

Historia de la ciencia, arte y tecnología: una novedosa propuesta educativa

The History of Science, Art and Technology: an innovative teaching proposal

Cristina Spinicci

crisspin@ucm.es

Resumen

El Informe Rocard (2007) evidenció que la enseñanza de las ciencias y las matemáticas dista mucho de atraer multitudes. El Informe y las sucesivas Recomendaciones (2017) animaban, por ello, a la introducción de enfoques educativos centrados en la investigación y la tecnología, la adquisición de competencias científicas y su puesta en relación con las artes, la creatividad y la innovación.

Desde estas consideraciones, el objetivo principal de este proyecto es investigar si la historia de la ciencia puede ser un instrumento adecuado para poner en práctica las líneas sugeridas por aquel informe.

Con este fin se diseñó una propuesta didáctica, de enfoque histórico, para una intervención-acción en un instituto de Florencia (un curso de física con alumnos de 4º de ESO). Como tema central se eligió los descubrimientos astronómicos de Galileo y sus consecuencias astronómicas, religiosas, filosóficas y físicas. La intervención-acción incluyó el uso de múltiples estrategias de enseñanza: lectura de textos originales, construcción de instrumentos y el uso de Thinglink.

Thinglink es una plataforma digital que permite construir recorridos de forma interactiva con imágenes y vídeos, también en forma de realidad virtual inmersiva. Con fotos tomadas con una cámara 360 grados por la investigadora, los estudiantes, usando una cardboard, pudieron moverse por los pasillos de museos, palacios e iglesias de Roma, Florencia, Madrid y Mónaco en busca de obras de arte relacionadas con el tema que estaban tratando. Para evaluar el proceso se diseñaron pruebas pre-test y post-test, además de un cuestionario sobre las emociones experimentadas por los alumnos. El análisis de los resultados muestra que la historia de la ciencia es un instrumento muy eficaz cuando se quiere motivar a los estudiantes y desarrollar competencias básicas para el aprendizaje.

Palabras clave: historia de la ciencia, motivación, Thinglink, realidad virtual.

Abstract

The Rocard Report (2007) showed that teaching science and mathematics is far from attracting crowds. The Report and the subsequent Recommendations (2017) encouraged, therefore, the introduction of educational approaches focused on research and technology, the acquisition of scientific competences and their relationship with the arts, creativity and innovation.

From these considerations, the main objective of this project is to investigate whether the history of science can be an adequate instrument to put into practice the lines suggested by that report.

To this end, a didactic proposal, with a historical approach, was designed for an intervention-action in an Italian Institute in Florence (a physics course with 4th ESO students). Galileo's astronomical discoveries and their astronomical, religious, philosophical and physical consequences were chosen as the central theme. The intervention-action included the use of multiple teaching strategies: reading original texts, building instruments, and the use of Thinglink.

Thinglink is a digital platform that allows building interactive tours with images and videos, also in the form of immersive virtual reality. With photos taken with a 360-degree camera by the researcher, the students, using a cardboard, were able to move through the corridors of museums, palaces and churches in Rome, Florence, Madrid and Monaco in search of works of art related to the subject they were studying. To evaluate the process, pre-test and post-test checkpoints were designed, in addition to a questionnaire about the emotions experienced by the students. The analysis of the results shows that the history of science is a very effective instrument when a teacher aims at motivating students and developing basic skills for learning.

Keywords: history of science, motivation, Thinglink, virtual reality

INTRODUCCIÓN (PROBLEMA)

Una serie de estudios realizados en los últimos años ha venido señalando un descenso alarmante en el interés de los jóvenes por las asignaturas de ciencias y matemáticas. En abril de 2007 se publicó el llamado Informe Rocard, fruto del trabajo de una comisión de expertos para la ciencia y la investigación del Parlamento Europeo presidida por Michel Rocard.

El Informe Rocard empieza con las siguientes observaciones:

«Un peligro capital para el futuro de Europa: la enseñanza de la ciencia dista mucho de atraer multitudes y en muchos países la tendencia está empeorando».

«Los orígenes de esta situación pueden encontrarse, entre otras causas, en la manera como se enseña la ciencia».

En el mismo informe se recomienda una enseñanza no memorística o basada en la transmisión de información abstracta y se promueve la introducción de enfoques centrados en la investigación y los procesos de la ciencia y cómo éstos se producen (metodológica e históricamente).

