

Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de máster

**Programa de desarrollo de
la creatividad para alumnos
de 3º de ESO en la
asignatura de Física y
Química**

Presentado por: Amaya Alonso Fernández
Línea de investigación: Propuesta de intervención
Director/a: Daniel Moreno Mediavilla
Ciudad: Villatuerta (Navarra)
Fecha: 21 de mayo de 2016

RESUMEN

El sistema educativo actual requiere en sus principios la educación integral del alumno, pero en su práctica habitual la enseñanza se realiza por materias estancas en las que se exige a los alumnos ver el conocimiento desde un único punto de vista, el de la materia a impartir. Además, y de forma generalizada, los alumnos son receptores de conocimiento, pasivos en su proceso educativo. Estos factores se suman a la desconexión de los alumnos del conocimiento científico. A través de este trabajo se pretende evidenciar que la introducción de elementos de creatividad, multidisciplinaridad, enfoque CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente) y STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Math) van a mejorar estos problemas descritos. Para ello se ha realizado una búsqueda bibliográfica relativa a la introducción de estos elementos en la enseñanza de las ciencias en general y de Física y Química en particular. Esta propuesta se ha concretado para alumnos de 3º de Enseñanza Secundaria Obligatoria, en la asignatura de Física y Química, y en una unidad concreta como es la clasificación de los elementos químicos. Desarrollada esta propuesta, las conclusiones a las que se llegan se basan fundamentalmente en que el alumno tenga una actitud activa en su proceso educativo y que los profesores y los centros educativos favorezcan el trabajo multidisciplinar mediante el trabajo coordinado. Además, el profesor de Física y Química tiene que hacer ver a los alumnos que son parte de esa sociedad y por tanto responsables de la orientación que como sociedad queremos darle a los avances tecnológicos.

Palabras clave: Creatividad, enseñanza, multidisciplinaridad, CTSA, STEAM.

ABSTRACT

The current educational system requires in its principles the integral education of the student, but in their usual practice, teaching is carried out by hermetic subjects, in which students are required to see the knowledge from a single point of view, the subject to impart. In addition, generally, students are recipients of knowledge, passive in their educational process. These factors are added to the disconnection of students of scientific knowledge. The purpose of this work is demonstrate that the introduction of elements of creativity, multidisciplinary, STS (Science, Technology and Society) and STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Math) will improve the problems described. For this, it is made a literature search relative to the introduction of these elements in the teaching of science in general, and Physics and Chemistry in particular. This proposal has been designed for students from 3rd Secondary Education, in the subject of Physics and Chemistry, and in a particular unit as is the classification of the chemical elements. Developed this proposal, the principals conclusions that appear are that the students have to develop an active attitude in their educational process, and teachers and educational centers have to promote the multidisciplinary and coordinated work. Finally, Physics and Chemistry teachers have to discover to the students that they are part of this society, and therefore, they are responsible for the orientation that, as society, they want to give to technological advances.

Keywords: Creativity, education, multidisciplinary, STS, STEAM.

La creatividad se aprende, igual que se aprende a leer.

Ken Robinson.

Índice de contenidos

1. Introducción.....	8
1.1. Justificación y utilidad práctica.....	10
1.2. Objetivos.....	10
2. Metodología para el desarrollo de la propuesta.....	12
3. Marco teórico.....	13
3.1. Creatividad en la educación.....	14
3.2. Aplicaciones de la creatividad en la enseñanza.....	17
3.2.1. Multidisciplinariedad.....	18
3.2.2. Enfoque CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente).....	19
3.2.3. STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Math).....	21
3.3. Ejemplos de innovación creativa en el aula.....	23
4. Propuesta práctica.....	27
4.1. Análisis de la situación educativa.....	27
4.2. Objetivos.....	27
4.3. Metodología.....	28
4.3.1. Propuesta de intervención o de programa.....	28
4.3.2. Destinatarios.....	29
4.3.3. Planificación de las acciones.....	29
4.3.4. Cronograma y Recursos.....	31
4.3.5. Forma de evaluación prevista: del proceso y de los resultados.....	34
4.3.6. Resultados previstos.....	35
5. Discusión.....	37
6. Conclusiones.....	38
7. Limitaciones y Prospectiva.....	39
8. Referencias Bibliográficas.....	40

Índice de figuras y tablas

Figura 1. Círculos viciosos en la enseñanza de las ciencias.....	9
Figura 2. Creatividad, actitud, motivación y desarrollo.....	14
Figura 3: Requerimientos para el pensamiento creativo.....	15
Figura 4. Fases de la creación enumeradas por Wallas	16
Figura 5. Un domingo por la tarde en la isla de la Grande Jatte	19
Figura 6. Figura CTSA	20
Figura 7. Qué, cómo y por qué en educación	22
Figura 8. Steam_Header.	23
Figura 9. Reacción Belousov Zhabotinskii.	25
Tabla 1. Actividades propuestas y Objetivos.	28
Tabla 2. Artículos para el boletín y asignatura relacionada.....	30
Tabla 3. Cronograma de actividades.	32
Tabla 4. Criterios de evaluación del proceso.....	34
Tabla 5. Evaluación de resultados.	35

1. Introducción.

En la actualidad hay bastante literatura acerca de la problemática del aprendizaje de las ciencias por parte de los alumnos. De esta literatura, autores como Pozo y Crespo (1998) establecen la falta de motivación de los alumnos como causa fundamental de esta problemática. En la actualidad los alumnos visualizan la fuga de cerebros que está sucediendo en España, en parte debido a una falta de apoyo serio estatal a la investigación científica. Tal como se recoge en el periódico La Vanguardia en su edición del 24 de agosto de 2015 "La Organización Internacional para Migraciones (OIM) apunta que el 86,5% de los españoles emigrados entre el 2006 y el 2013 contaban con alguna formación universitaria" (Florio, 2015). Estas percepciones de los alumnos a través de los medios de comunicación pueden hacerles pensar en la inutilidad de la ciencia en el momento en el que les ha tocado vivir.

En el plano curricular, Oliva y Acevedo (2005) también plantean otro problema de tipo organizativo, ya que el currículum de ciencias en secundaria tiene orientación casi exclusivamente propedéutico. Esto hace que olvidemos la finalidad de la educación obligatoria, que debe abogar más por una enseñanza cívica de las ciencias que por una preparación universitaria.

La sociedad del conocimiento demanda en estos momentos personas creativas que desarrollen respuestas creativas a los diferentes problemas que surjan. Es por esto que desde la educación, y desde la enseñanza de las ciencias, se debe favorecer este tipo de valores en los futuros creadores de sociedad que son los alumnos.

Según Pozo y Crespo (1998, p.45):

La motivación debe concebirse de forma más compleja, no sólo como una causa de la falta de aprendizaje de la ciencia, sino también como una de las primeras consecuencias. (...) La motivación no es ya sólo una responsabilidad de los alumnos (que sigue siéndolo) sino también un resultado de la educación que reciben y, en nuestro caso, de cómo se les enseña la ciencia.

La educación tradicional se ha basado en que los alumnos cumplan: cumpla las normas, cumplan los objetivos, cumplan los horarios, cumplan las tareas, sin dejar márgenes de participación real en su propio proceso de madurez. Esto provoca que los alumnos sientan una gran desafección a su propio proceso educativo, ya que se limitan a ser meros receptores de contenidos que luego tendrán que repetir. A esto se suma una educación en ciencias que no se relaciona con los aspectos cotidianos que les toca observar.

Otra problemática a destacar en la enseñanza de las ciencias es la infravaloración de aspectos procedimentales y actitudinales tanto en el currículum como en la

evaluación de las materias científicas (Oliva y Acevedo, 2005). Es por ello necesario actuar tanto en programar como en evaluar actividades que faciliten la adquisición de actitudes positivas hacia la ciencia y actividades que desarrollen la parte manipulativa de los alumnos en cuanto a fenómenos físicos y químicos.

Además, la organización escolar actual en general está basada, y así se recoge en la legislación, en la separación de materias, la concreción de los conocimientos a impartir y las sesiones semanales a dedicar a cada materia en particular. Este tipo de cumplimientos no tienen en cuenta ni la diversidad del alumnado, ni la complejidad de los procesos mentales que suceden en el aprendizaje y madurez de la adolescencia.

En resumen, la motivación del alumnado, la participación de los mismos, el desarrollo de actitudes, más allá del cumplimiento de las normas, y la visión de una educación integral están siendo olvidadas en un proceso fundamental para la madurez de los alumnos.

Establecidas estas causas de la problemática del aprendizaje de las ciencias, quedan dos vías de trabajo para el profesor: el desarrollo de actitudes positivas de los alumnos hacia las ciencias y el trabajar con métodos y recursos que favorezcan la motivación de los alumnos y que los incorporen a su propio proceso educativo. En este último punto habrá que hacer hincapié en cómo son nuestros alumnos de diversos, y variar metodologías y recursos para que todos los alumnos puedan desarrollar su motivación propia: alumno curioso, concienzudo, sociable, buscador de éxito, etc. (Pozo y Crespo 1998, p.49). Sólo estableciendo un proceso enseñanza-aprendizaje motivador lograremos revertir este círculo vicioso y convertirlo en algo positivo.

