education*. V.101, 4. 517-519. doi:10.1002/sce.21284

Sánchez, I. B. (2014). Incorporación de un WebSIG en la enseñanza de la Geografía en 3º de ESO. In Tecnologías de la información para nuevas formas de ver el territorio: XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica, 711-720. Universidad de Alicante.

Schank, R. C., Berman, T. R., & Macpherson, K. A. (1999). Learning by doing. Instructional-design theories and models. *A new paradigm of instructional theory*, 2, 161-181.

Soto F, J. R., & Espido, X. E. (1999). *La educación formal, no formal e informal y la función docente.* Disponible en: http://hdl.handle.net/10347/5208

Torre, J. & Giraldo, S. (2017) *Location Intelligence For Dummies, CARTO Special Edition*. NJ: John Wiley & Sons, Inc. Recuperado de http://bit.ly/2HFLhsX

ANEXO I. FICHA DE TRABAJO

Temática	Contaminación ambiental en el entorno local: Residuos peligrosos
Organización	Los estudiantes se organizarán en grupos de tres para realizar el proyecto de investigación.
Planteamiento del problema	Las actividades industriales producen bienes que utilizamos a diario y que se han convertido en imprescindibles en nuestro modelo de confort: ruedas, baterías, plásticos de todo tipo, cartones, etc. que manejamos constantemente. Pero ¿qué pasa con ellos cuando dejan de servirnos y acaban en la basura? ¿Dónde van? ¿Son peligrosos? ¿Dónde se almacenan? A veces podemos pensar que desaparecen cuando los tiramos al contenedor y dejamos de tenerlos a la vista, pero nada más lejos de la realidad. Muy probablemente sean residuos que precisan un largo tratamiento para separar sus componentes, algunos de ellos potencialmente peligrosos, y ese proceso tal vez se realice cerca de donde vives.
Preguntas de investigación	¿Y si vivieras cerca de un punto de tratamiento de residuos peligrosos? ¿Te podría afectar de algún modo? ¿Crees que, por ejemplo, tu vivienda valdría menos si un futuro comprador supiese que, cerca, hay una fuente contaminante que podría afectar a la salud? ¿Te sentirías seguro? ¿Crees que afectaría a las decisiones que tomases en el futuro, por ejemplo, para vivir aquí o en otro sitio?
Objetivos	Se trabajarán, conjuntamente, estos objetivos generales: • Buscar información sobre las zonas en los que se almacenan residuos peligros en la Comunidad de Madrid • Descubrir cuáles hay y en qué cantidad cerca de donde viven • Crear una web app que muestre la información geolocalizada • Publicar un informe de investigación multimedia que presente las conclusiones obtenidas • Elaborar un informe Cada grupo de estudiantes podrá decidir, también, abordar estos otros objetivos para ampliar su trabajo: • Conocer el grado de peligrosidad de las sustancias que se almacenan y valorar el riesgo que podrían suponer • Examinar si existe relación entre la densidad de puntos de residuos peligrosos y otras variables tales como: • Renta media de las localidades o renta *per capita* • Producto interior bruto municipal • La densidad de población • Los precios medios de la vivienda • Los presupuestos municipales

Técnicas y recursos	Fuentes de datos Datos sobre residuos peligrosos • Set de datos sobre residuos peligrosos Recuperado de el Portal de datos abiertos de ESRI España, del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid. • Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes del PRTR-España (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente) Datos relativos a la Comunidad de Madrid. Otras fuentes de datos complementarias • Banco de Datos Municipal y Zonal Almudena, del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid. Análisis de datos • Se utilizará la herramienta Mapas de ArcGIS online para crear interpretaciones mediante la visualización de información geolocalizada (gráficas). Elaboración del informe • Se usará la herramienta Storymap de ArcGIS online para desarrollar, de forma sencilla, un informe multimedia interactivo que permita resumir los principales resultados de la investigación realizada. Comunicación de resultados • Se realizará un briefing que se podrán presentar, públicamente, dentro de una actividad sobre *Open Data Education*, y que incluirá un proceso de gamificación.