El estudio de los saberes científicos, tal y como se contempla en los programas escolares en la actualidad, presenta varios inconvenientes; entre ellos, la desconexión de las materias, que impide que el alumno tenga, en algún momento, la oportunidad de intuir una visión global. Los temas científicos, además, son generalmente enseñados como un conjunto de verdades absolutas, sin referencia a la problemática de su origen y desarrollo, y privilegiando los saberes operativos. La consecuencia es que se genera en los estudiantes una abundancia de mecanización y memorización combinada con una falta de flexibilidad y profundidad reflexiva, lo que produce, generalmente, alumnos desinteresados en las asignaturas científicas.

La historia de la ciencia en la didáctica

El enfoque histórico, asociado a una interpretación de la ciencia que fomenta la reflexión, la argumentación y la comunicación de las ideas, permite entender su carácter de construcción humana. Los estudiantes tienen de este modo la oportunidad de ponderar no sólo la importancia de los resultados finales, sino también la de los procesos que han llevado a los descubrimientos científicos y la forma en la cual fueron interpretados, a menudo en función de modelos teóricos diferentes e incluso a veces opuestos. De hecho, el papel de la historia de la ciencia es también el de evitar dar la impresión errónea de que las ideas han surgido históricamente de una manera lógica y ordenada.

La historia de la ciencia (HC) y sus implicaciones en la enseñanza es una línea de investigación e innovación educativa que ha sido estudiada ya en el pasado. De hecho, hay

muchos trabajos que valoran su uso en la enseñanza de las ciencias por sus numerosos efectos didácticos positivos.

De acuerdo con Monk y Osborne (1997), los materiales curriculares que presentan el desarrollo de la ciencia en su contexto histórico y sociocultural tienen un gran potencial para mejorar el aprendizaje de conceptos científicos y de la naturaleza del conocimiento científico. Varias publicaciones de finales del pasado siglo pusieron de manifiesto la importancia de incorporar la historia de la ciencia a la enseñanza.

Fernández (2000) resume las conclusiones de los distintos investigadores en relación con la utilización de la historia de la ciencia en la enseñanza:

Fomenta actitudes positivas hacia la ciencia.

Facilita la comprensión de la ciencia.

Pone de relieve la dimensión humana de la ciencia.

Posibilita la asimilación de la naturaleza, métodos y evolución de la ciencia.

Permite anticipar dificultades y concepciones de los estudiantes.

Favorece la interdisciplinariedad.

Sugiere propuestas didácticas.

En la presente década, la inclusión de la HDC en el currículum escolar ha sido sugerida en documentos oficiales de diversos países miembros de la Unión Europea, así como en los nuevos estándares norteamericanos (NGSS 2013, Next Generation, Science Standards , appendix H).

En el decreto 48/2015 de 14 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículum de la Educación Secundaria Obligatoria, a propósito de la enseñanza de la física, se puede leer: «... la enseñanza de esta materia debe incentivar un aprendizaje contextualizado que relacione los principios en vigor con la evolución histórica del conocimiento científico».

Pero, aparte unas indicaciones generales, todavía no está bien definido lo que hay que enseñar y cómo hay que enseñarlo.

Recomendaciones de la Comunidad Europea

El 18 de diciembre de 2006, el Parlamento europeo definía las competencias claves para el aprendizaje permanente y las recomendaciones para conseguirlas que tendrían que inspirar las políticas educativas en los diferentes países.

Las Recomendación del Consejo de 22 de mayo de 2018 se presenta como una actualización de su antecesora, si bien plantea aspectos nuevos interesantes. Entre las varias recomendaciones que tienen el objetivo de <<contribuir al desarrollo de las competencias clave>>, hay que prestar particular atención a:

Recomendación 2.3: “Fomentar la adquisición de competencias en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (CTIM), teniendo en cuenta su vínculo con las artes, la creatividad y la innovación...”

Y recomienda facilitar el proceso de aprendizaje haciendo uso de “buenas prácticas”, entre las cuales estaría:

Recomendación 3.1: “La promoción de diversos planteamientos y entornos de aprendizaje, incluido el uso adecuado de las tecnologías digitales, en contextos de educación, formación y aprendizaje”.