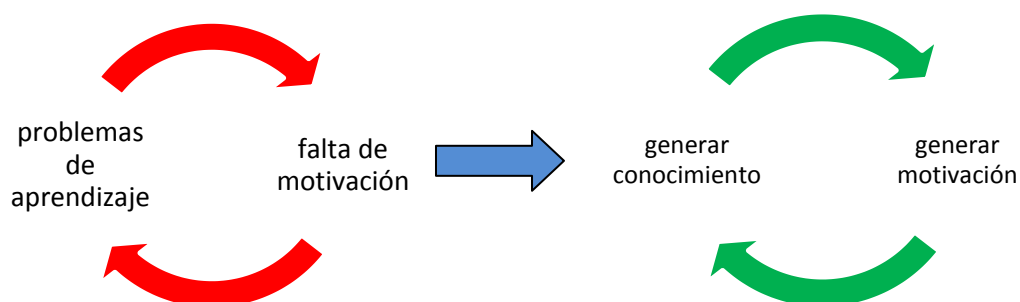


Figura 1. Círculos viciosos en la enseñanza de las ciencias (elaboración propia).

1.1. Justificación y utilidad práctica.

Descrita la problemática en la enseñanza de las ciencias (falta de motivación, desafección de los alumnos y compartimentación de las materias), la propuesta de este Trabajo Fin de Máster (TFM) se concreta en lo que se indica en el título: **Introducción de un programa de desarrollo de la creatividad**, en ese caso concreto, **para alumnos de 3º de ESO en la asignatura de Física y Química**.

El desarrollo de actividades creativas por parte de los alumnos podrá comprometerlos a su propio proceso educativo. Además, si estas actividades se encaminan al desarrollo de la curiosidad por el conocimiento (en este caso la ciencia), su motivación frente al estudio se verá incrementada. Para desarrollar la creatividad, a través del conocimiento de la física y la química, se desarrolla este programa en el que se va a trabajar con elementos como el enfoque CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente), la multidisciplinaridad y el STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Math) a través de creaciones que desarrollen la transversalidad de los conocimientos.

El enfoque que se propone aquí para la enseñanza de Física y Química es abierto hacia otras asignaturas y hacia los alumnos como responsables de su proceso educativo y responsables a su vez de la creación, divulgación y/o control del conocimiento científico.

1.2. Objetivos.

El objetivo de este TFM es diseñar un programa de trabajo a través de la creatividad, del trabajo multidisciplinar, de un enfoque CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente), y del proceso STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics).

Como objetivos secundarios se establecen:

- Analizar la importancia de la creatividad en la educación.
- Identificar la necesidad de establecer una relación entre las materias de la educación formal para una mejor comprensión por parte de los alumnos.
- Identificar la relación entre los conocimientos a adquirir por parte de los alumnos y el contexto en el que se desarrollan.
- Planificar una propuesta de intervención que, basándose en el aprendizaje de las ciencias, desarrolle al alumno de una manera integral.

2. Metodología para el desarrollo de la propuesta.

Para el desarrollo de este TFM se ha partido de la elección de un problema concreto en la enseñanza de las ciencias en general, y de la Física y Química en particular, y se ha apostado por la concreción de una propuesta que tenga como elemento fundamental el desarrollo de la creatividad de los alumnos.

El proceso de análisis bibliográfico se ha realizado a través de búsquedas en Google Académico, en el que se han tomado como elementos de búsqueda las ideas clave para este proyecto: educación, creatividad, química, CTSA, STEAM, multidisciplinariedad. Esta búsqueda se ha completado con bibliografía y autores paradigmáticos en el campo de la creatividad, señalados por los docentes del Máster para profesorado de secundaria de UNIR. Tanto los artículos como los libros y legislación referenciados en este documento (Apartado 8) han servido para definir un marco teórico en el que encuadrar este proyecto (Apartado 3). En este se definen y se exponen parte de las teorías sobre desarrollos creativos en la enseñanza, la necesidad de incorporar enfoques CTSA en la docencia de las ciencias, los beneficios del trabajo multidisciplinar y la innovación que supone el incorporar el STEAM como elemento paradigmático en la formación integral de los alumnos.

Después de definir el marco teórico se recogen experiencias desarrolladas y que se encuentran detalladas en diversas fuentes de internet. Aquí se concretan ya elementos que visualizan las mejoras que se introducen en la formación a través de la incorporación de los elementos antes citados. Estos casos concretos, y la bibliografía antes señalada son los que fundamentan la propuesta de actividades que se concreta en el apartado 4.

Este documento se completa con el análisis de esta propuesta, expresando las diferentes visiones que se tienen al respecto las distintas teorías publicadas, (Apartado 5), y a las conclusiones a las que se llega después de realizado este análisis (Apartado 6). Se concretan además, teniendo en cuenta la propuesta realizada, la problemática y limitaciones en la incorporación de esta propuesta en un centro y las posibilidades de seguir este trabajo (Apartado 7).

3. Marco teórico.

Cuando se habla de creatividad el cerebro lleva a pensar en las diferentes manifestaciones artísticas, pero el desarrollo creativo se puede aplicar a todas las disciplinas. No podemos obviar que la creatividad es un valor personal a desarrollar, y en esto están incidiendo varias disciplinas alejadas del arte: cocina creativa, gestión empresarial creativa, etc.

Uno de los problemas de la educación actual según Ken Robinson, (Programa redes 87) ha sido el de jerarquizar las materias en base a criterios económicos, potenciando más la parte racional u objetiva con la priorización de las matemáticas, ciencias y lenguaje, y dejando en un último lugar las materias artísticas, creativas o emocionales. Considerando que el individuo no puede desligar su parte racional de su parte emocional, esto no puede hacer más que desconcertarlo en su propio proceso de enseñanza. Este autor en su argumentación establece como la educación actual está basada en un modelo productivo o industrial, que es el que predominaba cuando se estableció la educación pública y gratuita a finales del siglo XIX. Más de un siglo después, la sociedad actual (mundo occidental) ha cambiado notablemente, tanto a nivel económico, pasamos de una economía productiva a una economía de servicios, como a nivel cultural, dejamos de mirar hacia nosotros para mirar una cultura global, como a nivel individual, aspecto en el que la educación moderna está demandando, no siempre con éxito, el desarrollo de los talentos y aptitudes de los alumnos. Es en esta demanda social donde se exige que los futuros miembros sean capaces de dar respuestas creativas a la infinidad de nuevos problemas que se dan en la sociedad actual.

En este TFM lo que se pretende es introducir la creatividad en la enseñanza de Física y Química, como actitud que mejorará diferentes aspectos del alumno como pueden ser su actitud hacia las ciencias, su motivación y su desarrollo integral.

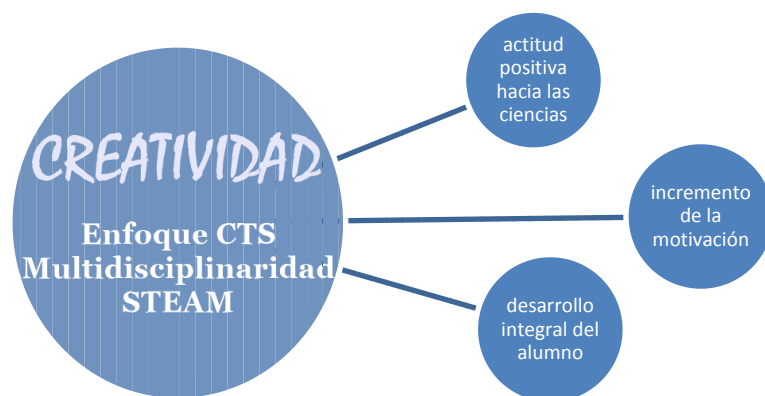


Figura 2. Creatividad, actitud, motivación y desarrollo (elaboración propia).

Actitud positiva hacia las ciencias.

Una visión significativa de las ciencias permitirá a los alumnos un cambio en las percepciones de los alumnos respecto a la ciencia. Estas percepciones asocian al trabajo científico a personas inteligentes y raras que trabajan encerrados en un laboratorio. A través de las actividades propuestas, basadas en un enfoque CTSA se debe conseguir que los alumnos vean la ciencia como algo necesario en su vida diaria y que vean el desarrollo tecnológico como un campo en el que pueden y deben participar.

Incremento de la motivación del alumno.

Al establecer procesos creativos, en los que los alumnos van a ser los protagonistas de su propio proceso educativo, la motivación de los mismos debe aumentar, ya que su actividad tendrá como resultado algo perdurable en el tiempo, no simplemente una calificación numérica.

Desarrollo integral del alumno.

Al seguir las actividades propuestas, mediante el trabajo de la multidisciplinaridad o STEAM, el alumno va a desarrollarse en varias de sus notas personales de una manera íntegra, atendiendo a sus diferentes capacidades e intereses y creciendo en conocimientos, habilidades y valores.

3.1. Creatividad en la educación.

La definición de la persona desde sus notas personales nos da una visión integral de la misma que implica, que en su educación y madurez, deba desarrollarse de manera íntegra. Desde el punto de vista del desarrollo de la singularidad de la persona, el desarrollo de la creatividad va a ser un aspecto fundamental en el crecimiento

personal. Aplicando esta necesidad a la educación secundaria, el profesor debe tener en cuenta que “no se pueden lograr alumnos creativos sin docentes creativos” (Chrobak, 2008). Por ello, el profesor deberá programar actividades que desarrollen el pensamiento creativo de los estudiantes:

Novak (1998) estableció un mapa conceptual para describir los requerimientos para el desarrollo del pensamiento creativo (Figura 1):

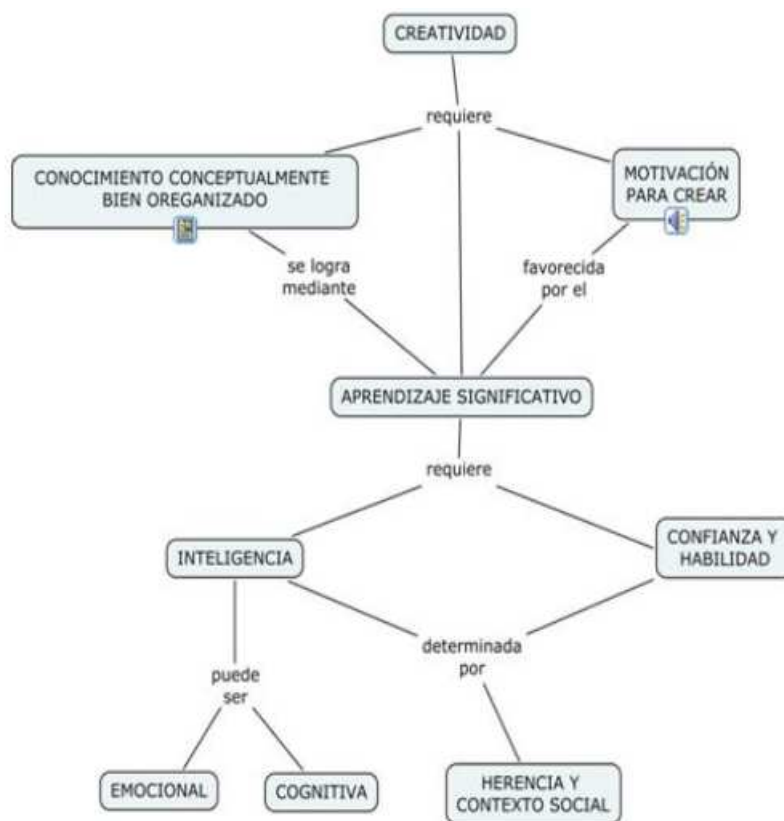


Figura 3: Requerimientos para el pensamiento creativo (Novak 1998). Traducido por Chrobak 2008.

En una entrevista de Amiguet a Ken Robinson en el periódico La Vanguardia exponía que “la creatividad se aprende, igual que se aprende a leer” (2010). Es por esto que los docentes deben incluir el aprendizaje de la creatividad como actitud, junto con los conocimientos y procedimientos que faciliten la comprensión de los fenómenos físicos y químicos dentro del programa educativo. Para facilitar el aprendizaje de estos fenómenos y desarrollar actitudes creativas se debe partir de un aprendizaje significativo que conecte las percepciones diarias de los alumnos acerca del mundo real con el conocimiento científico, y a ser posible con la observación reflexiva de estos fenómenos. El docente debe conseguir, a través de la significatividad y de la organización conceptual del conocimiento, motivar a los alumnos para desarrollar una actitud analítica y creativa. Este proceso de creación es

el que va a favorecer la educación personal del alumno, dentro de una educación que debe tener el desarrollo integral del alumno en el centro de su planteamiento.

Además, el docente debe conocer al alumno en sus aptitudes y capacidades, tanto cognitivas como emocionales, y conocer a su vez el entorno o contexto en el que se desarrolla este proceso educativo, para poder concretar los mejores elementos de significatividad que van a hacer posible la conexión del alumnos con el conocimiento.

En ese proceso formativo, el profesor ha de tomar los valores de confianza y habilidad para desarrollarlos en si mismo, hacia los alumnos, y desarrollarlos en los propios alumnos. En este desarrollo de la confianza y de las habilidades y aptitudes de los alumnos estos van a mejorar autonomía y por ende su motivación hacia el estudio. El proceso educativo va a requerir también la creación de relaciones dialógicas que favorezcan el aprendizaje de los alumnos y el profesor, aportando cooperativamente las mejores aptitudes personales.

En esta enseñanza de la creatividad, el docente en su planificación debe tener en cuenta las fases propias de la creación, tal como las enumera Wallas (citado en Lawson, 1994):

1. Preparación. Conlleva la recopilación de información importante para el problema, que depende del proceso de la educación intelectual.
2. Incubación. La atención consciente se desvía del problema y predominan los procesos inconscientes, condiciones y estímulos aparentemente irrelevantes. Es importante que la mente tenga espacio para tranquilamente reorganizar, ordenar y sintetizar la información.
3. Iluminación. En la cual se define una solución creativa específica que aparece de repente. Es el momento en el que se encuentra la solución.
4. Verificación. Implica la formalización de la solución.

El docente de ciencias debe tener en cuenta este proceso a lo largo del proceso educativo para adecuar la panificación inicial en función de cómo se van ejecutando estas fases.

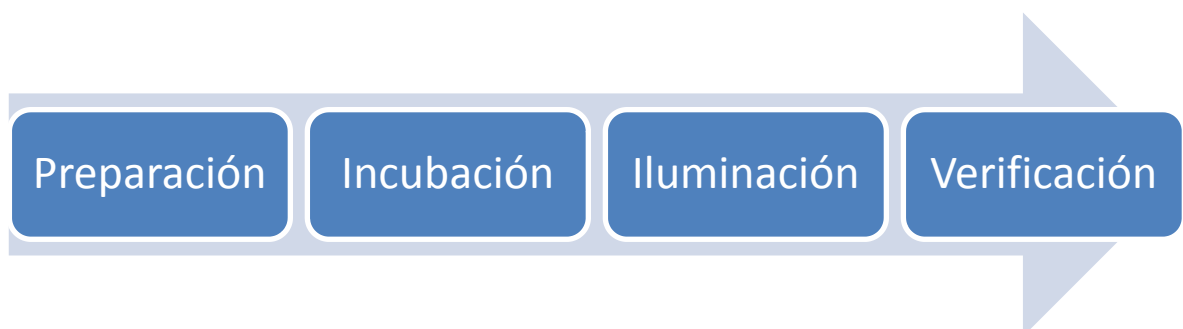


Figura 4. Fases de la creación enumeradas por Wallas (citado en Lawson, 1994)

3.2. Aplicaciones de la creatividad en la enseñanza

Son ya muchos los ejemplos de aplicaciones creativas que se van desarrollando en la educación, todas ellas bajo premisas teóricas que han ido evolucionando tanto en metodología como en aplicación de recursos. Desde el método escolástico de Lectio, Quaestio y Disputatio, en el que el aprendiz debía crear opinión y conocimiento, hasta la gamificación de la enseñanza, en la que las TIC sobre todo, han facilitado el aprendizaje de una forma lúdica.

En este proceso histórico de enseñanza creativa hay que tener en cuenta momentos que han sido vanguardistas o innovadores en este tipo de formación. Un ejemplo cercano puede ser la Institución Libre de Enseñanza (ILE) (final del S. XIX, principios del S. XX) que promulgó una formación activa, en la se favorecía la enseñanza significativa y manipulativa. Esta entidad aportó al sistema educativo actual la visión necesaria para centrar la formación en el alumno, eliminando la jerarquía profesor-alumno y activando el desarrollo creativo de los estudiantes. La metodología usada valoraba profundamente la observación directa por parte de los alumnos de los fenómenos científicos, incorporando como recursos didácticos los laboratorios o las exploraciones en campo. En el entorno de la ILE se generó un ambiente creativo, tanto en el aspecto artístico como en el aspecto científico, ya que alrededor de esta institución se crearon organismos de promoción científica como pueden ser el Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales, o el Instituto español de Oceanografía (Jimenez-Landi, 2010).

Los devenires históricos educativos en nuestro entorno desde entonces hasta ahora han sufrido muchos cambios, influenciados generalmente por condicionamientos políticos, que han hecho que la educación volviera a ser pasiva y jerarquizada. Ahora bien, en la actualidad, la demanda por parte de la sociedad de valores como la creatividad en la resolución de problemas, están incorporando otra vez este valor a los sistemas educativos.

En este aprendizaje creativo, en el campo de las ciencias se destacan como paradigmas educativos la multidisciplinariedad, el enfoque CTSA y el STEAM como paradigma más actual. Estos tres elementos, aunque son diferentes, comparten entre ellos características que implican fundamentalmente un cambio en la enseñanza tradicional, sustituyendo las materias estancas por conceptos más amplios, que además están inmersos en un contexto concreto, el propio de los alumnos, que hay que tener en cuenta.

3.2.1. Multidisciplinariedad

Según Chrobak (2008):

Los programas actuales, de la forma en que están estructurados, presentan un conjunto de asignaturas totalmente estancas, carentes de verdaderos significados y las metodologías que se utilizan están algo alejadas de la realidad cotidiana que viven los profesores y los alumnos, que deberían ser el eje motor de la práctica docente.

Bajo esta premisa que asumimos como cierta, las opciones que se pueden aportar para solucionar este problema pasan por un cambio en la organización escolar tradicional. Este cambio puede ser grande, trabajando por proyectos, o puede ser asumible por los centros, trabajando de manera consciente la transversalidad.

En el desarrollo del conocimiento científico, en el caso concreto de la Física y la Química, siempre ha sido necesario el uso del lenguaje, las matemáticas y la tecnología como herramientas de elaboración y comprensión de leyes físicas y químicas. Es por esto que en el traslado a los alumnos de este conocimiento va a ser necesaria una visión global de estas disciplinas para la asimilación del conocimiento.