Partiendo del análisis del Informe Rocard y teniendo en cuenta las recomendaciones del Consejo de la Unión Europea y los estudios precedentes, este proyecto se ha propuesto una serie de preguntas de investigación:

En el ámbito de un curso de física en una clase de alumnos de la 4º de ESO:

I Pregunta

¿Puede el uso de la historia de la ciencia incentivar el interés y la participación en clase transmitiendo, al mismo tiempo, que la ciencia no es un conocimiento monolítico, sino que tiene una dimensión temporal, con conceptos que cambian con el tiempo y con fenómenos cuya explicación no siempre se ha basado en una sola teoría?

II Pregunta

¿Puede el uso de la historia de la ciencia ayudar a establecer puentes entre mundos tradicionalmente tan dispares como el de los artistas y el de los científicos (Leite, 2002) en el proceso de enseñanza-aprendizaje a fin de lograr una educación que no sea sectorial sino más holística e integral? (recomendación 2.3).

III Pregunta

¿Puede el uso de las tecnologías digitales ser un instrumento valioso para proponer diferentes planteamientos y entornos de aprendizaje? (recomendación 3.2).

Para contestar a estas preguntas formulo las siguientes hipótesis:

La historia y naturaleza de la ciencia pueden ser un medio muy eficaz cuando se busca involucrar e interesar a los alumnos en las clases de física, ya que permiten establecer relaciones entre el arte y la ciencia ayudando así a superar la tradicional separación entre las materias científicas y humanísticas. La tecnología puede ayudar a desarrollar las clases de una forma atractiva e innovadora.

Para contrastar esta hipótesis me propongo como objetivo principal el diseño de una propuesta didáctica de Física, con un enfoque histórico que podría ser útil en un futuro para mi trabajo de profesora o para quien esté interesado.

Mi propósito sería que se pueda adaptar a una clase de alumnos de 4º de ESO o equivalente, teniendo en cuenta las directivas oficiales de los contenidos. El tema elegido es:

Los descubrimientos astronómicos de Galileo y sus consecuencias filosóficas, religiosas y sobre todo físicas.

¿Por qué este tema?

En el 'Proyecto 2061' (1985) de la American Association for Advancement of Science (AAAS), nacido para favorecer el interés por la ciencia en la escuela, se puede leer:

“Algunos episodios en la historia de nuestra aventura científica son nuestra herencia cultural, a no olvidar por las nuevas generaciones. En ellos hay que incluir el papel de Galileo para cambiar nuestra percepción de nuestro lugar en el Universo”.

Galileo es un personaje conocido por todos, pero pocos saben lo que realmente hizo. En los libros de texto de física su nombre generalmente aparece relacionado con el método

científico, que es representado como una sucesión de normas cuyo significado e importancia entienden poco los alumnos que se acercan al estudio de la física. Raramente se habla de cuáles fueron sus descubrimientos astronómicos y, sobre todo, por qué fueron tan importantes.

Las observaciones de Galileo y su interpretación refutan directamente toda una filosofía, la de Aristóteles, que había dominado la cultura occidental durante aproximadamente dos milenios. Es importante que los alumnos entiendan qué es lo que llevó a Galileo a abandonar la visión cosmológica aristotélica y a creer tanto en la importancia de sus descubrimientos (que muchos negaban), para desafiar a las autoridades en una búsqueda que era el objetivo de toda su vida: demostrar y difundir la teoría heliocéntrica. En la nueva concepción cosmológica la física aristotélica no podía funcionar: éste es el punto desde el cual Galileo comenzará la construcción de una nueva física capaz de explicar las consecuencias del movimiento de la Tierra. Y de aquí surgirá la necesidad de formular el principio de inercia, la relatividad y la composición de los movimientos, así como la matematización de la realidad, que son las bases de la enseñanza de la nueva física y temas curriculares en una clase de 4º de ESO.

Es un momento importante en la historia del pensamiento de la humanidad: comprender los fundamentos del cambio científico e intelectual es un ejercicio esencial para comunicar a nuestros estudiantes qué es la ciencia, cuándo nació y de dónde nació.

¿Cómo afrontar estos importantes temas en una clase con adolescentes? Obviamente, tratando de no aburrirlos sino de interesarlos e involucrarlos, y siempre teniendo claro que el objetivo es el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior como la creatividad, la argumentación y el pensamiento crítico y valores como el respeto a las opiniones de los demás.