Esta relación palpable de la Física y la Química se puede ampliar a otras relaciones evidentes que se dan con otras disciplinas como la Geología y la Biología, con ejemplos tan sencillos como los terremotos o la bioquímica. También tenemos que tener en cuenta que los avances científicos se han producido inmersos en un contexto histórico que los ha beneficiado en algunos casos y los ha perjudicado en otros. Ejemplo de ello son la problemática sufrida por Galileo Galilei en la concepción heliocentrista del sistema solar, en una sociedad católica que no aceptaba sus teorías científicas por considerarlas de herejes. Otros ejemplos son los fuertes desarrollos tecnológicos y científicos que se han producido durante las guerras como pueden ser el radar (Robert Watson-Watt) o los antibióticos (Louis Pasteur) en la segunda guerra mundial, o internet desarrollado durante la guerra fría entre USA y la URSS. En ambos casos los contextos históricos influyeron en el avance científico. Esto fundamenta que en el aprendizaje de las ciencias debamos tener en cuenta siempre aspectos ajenos a la ciencia como pueden ser los condicionantes históricos por motivos económicos, culturales o religiosos.

Pero también podemos establecer relación de la Física con la pintura teniendo en consideración que “los colores llegan a nuestros ojos como luz con diferentes anchuras de onda, siendo mezcladas en la retina” (Cachapuz, 2007). Este autor relata la relación que estableció el famoso pintor neo impresionista Seurat con el químico Chevreul y con el físico Rood, en la que el pintor comprendió y aplicó la posibilidad de alejarse de un cuadro para visionarlo en mejores condiciones. Un

ejemplo es su cuadro de estilo puntillista *Un domingo por la tarde en la isla de la Grande Jatte* en el que aplicó los conocimientos de óptica adquiridos.



Figura 5. *Un domingo por la tarde en la isla de la Grande Jatte* (Seurat, G.P., 1884-1886)

3.2.2. Enfoque CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente).

El enfoque CTSA en sus comienzos sólo incorporaba los aspectos de Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS), pero la preocupación actual por el medioambiente en el que se desenvuelve la sociedad obliga a incorporar el aspecto ambiental. Hablamos pues de CTSA como acrónimo de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente.

Partimos de la idea de que históricamente el avance científico ha necesitado un proceso comunicativo o divulgativo para poder ser efectivo. En este proceso comunicativo vamos a encontrar tres actores principales que son el científico, el divulgador y el público. Trasladando este proceso a la educación se puede encontrar que en este caso el científico mantiene su papel, el divulgador pasa a ser el profesor o cualquier medio de comunicación, y el público son los alumnos, que en este caso representan la sociedad que emplea este conocimiento a través de la tecnología. Todos estos agentes deben tener en cuenta que se encuentran en un contexto determinado o medioambiente, que hay que preservar, tanto física como moralmente.

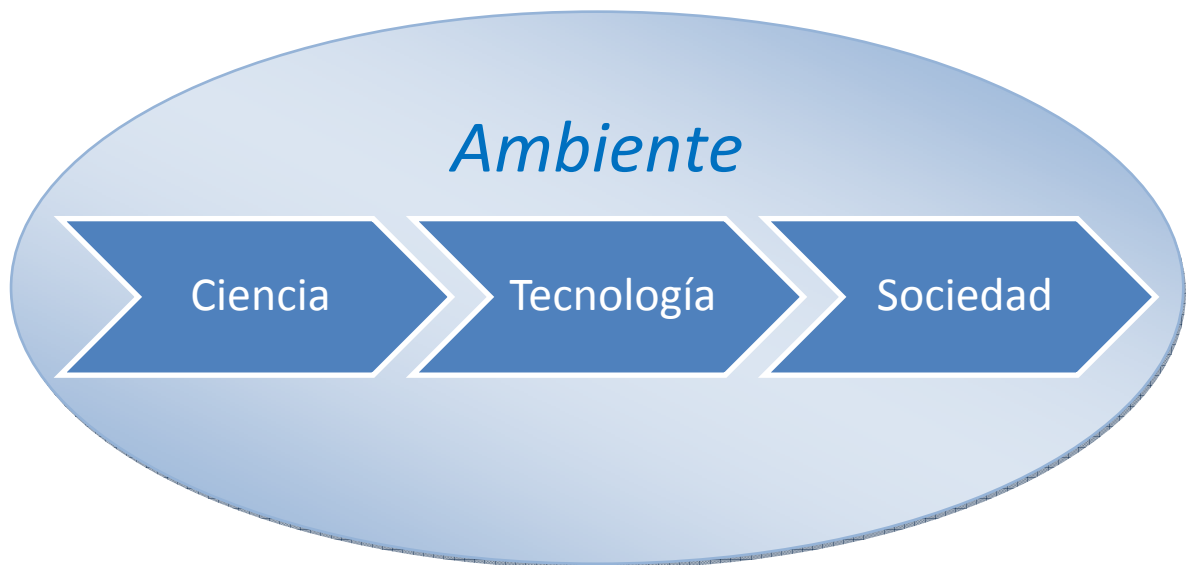


Figura 6. Figura CTSA (elaboración propia).

Tal como se ha expuesto, el proceso de comunicación ha de ser eficaz, por lo que el lenguaje utilizado debe adecuarse a los interlocutores. Con esto conseguiremos que el receptor, en el caso de la enseñanza el alumno, asimile los conceptos científicos de una manera adecuada a su desarrollo personal. En este proceso de interacción entre ciencia y sociedad, sólo por el hecho de que se “aprenda a analizar los problemas cotidianos desde un camino metódico, amplio y riguroso” (Olmedo, 2011), tal como se hace en el método científico, habrá merecido la pena esta interacción.

En la sociedad de la comunicación se emplea frecuentemente el término de niños o adolescentes alfabetizados tecnológicamente. Según Olmedo (2011) desde el mundo de las ciencias debemos también favorecer la alfabetización científica para establecer “antídotos en contra de la exclusión, la marginación y la ignorancia”. En este caso, una sociedad que valora los avances científicos, dispondrá a través de sus responsables políticos, recursos personales y económicos suficientes en pro de este avance científico.

Centrándonos en el proceso educativo en sí, en la enseñanza de las ciencias se ha de primar la comprensión conceptual sobre la memorización o la resolución de problemas mediante la aplicación de algoritmos. En el enfoque CTSA, además de tener en cuenta esta condición se debe tener en cuenta la participación ciudadana en el desarrollo y control de avances tecnológicos y el desarrollo de conocimientos y habilidades necesarias para que el alumno cree razonamientos críticos acerca de los conceptos que pueden verse en un laboratorio del centro escolar o en la misma cotidianeidad del alumno (Zenteno-Mendoza y Garritz, 2010).

En este tipo de enfoque el profesor debe potenciar la argumentación en el aula favoreciendo el aprendizaje dialógico y significativo. Cuanto más cercano tengan los alumnos los fenómenos científicos, más fácilmente comprenderán sus fundamentos teóricos. Los alumnos también deben ser capaces además de relacionar los avances científicos en los contextos históricos en los que se han desarrollado, teniendo en cuenta variables tecnológicas pero también variables religiosas, económicas, culturales, etc., que han podido incidir en la evolución de la ciencia.

La orientación pedagógica de educación según el enfoque CTSA ha derivado en algunos casos en el desarrollo de programas STEM o STEAM. Este es el caso del programa SATIS en Reino Unido, donde a través de este programa se crearon diferentes unidades didácticas y recursos en los que incorporaron el CTSA como planteamiento general. Estos programas han generado una filosofía de la educación que ha evolucionado a proyectos STEM o STEAM. En este cambio, y según Castro (2012) y respecto al STEAM “la única diferencia con la metodología CTS ya conocida desde hace muchos años sea el énfasis que ahora se hace en las matemáticas de una manera explícita”.

3.2.3. STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Math)

Dentro de las tendencias más innovadoras en el trabajo de la multidisciplinaridad, y abriendo la ciencia al entorno, está el STEAM (antes STEM), en el que se conjugan diferentes disciplinas con los mismos objetivos: despertar la curiosidad de los alumnos y favorecer el aprendizaje autónomo. Esta palabra es el acrónimo de Science, Technology, Engineering, Art y Mathematics. La intención de estos programas es trabajar el conocimiento del currículum de manera multidisciplinar, trabajando conceptos, procedimientos y actitudes, con el fin de desarrollar habilidades como la competencia digital, el trabajo en equipo la iniciativa y la toma de decisiones. Esta actividad va a requerir la creatividad en el planteamiento de las acciones a concretar por parte del docente, y a su vez va a generar un proceso de aprendizaje creativo en los alumnos. Tal como hemos explicado anteriormente, la significatividad va a ser fundamental para que los alumnos entiendan el qué, el cómo y el por qué, de los conceptos a trabajar (know that, know how y know why).

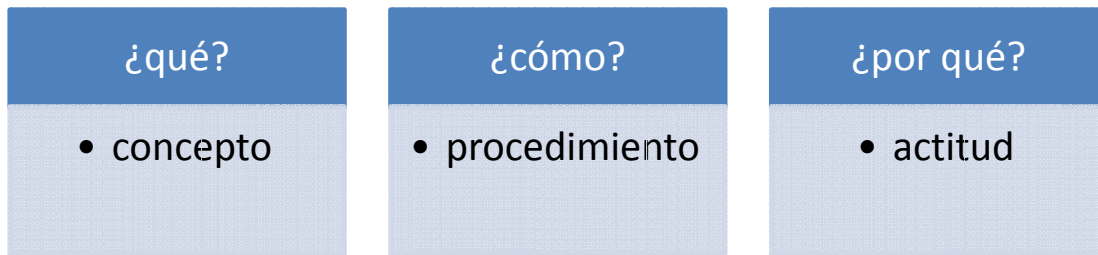


Figura 7. Qué, cómo y por qué en educación (elaboración propia).

Con este tipo de proceder se pretende que los alumnos, a través de la manipulación y creación se *apropien* del conocimiento científico, en contraposición a la memorización para la realización de un examen. Esto no es nada nuevo, ya que cómo dijo Confucio “*Me lo contaron y lo olvidé, lo vi y lo aprendí, lo hice y lo entendí*”.

Otro ejemplo precursor de esta visión de la educación más cercano a nosotros es *La Residencia* dentro de lo que fue la Institución Libre de Enseñanza. En este centro coincidieron científicos y artistas tan diversos como Dalí, Buñuel, Falla, Einstein, Keines o Marie Curie en un entorno que valoró el conocimiento de una manera global y que repercutiría en una educación integral de las personas.

En la Recomendación 2006/962/CE del Parlamento Europeo se indica que

hay una serie de temas que se aplican a lo largo del marco de referencia y que intervienen en las ocho competencias clave: el pensamiento crítico, la creatividad, la capacidad de iniciativa, la resolución de problemas, la evaluación del riesgo, la toma de decisiones y la gestión constructiva de los sentimientos.

Esto supone que en la educación innovadora se debe unir la emoción y la razón, tal como argumenta Ken Robinson (en Amiguet, 2010). En este sentido, el STEAM desarrolla un nuevo paradigma educativo en el que “plantea la Ciencia y Tecnología interpretada a través de la Ingeniería y de las Artes” (Cilleruelo y Zubillaga, 2014). Esta innovación supone un avance respecto a la educación tradicional en la que aparte de la dimensión cognitiva, se debe desarrollar habilidades procedimentales, y desarrollar valores positivos que den sentido al conocimiento adquirido. Con estas tres dimensiones el alumno recibirá una educación integral y contextualizada a su situación personal y social.

En la metodología concreta de este paradigma, el arte o la creación sirve como herramienta que va a ser el motor de la actividad educativa. Es por esto que el STEAM tiene como elementos indispensables el movimiento *Maker*, en el que el aspecto manipulativo es esencial para el aprendizaje. El concepto de primar lo manipulativo sobre lo digital profundiza en el aspecto de que las relaciones de las

personas no son con bits sino con átomos. Esta relación física con los objetos que creamos es la que nos desarrolla como personas.

Este movimiento *Maker* tiene en Michael Resnick (citado en Cilleruelo y Zubiaga, 2014) a uno de sus mayores defensores. Éste, basándose en el trabajo en un jardín de infancia propuso una espiral que define el proceso creativo que desarrollan los estudiantes, éstos “*Imaginan*, lo que quieren hacer, *Crean* un proyecto basado en sus ideas, *Juegan* con sus creaciones, comparten sus creaciones con otros, *Reflexionan* sobre sus experiencias, todo lo cual les lleva a imaginar nuevas ideas y proyectos.”

Está claro que este proceso de creación debe contar con la tecnología como herramienta y como marcador de objetivos a conseguir, desarrollándose con medios de ingeniería que nos permitan construir lo planteado. Dentro de estas herramientas tecnológicas las impresoras 3D, los productos DIY (Do it yourself – hazlo tu mismo), los juegos de construcción (Lego) y los software de programación se han vuelto indispensables en los laboratorios STEAM.

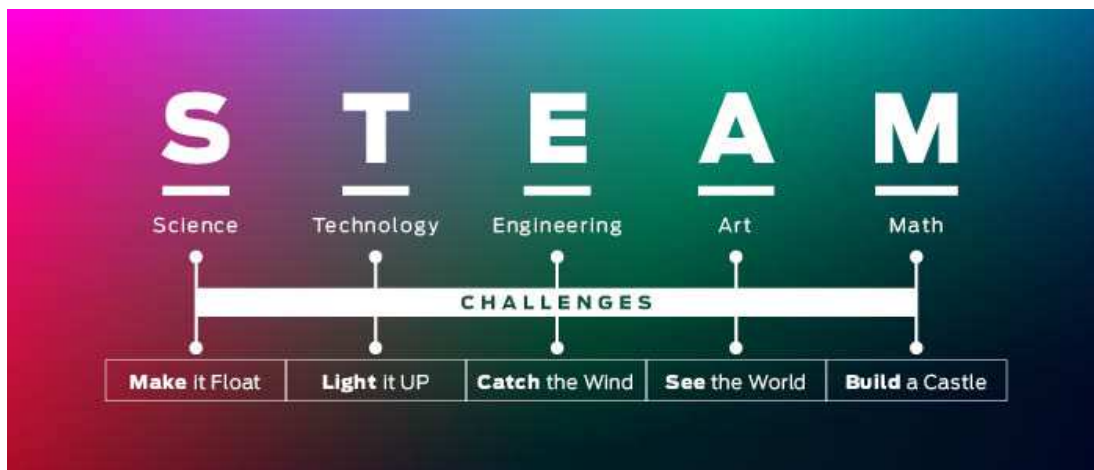


Figura 8. Steam_Header. Recuperado el 6 de mayo de 2016 de http://makerbot-blog-old.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2015/09/15151216/Steam_Header.jpg

3.3. Ejemplos de innovación creativa en el aula

Gracias a la información disponible en esta sociedad de la comunicación, son numerosos los ejemplos innovadores en el aula que se pueden tomar como referente para visualizar que la innovación y la creatividad en el aula aseguran una mejora. Para ello es requisito indispensable una planificación ordenada del programa a desarrollar, partiendo de un análisis de la situación inicial, marcando unos objetivos concretos y teniendo en cuenta los recursos disponibles.

Relacionando ejemplos con las prácticas aquí expuestas tenemos los siguientes proyectos:

MULTIDISCIPLINARIDAD

Un ejemplo del uso de la multidisciplinaridad es el creado en la localidad de Pozoblanco en torno al grupo de trabajo *Aplicaciones educativas multimedia de la Física y la Química*, creado en varios centros de estudios de secundaria de la localidad cordobesa. A partir del proyecto de Investigación Educativa “Gestión de la Convivencia en un entorno escolar desde una perspectiva interdisciplinar” de la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía han desarrollado actividades de divulgación científica para explicar fenómenos físicos observables por los alumnos, incidiendo en la explicación científica del fenómeno. En torno a este proyecto han creado hasta 170 vídeos educativos para enseñar Física y Química de manera divertida.

Este grupo de trabajo, aparte de contar con docentes del departamento de Física y Química, cuenta con docentes de otras áreas, con el fin de optimizar los beneficios didácticos de este proyecto.

<http://recursostic.educacion.es/buenaspracticass20/web/es/educacion-secundaria-obligatoria/677-fisica-y-quimica-divertida-20-desde-pozoblanco>

Otro ejemplo de propuesta de multidisciplinar puede ser el análisis de textos científicos desde la asignatura de Lenguaje y Literatura o la lectura en la asignatura de Lengua Extranjera de publicaciones científicas relacionadas con el tema a tratar. En este caso es fácil encontrar publicaciones de la revista National Geographic en inglés, en la que pueden verse artículos científicos fácilmente.

Tal como aparece en el apartado 3.2.1., también la ciencia se relaciona con el arte y así lo hizo el pintor Seurat para el cuadro referenciado. Un ejemplo evidente de esta comunión es Leonardo Da Vinci que desarrolló su actividad tanto en la ciencia como en las expresiones artísticas. En esta relación se explica el trabajo que se ha realizado de las representaciones holográficas de la reacción *Belousov-Zhabotinskii*, que fácilmente podrían ser tomados por una pintura contemporánea (Cachapuz, 2007).



Figura 9. Reacción Belousov Zhabotinskii. (Morris, 2010). Recuperada el 9 de mayo de 2016 de <https://www.flickr.com/photos/nonlin/4297013382>

Sobre esta idea en 2006 tuvo lugar una exposición sobre el “arte fractal” en el que se utilizan los fractales matemáticos para la representación artística.

CTSA

Como ejemplo de relación Ciencia Tecnología Sociedad Ambiente (CTSA) se recoge el programa School Science, establecido por The Association for Science Education en el Reino Unido. Este programa tiene como objetivo el proveer recursos científicos educativos para alumnos y profesores. Estos recursos son creados por los patrocinadores y por los propios usuarios, de manera que se produce un intercambio de información o proceso comunicativo social. Para los temas desarrollados dispone de una guía para el profesor, ejercicios para los alumnos, vídeos, fotos, etc.

Un ejemplo de esto es <http://www.schoolscience.co.uk/futurefuel>, en el que introduce la información y recursos necesarios para trabajar con los alumnos o debatir la introducción del Hidrógeno como combustible en los coches.

Acercándonos más a nuestro entorno tenemos el estudio publicado por Rios y Solbes (2007) que realizaron un estudio cuantitativo en el que recabaron datos acerca de los beneficios de la introducción de elementos CTSA para alumnos de Formación Profesional. El estudio se centra en dos temas concretos en la docencia del electromagnetismo y la electrotecnia. Entre los puntos a diferenciar respecto a la educación tradicional, estos autores destacan la importancia de la detección de las ideas previas de los alumnos y la necesidad de contextualizar estos fenómenos en su uso habitual en la sociedad en la que están inmersos.

Las conclusiones a las que llegan, basadas en los datos de la investigación, llevan a corroborar que la introducción de elementos CTSA mejora la motivación de los alumnos, corrige las concepciones alternativas de los mismos y favorece el análisis crítico por parte de los educandos, creando un acercamiento entre la ciencia y sus implicaciones en la sociedad de la que forman parte los alumnos.