El procedimiento didáctico propuesto por mí se realizó en una intervención-acción que incluyó el uso de varias estrategias de enseñanza:

Lectura y reflexión en grupos cooperativos, y luego con la participación de toda la clase, de algunos textos originales seleccionados por la investigadora (con la intención de promover

el pensamiento crítico mediante el debate en el aula, la formulación de hipótesis y el análisis de argumentos, inferencias y conclusiones).

Construcción, también en grupos cooperativos, de instrumentos como el telescopio y el helioscopio utilizados por Galileo, siguiendo las explicaciones que dio él mismo para entender así mejor las dificultades que encontró. Repetir en clase los pasos de construcción del telescopio (figura 1) permitió apreciar la capacidad de Galileo para encontrar soluciones prácticas a sus preguntas (figura 2), así como descubrir las dificultades encontradas (aberración cromática, campo de visión muy exiguo, necesidad de un apoyo, etc.) y formular las hipótesis necesarias para resolverlas. (Fue S. Papert, el padre del constructivismo, quien sugirió que el aprendizaje es más eficiente cuando forma parte de una actividad como la construcción de un artefacto).

Alusión al arte como punto de partida para una reflexión que permitió ver su importante papel en la difusión de nuevas ideas científicas. (Desde no hace mucho se ha empezado a incluir en las actividades STEM la letra 'A', de 'Arts', dando paso a la expresión 'educación STEAM'. La educación STEAM aporta una perspectiva artística a la educación STEM: las artes fomentan el pensamiento crítico y divergente y aumentan la creatividad.

Dado que estamos en el mundo de la digitalización y hay nuevas tecnologías que están entrando de forma preponderante en la nuestra vida, no tiene sentido que la escuela se quede al margen de la innovación. Por eso, en la intervención a la que hago referencia se incluyó una modalidad 'diferente' (recomendación 3.2): el empleo de un recorrido didáctico digital, construido con la plataforma Thinglink como apoyo a la explicación en clase o al repaso individual en casa. El recorrido mostraba vídeos, fotos y explicaciones sobre los temas tratados. La particularidad es que algunas fotos, tomadas con una cámara 360 por la investigadora, pueden ser visionadas en realidad virtual inmersiva con una simple cardboard. Las fotos son de edificios, cuadros, pinturas, salas de museos relacionadas con las obras de Galileo. Esta modalidad, particularmente atractiva para unos estudiantes que 'son nativos digitales', es un ejemplo de cómo pueden combinarse, pedagógicamente, la cultura científica, la humanista y tecnológica.

Thinglink

Thinglink es una plataforma novedosa que ha ganado el premio Unesco a las tecnologías para la enseñanza. Tiene el valor adicional de ser gratuita y permite construir recorridos interactivos con realidad virtual. A través de una simple cardboard y su propio móvil, los alumnos acceden al mundo de la realidad virtual sin necesidad de aparatos ni plataformas muy caras. El móvil, de este modo, pasa de ser un instrumento de juego y socialización a un instrumento de aprendizaje

El uso de la RV en la didáctica

En los últimos tiempos está introduciéndose en las instituciones educativas un gran volumen de tecnologías novedosas (Cabrero y Fernández, 2018), entre las cuales figura la realidad virtual.

¿Qué es la realidad virtual?

Otero y Flores (2011) la definen así: “Se podría decir que la RV es una rama de la computación gráfica cuyo principal objetivo es generar una sensación de presencia sobre los usuarios de un entorno sintético, estimulando los diferentes sentidos del cuerpo humano en tiempo real, [y] empleando para ello los dispositivos apropiados de inmersión e interacción”

Varios estudios han demostrado que la RV influye de forma positiva en la motivación del alumnado y en la mejora de su atención (Campos Soto et al., 2020).

Metodología de la investigación

La metodología de la investigación es de tipo cualitativo: a partir de la información obtenida en una intervención didáctica, se analizan las respuestas dadas a una serie de preguntas relativas al empleo del enfoque histórico en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales, concretamente en la física.

Fases de trabajo

1. En un primer momento de la investigación, se ha realizado una serie de entrevistas a varios profesores de física para conocer sus opiniones sobre la necesidad de incluir la

historia de la ciencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física. Como herramienta para recabar la información se ha utilizado un cuestionario diseñado ad hoc.

2. Formación epistemológica de la investigadora, incluyendo exámenes propios de la Facultad de Filosofía en historia de la ciencia y formación tecnológica en didácticas tecnológicas que preveían el uso de la realidad virtual inmersiva.