STEAM

El STEAM es uno de los paradigmas educativos más en boga en la actualidad, tanto en la educación formal como en la educación no formal. El ejemplo más internacional puede ser la First Lego League (FLL) que a través de éste concurso está promocionando las creaciones de los alumnos en los centros escolares o en actividades extraescolares. En el aspecto creativo las opciones son múltiples siempre que se cumplan los *valores FLL* de entre los que la organización destaca:

- “Gracious Professionalism™ (Cortesía Profesional): fomentar el trabajo bien hecho, tanto el propio como el de los otros, valorar a los demás y respetar tanto a los individuos como a la comunidad.
- Coopertition™ (Coopertición = Cooperación + competición): competir, ayudar y aprender de los demás compañeros, equipos y entrenadores.”

<http://www.firstlegoleague.es/que-es-first-lego-league/>

Acercándonos a nuestro entorno, un ejemplo de planteamiento STEAM es el realizado en el Colegio Monserrat (Barcelona). Éste trabajo se ha realizado en colaboración con cuatro profesores y ha consistido en la creación de una maqueta para una estación meteorológica. Cabe destacar que han desarrollado las cuatro disciplinas enumeradas en el STEAM, desarrollando las siguientes competencias:

- Competencia digital. A través de la búsqueda de información y el desarrollo de los cálculos,
- Competencia de Aprender a aprender: aspecto que se desarrolla en este proyecto pero que puede servir a los alumnos para el aprendizaje de otras disciplinas.
- Conexión con el mundo real: a través de la creación de un prototipo de una estación meteorológica que podría colocarse en su centro de estudios.

<http://www.think1.tv/video/steam-proyecto-veleta-es>

4. Propuesta práctica

A lo largo de este apartado se concreta la propuesta a desarrollar, concretando la situación previa, los objetivos y la metodología que se elije para la planificación de esta actividad.

4.1. Análisis de la situación educativa

Tal como se ha indicado en este documento, la problemática de la enseñanza de las ciencias tiene como fuente el distanciamiento de los alumnos de la ciencia y de su propio proceso educativo. Este distanciamiento se acrecienta con la estanqueidad de las materias de estudio, que bajo la legislación actual para centros de educación privados determinan la asignación del profesorado a unas asignaturas concretas (Real Decreto 860/2010). En la educación pública este problema se agrava más porque la legislación condiciona todavía más las asignaturas a impartir dependiendo de la titulación del docente (Real Decreto 1834/2008). Esto no facilita el trabajo transversal ya que para coordinar el trabajo docente se requiere el trabajo en grupo de varias personas, lo que puede dificultar la concreción de proyectos multidisciplinares.

La estatización de las programaciones educativas para el cumplimiento del currículum legal (Real Decreto 1105/2014) es otro factor que perjudica el desarrollo de programas innovadores que mejoren la motivación de los alumnos hacia las ciencias. A esto hay que sumar en muchos centros la falta de recursos que permita a sus alumnos trabajar manipulativamente fuera del aula. Conviene recordar que el aspecto procedimental sí que se recoge dentro del currículum legislativo, pero no se le da en muchos casos la importancia debida.

Esto va a requerir que, a la hora de establecer propuestas que favorezcan la creatividad, tal como se pretende en este TFM, el planteamiento del docente sea a su vez creativo en cuanto al uso de recursos y a las posibilidades de trabajo transversal o multidisciplinar.

4.2. Objetivos

Se establece como objetivo general para las actividades propuestas, desarrollar la capacidad creativa de los alumnos. Se utilizará para ello la enseñanza de Física y química como materia conductora además de para la consecución de tres objetivos secundarios:

- Producir una actitud positiva y activa de los alumnos hacia la ciencia mediante la creación propia de los conceptos a conocer,
- Descubrir la relevancia y la relación de los elementos químicos y sus propiedades en el entorno del alumno
- Descubrir la interconexión de la *Clasificación de los elementos químicos* con otras disciplinas educativas.

4.3. Metodología

El conjunto de las actividades va a requerir la participación activa de los alumnos en su proceso educativo, pero previo a esto, el docente tiene que tener en cuenta que para la planificación de actividades hay que tener en cuenta los alumnos destinatarios, un cronograma que contemple las fases que se producen en los procesos creativos, el detalle de los recursos que puede y elige disponer, y la forma de evaluación, tanto del proceso educativo como de los resultados. Al ser un trabajo multidisciplinar se va a requerir el trabajo previo de coordinación con otros docentes para poder establecer dinámicas unitarias en torno a este proyecto.

4.3.1. Propuesta de intervención o de programa

La propuesta que se recoge en este documento tiene como eje principal el que los alumnos creen un boletín informativo a partir del tema de la *Clasificación de los elementos químicos (tabla periódica)*. La elaboración de este documento se va a trabajar de manera multidisciplinar ya que se pretende recoger en el mismo las relaciones con otras materias. Esta propuesta requiere un trabajo conjunto de los diferentes profesores a la hora de concretar las diferentes partes del boletín.

El proceso se va a definir en cuatro actividades, con sus consiguientes objetivos:

Tabla 1. Actividades propuestas y Objetivos.

Nº	Actividad	Objetivos
1	Redacción de los artículos por grupos.	Aprender a buscar en internet u otras fuentes, información veraz de carácter científico, relacionado la <i>Clasificación de los elementos</i> con diferentes asignaturas, y con el fin de comunicarlo posteriormente a sus pares.

Nº	Actividad	Objetivos
2	Creación de una portada del boletín divulgativo	Manifestar las diferentes interpretaciones personales que sugiere una imagen, en este caso, la tabla periódica.
3	Maquetación del boletín.	Evaluar conjuntamente los artículos creados en grupo y las portadas realizadas individualmente, siguiendo criterios periodísticos y estéticos básicos.
4	Presentación en el centro del boletín.	Identificar medios para divulgar el boletín en su entorno (centro escolar, familias y entorno local)

4.3.2. Destinatarios

Los destinatarios van a ser alumnos de 3º de Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO). La elección de este curso es porque con esta edad (14-15 años) la madurez de los alumnos puede facilitar la incorporación de procesos creativos que favorezcan la iniciativa y el emprendimiento de los alumnos.

4.3.3. Planificación de las acciones.

ACTIVIDAD PREVIA. Coordinación.

Previo al comienzo de la actividad, el profesor deberá establecer 7 grupos de trabajo de manera que sean heterogéneos. En la elección de los grupos se tendrá en cuenta la atención a la diversidad, favoreciendo que alumnos con dificultades o necesidades educativas especiales puedan ser ayudados por sus compañeros. Para esta tarea el profesor se coordinará con el tutor y con el equipo de orientación si es necesario. Así mismo deberá coordinarse con el resto de profesores del grupo de alumnos para el correcto desarrollo de las actividades propuestas.

ACTIVIDAD 1. Redacción de artículos.

Se presenta un listado de artículos a tratar y la materia con la que se relaciona y en la que deberá tratarse este tema.

Tabla 2. Artículos para el boletín y asignatura relacionada.

Art. N°	Tema	Materia relacionada
1	Línea temporal histórica de la clasificación de los elementos.	Geografía e Historia.
2	Origen de los nombres de los elementos químicos	Lengua Castellana y Literatura
3	Periodicidad en las matemáticas y en los elementos químicos.	Matemáticas (Académicas y Aplicadas)
4	Curiosidades de los elementos en primera lengua extranjera (Ejemplo: octavas de Newlands).	Primera Lengua Extranjera.
5	Nutricionismo, ¿es necesario tomar magnesio si se hace deporte?	Educación Física
6	Presencia orgánica e inorgánica de los elementos.	Biología y Geología
7	Cómo hacer un detector de metales. Fundamento teórico y práctico.	Tecnología

Previo al inicio de la redacción del artículo, en las materias que se enumeran se realizará una breve explicación a todo el grupo del tema propuesto a tratar conjuntamente con la asignatura de Física y Química. El profesor de Física y Química explicará de manera general los temas a desarrollar por los alumnos, enfocándolos a los conocimientos que deben desarrollar dentro de esta unidad didáctica. Una vez realizada la explicación de los temas se realizará el reparto de la redacción de los artículos a cada grupo de trabajo (elección pactada o sorteo).

El artículo sobre nutricionismo es parte del enfoque CTSA en el que el profesor deberá destacar comportamientos sociales, en este caso basado en la pseudociencia, y hacer reflexionar a sus alumnos acerca de esta actitud.

Una vez redactados, un alumno de cada grupo será quién exponga el artículo en clase y se abrirán turno de preguntas en las que serán los otros componentes del grupo los que deban responder a las dudas que puedan tener el resto de sus compañeros. En esta sesión o sesiones el profesor de Física y Química ayudará a los alumnos a comprender los conceptos presentados y a afinar los artículos propuestos.

ACTIVIDAD 2. Creación de una portada.

En la asignatura de Educación Plástica, Visual y Audiovisual cada alumno deberá interpretar la tabla periódica para incorporarla como portada al boletín divulgativo. En esta propuesta se deberá incluir el nombre del boletín, fecha y autores. El profesor orientará sobre las técnicas a emplear y los criterios estéticos y visuales que requiere una portada de un boletín científico.

ACTIVIDAD 3. Maquetación del boletín.

Los alumnos procederán a elegir el orden de los artículos siguiendo criterios periodísticos recomendados por el profesor de Lengua y Literatura Castellana (ejemplo: artículos importantes en páginas impares). Así mismo, siguiendo criterios estéticos y visuales elegirán la portada que se va a utilizar para el boletín. Una vez definido el orden y la portada, se realizará la maquetación final del documento siguiendo los criterios artísticos (colores empleados, imágenes) y técnicos (tamaño y tipo de letra) que puedan incorporarse de las asignaturas de Plástica y Tecnología respectivamente.

ACTIVIDAD 4. Presentación del boletín informativo.

Los alumnos deberán definir las acciones comunicativas que van a tomar para la divulgación del boletín, teniendo en cuenta la difusión entre los compañeros y profesores del centro, las familias y el entorno local. La presentación en el centro del boletín se podrá acompañar de una exposición con todas las portadas creadas por los alumnos. Además los alumnos podrán acompañar la presentación del boletín con una exhibición del detector de metales que habrán realizado en la clase de tecnología, trabajando según el paradigma STEAM (Ejemplo: <https://www.youtube.com/watch?v=LMimwqX2Am8>). Esta jornada de presentación se completará con una charla-debate acerca del Nutricionismo que podrá ser impartida por un médico endocrino o u dietista del entorno local del centro.

La cantidad de boletines a imprimir se decidirá en función de los medios de reprografía y comunicación disponibles en el centro. Aparte de los boletines impresos se establecerán medidas para la distribución digital del mismo (web del centro, redes sociales, blog del grupo, etc).

4.3.4. Cronograma y Recursos

La planificación temporal se realiza teniendo en cuenta las sesiones por semana establecidas por la legislación actual (Real Decreto 1105/2015).

La programación total es de cinco semanas completas de las que la primera está dedicada a la preparación de la misma, las cuatro siguientes a la elaboración propia de la actividad y la quinta y última a la evaluación del proceso y de los resultados.

Tabla 3. Cronograma de actividades.

PREPARACIÓN
1 REDACCIÓN DE ARTÍCULOS
2. CREACIÓN DE LA PORTADA
3. MAQUETACIÓN DEL BOLETÍN
4. PRESENTACIÓN DEL BOLETÍN
EVALUACIÓN

SEMANA 1

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RECURSOS
Coordinación con el resto de profesores.	Profesor Física y Química	Sala de reuniones
Elección de grupos de trabajo para la redacción de artículos.	Profesor Física y Química	Despacho

SEMANA 2

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RECURSOS
Explicación del tema general en la asignatura con la que se coordina (Ejemplo: en Geografía e Historia se explicarán las líneas temporales históricas).	Profesor de asignatura con la que se coordina, con apoyo del Profesor de Física y Química.	Aula ordinaria
Explicación breve de los conocimientos a desarrollar en los artículos.	Profesor de Física y Química	Aula Ordinaria
Redacción de los artículos por parte de los alumnos (grupos)	Profesor de Física y Química	Aula ordinaria, sala de ordenadores, biblioteca
Explicación del profesor de cómo realizar una portada.	Profesor de Educación Plástica, Visual y Audiovisual	Aula de Plástica
Realización de los alumnos de la propuesta de portadas (individual).	Profesor de Educación Plástica, Visual y Audiovisual	Aula de Plástica, sala de ordenadores

SEMANA 3

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RECURSOS
Revisión de los artículos redactados.	Profesor de Física y Química	
Presentación de los artículos al grupo.	Profesor de Física y Química	Aula ordinaria
Elección de la portada del boletín.	Profesor de Educación Plástica, Visual y Audiovisual	Aula de Plástica
Maquetación final del boletín.	Profesor de Tecnología con apoyo del profesor de Plástica	Sala de ordenadores

SEMANA 4

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RECURSOS
Exposición de las portadas propuestas	Profesor de Física y Química	Pasillos del centro escolar
Elaboración del detector de metales y de un recinto para la exhibición.	Profesor de Tecnología	Elementos electrónicos y materiales de para la realización del recinto de exhibición (lona de plástico, arena y elementos metálicos), pario del colegio
Charla-Debate relativa al nutricionismo.	Profesor de Física y Química con apoyo de los profesores de Biología y Geología y de Educación Física.	Auditorio del centro.
Impresión y reparto de boletines	Profesor de Física y Química	Reprografía del centro o externa
Distribución digital del boletín	Profesor de Física y Química con apoyo del profesor de Tecnología	Web del centro, redes sociales, blog del grupo.

SEMANA 5

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RECURSOS
Evaluación de resultados: Examen	Profesor de Física y Química	Aula ordinaria, repografía
Evaluación de resultados: Recopilación de datos y resultados finales	Profesor de Física y Química	Datos recopilados en sesiones y examen

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RECURSOS
Evaluación de proceso	Profesor de Física y Química y profesores del proyecto	Sala de reuniones

4.3.5. Forma de evaluación prevista: del proceso y de los resultados

EVALUACIÓN DEL PROCESO

Para evaluar el cumplimiento de los objetivos marcados, la evaluación debe ser tal que evidencie objetivamente el grado de cumplimiento de los mismos.

Tabla 4. Criterios de evaluación del proceso.

Objetivo	Criterio de evaluación
OBJETIVO PRINCIPAL	
Desarrollar la capacidad creativa de los alumnos	Grado de ayuda a los alumnos en la redacción de los artículos (sesiones dedicadas a la redacción de artículos).
OBJETIVOS SECUNDARIOS	
Producir una actitud positiva y activa de los alumnos hacia la ciencia mediante la creación propia de los conceptos a conocer,	Adquisición de los alumnos de conocimientos complementarios a los solicitados (a evaluar en la sesión o sesiones de exposición de artículos y preguntas)
Descubrir la relevancia y la relación de los elementos químicos y sus propiedades en el entorno del alumno	Capacidad de los alumnos de relacionar objetos comunes con elementos químicos (a evaluar en la sesión o sesiones de exposición de artículos y preguntas, examen).
Descubrir la interconexión de la <i>Clasificación de los elementos químicos</i> con otras disciplinas educativas.	Identificar si los alumnos relacionan los conceptos de clasificación de los elementos químicos con otras materias (a evaluar en las sesiones con otros profesores).

EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

El objetivo de la evaluación de resultados debe tener en cuenta los objetivos educativos planteados, dando importancia a la adquisición de contenidos, pero teniendo muy en cuenta los procedimientos y actitudes desarrollados. Si tenemos en cuenta la diversidad de las actividades propuestas, además de la diversidad de los alumnos, y el trabajo multidisciplinar, la labor evaluadora debe contemplar, además de todos estos aspectos, la coordinación en la evaluación con los demás profesores. Ante tantos factores evaluadores la propuesta de este proyecto es establecer una rúbrica de evaluación que contemple todas estas variables. Los aspectos a evaluar serán los siguientes:

Tabla 5. Evaluación de resultados.

ACTIVIDAD	CRITERIO DE EVALUACIÓN	RECURSO DE EVALUACIÓN	% nota final
Redacción de artículos			
Concepto	Describir la evolución histórica de la clasificación de los elementos. Comprensión de la información que aporta la tabla periódica. Identificación de propiedades periódicas de los elementos. Diferenciar la presencia orgánica e inorgánica de los elementos.	Redacción de los artículos	15%
		Examen	20%
Procedimiento	Exposición clara de los artículos. Procedimientos de búsqueda de información para la documentación de los artículos.	Evaluación en clase (P)	10%
Actitud	Capacidad de trabajo en grupo: organización de las tareas, respeto, ayuda entre compañeros	Evaluación en clase (A)	10%*
Creación de la portada			
Concepto	Incorporación de enfoque divulgativo científico a la portada	Portada (C)	5%
Procedimiento	Diversidad de técnicas empleadas	Portada (P)	5%
Actitud	Comportamiento respetuoso en clase: limpieza y uso de materiales	Evaluación en clase (A)	10%*
Maquetación del boletín			
Concepto	Valoración de la importancia de contenidos.	Boletín (C)	5%
Procedimiento	Utilización de las técnicas de maquetación.	Boletín (P)	5%

ACTIVIDAD	CRITERIO DE EVALUACIÓN	RECURSO DE EVALUACIÓN	% nota final
Actitud	Capacidad de decisión en grupo: respeto de opiniones, exposición de argumentos	Evaluación en clase (A)	10%*
Presentación			
Concepto	Identificación de canales de comunicación del boletín en su entorno	Canales de distribución	5%
Procedimiento	Elaboración del detector de metales y de la exhibición del mismo	Exhibición del detector de metales	10%
Actitud	Información y espíritu crítico en torno al nutricionismo	Participación en el debate.	10%

** Este 10% engloba la actitud en clase, tanto en la redacción de artículos, como en la creación de la portada y en la maquetación del boletín.*

Con esta asignación porcentual la evaluación final tiene en los conceptos un peso del 50%, los procedimientos un 30% y los valores un 20%.

4.3.6. Resultados previstos.

La introducción del trabajo multidisciplinar, empezando por la coordinación del profesorado, va a proporcionar a los alumnos una visión amplia de su educación, estableciendo relaciones de los conocimientos a adquirir de la manera en la que se producen en la naturaleza. Una ventana se construye con química, física, tecnología, ingeniería, matemáticas, esfuerzo físico y arte. Esto es lo que perciben los alumnos y tomando este ejemplo, si el proceso educativo multidisciplinar ve el conocimiento de una manera amplia se conseguirá asimilarlo a las percepciones de los alumnos.

La incorporación de elementos creados por los alumnos como es el boletín, que perduren y que trasciendan hacia el centro escolar y hacia su entorno local, va a dar sentido a su proceso educativo, ya que el resultado no va a ser sólo una nota al final de la evaluación, sino que además van a tener un resultado tangible. Esto deber ser fuente de motivación y de autoestima.