3. Revisión sistemática de la producción científica sobre el uso de la historia de la ciencia en la enseñanza y del uso de la RV en la didáctica.

4. Análisis y selección de textos originales (de Galileo) a partir de los cuales construir una propuesta didáctica. Textos elegidos: Sidereus Nuncius, Diálogo sobre los dos máximos sistemas en el mundo, Discursos y demostraciones matemáticas en torno a dos nuevas ciencias.

5. Análisis y selección de las obras de arte y lugares para presentar a los alumnos

6. Visitas a museos e iglesias, por parte de la investigadora, en Roma, Florencia, Madrid y Mónaco para capturar imágenes con la cámara 360, fotos esféricas de obras de arte, artefactos y edificios que después serían utilizadas en la realidad virtual construida con Thinglink por los alumnos.

7. Diseño de la propuesta didáctica para la intervención.

8. Análisis de la situación inicial.

9. Fase de la intervención.

10. Resultados de la intervención.

Muestra 17 alumnos, todos varones de 15 años, de un curso equivalente a un 4º de ESO en España. El centro educativo fue el I.T.I.S. MEUCCI de Florencia, cuyas asignaturas son sobre todo científicas (no se estudia historia del arte ni filosofía).

La intervención se desarrolló desde noviembre 2019 hasta finales de febrero 2020, durante el curso de física, y el profesor dedicó una hora por semana hasta un total de 14 horas de intervención.

Subdivisión de los temas desarrollados:

Inicialmente se analizaron tanto la evolución de las ideas cosmológicas hasta la época de Galileo como las principales objeciones al modelo heliocéntrico. Posteriormente se desarrolló el cuerpo teórico central, dividido en tres partes:

- 1) Cómo Galileo construye y utiliza el telescopio. Los descubrimientos astronómicos de Galileo y su significado
- 2) La necesidad de reformular una nueva física que no se basara en la teoría del movimiento aristotélico, sino en nuevos conceptos como el principio de inercia, la composición de los movimientos y el principio de la relatividad galileiana.
- 3) El tratamiento matemático de la realidad y la ley de la caída de los cuerpos graves.

Evaluación de la intervención-acción:

- 1) El proceso fue evaluado:
 - a) Mediante observaciones diarias recogidas en un diario: actitudes, participación, interés y aplicación.
 - b) Trabajos hechos por los alumnos (divididos en grupos de 4) en la modalidad de ‘clase invertida’: a cada grupo le fue asignado un tema que, utilizando el recorrido digital preparado, tenía que desarrollar y exponer a los demás alumnos.
 - c) Mediante cuestionarios sobre:
 - 1) Emociones sentidas durante la intervención didáctica.
 - 2) Aprendizaje de los contenidos tratados.

El instrumento utilizado para evaluar las emociones fue un cuestionario de respuesta anónima y que divide las emociones en dos categorías: positivas y negativas. En el cuestionario se pedía también que el alumno diera una pequeña explicación sobre las emociones que había experimentado. El día del cuestionario faltaron 2 alumnos.

POSITIVAS	NEGATIVAS
Admiración, alegría, confianza, entusiasmo, felicidad, satisfacción, sorpresa, tranquilidad, diversión.	Ansiedad, asco, ira, nervosismo, preocupación, aburrimiento.

2) Se entregó a la clase un test inicial con 10 preguntas, elaboradas y aprobadas antes por tres expertos (incluido el profesor de la clase como experto en la materia y conocedor de los alumnos). Era un test abierto para evaluar el nivel de conocimiento inicial de la clase.

Las mismas preguntas, además de otras más detalladas y relacionadas con la parte desarrollada, se entregaron a la clase en dos momentos diferentes: a mitad del recorrido y al final.

Resultados y discusiones

Encuesta profesores:

Muestra: 15 profesores (españoles, italianos, ingleses, franceses).

Test: ¿Crees que la historia de la ciencia podría ser útil para:

- 1) ... que la lección sea más interesante?
- 2) ... entender mejor los conceptos?
- 3) ... promover la interdisciplinariedad entre las materias?
- 4) Por otra parte ¿crees que se debe enseñar? Y ¿quién debería enseñarla?

Se pidió que justificaran sus respuestas y que añadieran una puntuación de 0 a 4.