El introducir temas de reflexión como es el nutricionismo los incorpora también a la sociedad de la que forman parte y les responsables a su vez del control de la ciencia en función de criterios sociales. Esto, al igual que lo anteriormente citado, puede ser fuente de motivación y también de curiosidad acerca de otros dilemas que el avance científico pueda plantear.

5. Discusión

Es compartido por diferentes expertos en educación que el diseño actual del sistema educativo no tiene una correspondencia con la sociedad en la que se encuentra inmersa. La orientación de este sistema al cumplimiento del currículum y de los modelos escolares definidos por legislación, condiciona y generaliza el tipo de docencia que se imparte en la mayoría de los centros, (Castro, 2012). Sí que la legislación hace referencia a la necesidad de centrar los procesos formativos en los alumnos y a formarlos además de manera integral, pero las exigencias legales en cuanto al reparto de horas lectivas por asignaturas, y la propia definición del currículum por asignaturas no favorece esta visión.

En esta situación, la educación multidisciplinar requiere un trabajo de organización, coordinación entre docentes y evaluación extra, que depende muchas veces de la inquietud del profesor. Pero el docente debe ser consciente de que esta “interdisciplinaridad puede ayudar a formar ciudadanos más responsables, tolerantes y también más instruidos” (Cachapuz, 2007).

Otra problemática que demanda la sociedad actual es la necesidad de formar personas creativas que aporten nuevas soluciones a los diferentes problemas actuales (Robinson, 2010). Es por esto que la educación formal debe favorecer el aprendizaje de la creatividad para todas las materias, no sólo para las relacionadas con las artes (plástica o música). En el desarrollo de la creatividad estaremos favoreciendo que el alumno se desarrolle como individuo diferente del resto, y que se desarrollen los talentos y aptitudes propias.

La alfabetización científica es uno de los pilares de la enseñanza de las ciencias. El conocimiento de las relaciones entre la ciencia y la sociedad en la que están inmersos los alumnos es clave para que estos últimos sientan la importancia de la ciencia en su vida individual y colectiva (Olmedo 2011). Se evidencia además, que la incorporación de programas CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente) (Rios y Solbes, 2007) y/o STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Math) (Castro, 2012) aumenta el interés de los alumnos y corrige percepciones erróneas de los mismos, favoreciendo incluso la motivación de los estudiantes, formándolos además de manera integral.

6. Conclusiones

En base a lo expuesto en el marco teórico las conclusiones a las que se llega son:

- Para el desarrollo del alumno en su integridad es necesario que éste se encuentre de manera activa, siendo partícipe de su formación y sintiéndola como algo propio y no impuesto.
- En base a centrar la formación en el alumno, la educación debe tener en cuenta que las percepciones del alumno no se limitan a una visión desde la química o desde el arte, sino que sus percepciones se dan de manera global, por lo que la educación ha de ser global o multidisciplinar.
- Estableciendo una relación de la ciencia con la cotidianeidad de los alumnos estaremos creando un vínculo que va a permitir al alumno explicar los fenómenos diarios desde la ciencia. A partir de esta relación va a poder visualizar la necesidad de crear o controlar los avances científicos individualmente o como parte de la sociedad en la que está inmerso.
- Los profesores y los centros escolares han de ser conscientes de que, para poder desarrollar a los alumnos de manera integral, han de visualizar el proceso desde el punto de vista del alumno, teniendo en cuenta sus percepciones, sus capacidades, sus intereses, sus debilidades y sus fortalezas.
- El trabajar la creatividad en las diferentes materias va a favorecer que los alumnos se expresen de una manera clara y que su conocimiento tenga la utilidad de lo que han creado.

7. Limitaciones y Prospectiva

Las limitaciones para este trabajo son fundamentalmente la falta de acceso a recursos documentales y el poder poner aplicar este trabajo en un centro. Esto condiciona a que el trabajo documental se refiera principalmente a estudios realizados por otros autores, en base a unos datos que no están disponibles.

La posibilidad de poner en marcha este proyecto abriría la puerta a su evaluación y mejora, sin que este proyecto concreto desde su inicio pueda ser mejorado. La estructura que aquí se indica relativa al desarrollo del boletín divulgativo, en el que se trabaja la multidisciplinaridad y la difusión, puede ser aplicada con diversas variables, cambiando la unidad didáctica, el curso, la asignatura central, etc. Además, el desarrollo de este proyecto puede crear estructuras estables de coordinación entre profesores que favorezcan el desarrollo de otros trabajos multidisciplinarios. La exhibición de las creaciones de los alumnos en los centros puede generar a su vez espacios de creación que pueden motivar a otros docentes a iniciar procesos creativos en el centro.

Respecto al trabajo multidisciplinar, las propuestas que pueden surgir a través de este trabajo pueden ir encaminadas a cambios organizativos en donde se prime el alumno como centro de la educación. Así, se podría estudiar la posibilidad de realizar programaciones anuales, no por materias sino por cursos, integrando sesiones particulares a las asignaturas y sesiones más globales, en las que se pudieran desarrollar proyectos multidisciplinarios o STEAM más fácilmente.

A nivel organizativo en los centros también se abre la posibilidad de organizar físicamente los departamentos por cursos y no por materias. Teniendo un espacio común de contacto puede favorecerse los procesos comunicativos entre docentes de los mismos alumnos. Esto tendría incidencia en grandes centros formativos, ya que la organización en pequeños centros facilita estos procesos comunicativos.

8. Referencias Bibliográficas

- Amiguet, L. (2010). Sir Ken Robinson, experto que preconiza un sistema educativo que enseña a innovar. *Periódico La Vanguardia de 3 de noviembre de 2010*. Recuperado de <http://www.lavanguardia.com/lacontra/20101103/54063818455/la-creatividad-se-aprende-igual-que-se-aprende-a-leer.html>
- Cachapuz, A.F. (2007). Arte y Ciencia: ¿Qué papel juegan en la educación en ciencias? *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 287-294.
- Castro Acuña, C.M. (2012). STEM, STEAM, Proyectos educativos integrales y olimpiadas de Química: Métodos que buscan convencer a los jóvenes de que la ciencia es útil para todos. En G. Pinto Cañon y M. Martín Sanchez, (1ª ED.), *Enseñanza y divulgación de la Química y la Física*, (pp. 221-226). Madrid: Garceta grupo editorial.
- CHROBAK, R; (2008). UNA ENSEÑANZA CREATIVA, PARA OBTENER APRENDIZAJES CREATIVOS. *Cuadernos de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales Universidad Nacional de Jujuy*, (35) 115-129. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=18512511009>.
- Cilleruelo, L. y Zubiaga, A. (2014). *Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología*. Material no publicado. Recuperado el 24 de abril de 2016 de <http://www.augustozubiaga.com/web/wp-content/uploads/2014/11/STEM-TO-STEAM.pdf>.
- Florio, L.F. (2015). La fuga de cerebros se suaviza, pero no se detiene. *Periódico La Vanguardia de 24 de agosto de 2015*. Recuperado de <http://www.lavanguardia.com/economia/20150824/54435985683/fuga-cerebros-suaviza-no-para.html>
- Jimenez-Landi Martínez, A. (2010). *Breve Historia de la Institución Libre de Enseñanza*. Madrid: Editorial Tébar.
- Lawson, A.E. (1994). Uso de los ciclos de aprendizaje para la enseñanza de destrezas de razonamiento científico y de sistemas conceptuales. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (2), 165-187

- Novak, J.D. (1998). *Learning, Creating and Using Knowledge*. Mahwah, New Jersey: Laurence Earlbaum Associates.
- Oliva, J.M., Acevedo, J.A. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 241-250.
- Olmedo Estrada, J.C. (2011). Educación y Divulgación de la Ciencia: Tendiendo puentes hacia la alfabetización científica. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(2), 137-148.
- Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid. Ediciones Morata.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, *por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*. Boletín Oficial del Estado, 3, de 3 de enero de 2015.
- Real Decreto 1834/2008, de 8 de noviembre, *por el que se definen las condiciones de formación para el ejercicio de la docencia en la educación secundaria obligatoria, el bachillerato, la formación profesional y las enseñanzas de régimen especial y se establecen las especialidades de los cuerpos docentes de enseñanza secundaria*. Boletín Oficial del Estado, 287, de 28 de noviembre de 2008.
- Real Decreto 860/2010, de 2 de julio, *por el que se regulan las condiciones de formación inicial del profesorado de los centros privados para ejercer la docencia en las enseñanzas de educación secundaria obligatoria o de bachillerato*. Boletín Oficial del Estado, 173, de 17 de julio de 2010.
- Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, *sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente*. Diario Oficial de la Unión Europea, L394/10 de 30 de diciembre de 2006.
- Rios, E. y Solbes, J. (2007). Las Relaciones CTSA en la enseñanza de la tecnología y las ciencias: una propuesta con resultados. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 8 (1), (32-55)*. Recuperada de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART3_Vol6_N1.pdf
- Vargas, M., Puig Andreu, T. (Productoras) y Punset, E. (Director). (2011). *Redes: 87 El sistema educativo es anacrónico*. Material no publicado. Recuperado el 3 de mayo de 2016, de <http://www.rtve.es/alacarta/videos/redes/redes-sistema-educativo-anacronico/1044110/>

Zenteno-Mendoza, B.E. y Garritz, A. (2010). Secuencias dialógicas, la dimensión CTS y asuntos socio-científicos en la enseñanza de la Química. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 2-25.