Resultó evidente que los profesores creían en la importancia y en el valor didáctico del uso de la historia de la ciencia, no sólo como forma alternativa de dar la clase de física, sino como instrumento para que los jóvenes entiendan mejor la asignatura. Todos contestaron que se debería estudiar en la escuela y que son los profesores de física (o

ciencias) los que deberían enseñarla (¡exceptuando el profesor de filosofía!), lo que se podría lograr añadiendo elementos de historia de la ciencia a la formación de los docentes.

Test inicial alumnos:

El test inicial mostró, como cabía esperar, que los alumnos no sabían casi nada del tema, si bien conocían la diferencia entre un sistema geocéntrico y otro heliocéntrico, así como el nombre de Galileo, que asociaban a la teoría heliocéntrica y al telescopio. Pocos suponían los motivos por los cuales se propuso el modelo geocéntrico o el heliocéntrico; tampoco eran capaces de relacionar los descubrimientos científicos con otros campos del saber.

Test intermedio: el test intermedio y el test final están todavía en revisión. Sin embargo, una primera observación de las respuestas de los alumnos evidencia un buen grado de comprensión de los temas tratados.

¿Qué se evalúa?

Los textos de lectura y los temas tratados permitieron plantear varias cuestiones sobre aspectos de la historia de la ciencia como, por ejemplo, la relación entre ciencia y técnica; el arte y la literatura como medio de difusión y representación de la ciencia; la utilización de las matemáticas en la ciencia; el papel de la experimentación; el papel de la religión en la interpretación de la naturaleza; la prioridad de los descubrimientos... y muchos más.

Las cuestiones de control planteadas se seleccionaron teniendo en cuenta los aspectos de la historia de la ciencia que se querían evaluar y el trabajo realizado en clase. El próximo paso será la elaboración una rúbrica de evaluación de los informes de los estudiantes cuya finalidad será averiguar cuál es el grado de comprensión de los contenidos. En la rúbrica se detallarán los niveles alcanzados por los alumnos (de 0 a 4) y los descriptores necesarios para establecer los niveles.

El test sobre las emociones tuvo estos resultados:



Creo que la imagen habla por sí misma: si un grupo de adolescentes, durante unas clases, experimenta sensaciones de entusiasmo, felicidad, satisfacción, diversión etc., vamos seguramente por el buen camino. Emociones como preocupación, ansiedad, nerviosismo,

aburrimiento, que son las sensaciones típicas de los estudiantes durante las clases, no fueron mencionadas por una sola persona. En las descripciones de los alumnos se aprecia que la sensación de 'sorpresa' se refiere a los contenidos: los alumnos están fascinados por unos contenidos que consideran interesantes y asombrosos y algunos dicen que habría que enseñarlos en la escuela... Algunos dijeron que habían sentido felicidad, otros entusiasmo... ¿Qué más puede pedirse?

Es obvio que los medios utilizados (Thinglink, los vídeos, la música, las imágenes, la construcción del telescopio, la aventura de la realidad virtual) tuvieron una gran repercusión en estas apreciaciones de los alumnos, pero no solo... También el entusiasmo y la preparación del profesor que participó en esta experimentación fue contagioso. En fin: lograr que los alumnos pregunten, pongan atención, muestren interés y agradezcan a los profesores las sensaciones que les hacen vivir creo que puede considerarse un éxito.

Perspectivas de continuidad

Cuanto más se adentra uno en la historia de la ciencia, más oportunidades didácticas encuentra: hay muchísimas perspectivas de futuro.

La continuación natural sería la inmensa obra de Newton, gran estudioso de Galileo que con razón dijo: "Si vi tan lejos es porque subí sobre los hombros de gigantes".

REFERENCIAS

- Cabero Almenara, J., y Fernández Robles, B. (2018). Las tecnologías digitales emergentes entran en la Universidad: RA y RV. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 21(2), pp. 119-138. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.21.2.20094>
- Campos Soto, M. N., Ramos Navas-Parejo, M., y Moreno Guerrero, A.J. (2020). Realidad virtual y motivación en el contexto educativo: Estudio bibliométrico de los últimos veinte años de Scopus". *Alteridad*, 15 (1), 47-60
- OTERO FRANCO, A. y FLORES GONZÁLEZ, J. (2011). Realidad Virtual como medio de comunicación de contenidos. Aplicación como herramienta educativa y factores de diseño e implantación en museos y espacios públicos. *Revista Icono14* [en línea]

1 de julio de 2011, Año 9, Volumen 2. pp. 185-211. Recuperado de
<http://www.icono14.net>