Tª Atómica de Dalton y Métodos de Análisis de Sustancias, ambientada con música moderna.

Dalton's Atomic Theory and Methods of Substance Analysis, a musical setting.

N. Ariza Rodríguez[1], M. D. Fernández Ramos[1], E. Crisol Moya [2]

1 Department of Analytical Chemistry.Campus Fuentenueva, Faculty of Sciences, University of Granada, E-18071 Granada, Spain

2 Department of Didactics and School Organization.Campus Cartuja, Faculty of Education Sciences, University of Granada, E-18071 Granada, Spain

noemiar@correo.ugr.es, mdframos@ugr.es, ecrisol@ugr.es

Resumen

La Física y Química es una de las asignaturas con más tasa de fracaso escolar en España. El problema, entre otros, puede ser la forma que el profesorado involucra al alumnado, que hace a los jóvenes percibirla como una ciencia descontextual con pocas aplicaciones en su entorno y vida cotidiana. Esto, provoca una falta de interés en la asignatura que se agudiza al aumentar el nivel. Por esta razón, se desarrolla este proyecto, en el que se proponen didácticas para afrontar los contenidos relativos a la Teoría de Dalton y los métodos de análisis de sustancias (espectrometría y espectroscopía), ambientándolos con música moderna y haciendo al alumno partícipe mediante actividades, de todas las etapas de su aprendizaje, hasta el punto de sacar conclusiones razonadas y coherentes. Se pretende por tanto, incrementar la motivación de los jóvenes y hacer que el alumnado sea competente en los contenidos, tediosos pero esenciales al mismo tiempo.

Palabras Clave

Motivación; Física y Química; secundaria; jóvenes; modelo atómico; música moderna; análisis de sustancias: espectroscopía y espectrometría;

Abstract

Physics and Chemistry is one of the subjects with the highest school failure rate in Spain. Among others, the problem may be the way that teachers involve students, which makes young people perceive it as a decontextual science with few applications in their environment and daily life. This fact causes a lack of interest in the subject that is exacerbated by increasing the level. For this reason, this project that proposes didactics to deal with the contents related to Dalton's Theory and methods of substance analysis (spectrometry and spectroscopy) is developed. The contents are set with modern music and the student participates through activities of all stages of their learning and students are able to draw reasoned and coherent conclusions. In this way, it is intended to increase the motivation of young people and make students competent in content, tedious but essential at the same time.

KeyWords

Motivation; Physics and chemistry; high school; young people; atomic model; trendy music; analysis of substances:spectroscopy and spectrometry;

1. Introducción

En el momento y contexto actual, la Física y Química es una de las asignaturas que presentan una tasa de fracaso escolar más alta de las cursadas en la secundaria, siguiendo a las materias Matemáticas e Inglés (López y Zafra, 2017) [22]. En la disciplina Física y Química, los docentes en general y en particular los del IES Montevives de la ciudad de Las Gabias, centro en el que se aplica este estudio, detectan una falta general de interés en la misma, debida posiblemente a la enseñanza de una ciencia descontextualizada, a métodos de enseñanza aburridos y poco participativos y a la escasez de actividades prácticas (Furió Más, 2006) [13], por lo que se plantea la necesidad de reflexionar sobre la manera de motivar e involucrar al alumnado.

A partir del enfoque "CTS" aplicado a la enseñanza, aparece el concepto "química en contexto" del trabajo de Menori et al. (2015) [26], donde se identifican docentes que generan situaciones de enseñanza de la química que van más allá de la simple presentación de información a los estudiantes, implicando al alumnado en la aplicación, análisis y evaluación de la información , dando lugar, siempre que sea posible a la generación de nuevas formas de conocimiento.

En este punto, cabe preguntarse a la hora de impartir docencia, si el papel que reserva el profesorado al alumnado es adecuado y suficiente y si en realidad la ciencia generada en los laboratorios y medios de comunicación es base de actividades y proyectos en el aula. Con objeto de fomentar, precisamente, los proyectos en los que la motivación del alumnado fomente la generación de ciencia, este trabajo se apoya en el término de "educación formal" (dimensión de la educación con carácter no intencionado y que comprende influencias del medio natural y social, que afectan al desarrollo del individuo) (Santos, 2006) [39], que se encuentra capitalizada por los medios de comunicación, sobre todo en los adolescentes.

Teniendo lo anterior en cuenta y apreciando que la importancia de la música en la vida de los jóvenes ha sido reconocida desde hace tiempo en diversos estudios (North, Hargreaves, y O'Neill, 2000; Thomson, Reece y Benedetto, 2014; Zillman y Gan, 1997) [31,40,45] y que suelen escucharla solos pero también les divierte compartirla con sus amigos y compañeros, como afirman en los resultados Ho (2002) [17] y Finnäs (1989b)[12], se presenta en este trabajo una propuesta actividades para el primer curso de bachillerato en la asignatura de Física y Química, donde se aplica música moderna para estimular el aprendizaje del alumnado, relacionándolo con los contenidos de la Teoría de Dalton y el Análisis de Sustancias. Pues, el arte de la música, se percibe como una fuente de experiencias enriquecedora que genera un gran impacto físico y emocional (Juslin, Liljeström, Västfjäll, Barradas, y Silva, 2008; Västfjäll, Juslin, y Hartig, 2012) [19,42] y puede provocar mejoras en la enseñanza en la materia en cuestión.

Según Hallam (2015)[16], la música es un potencial para mejorar la autoeficacia, el autoestima y el autoconcepto, así como el estado de ánimo y el comportamiento, así como para reducir la ira y aumentar la motivación, como demuestran además los estudios de Natasa y Ionescu (2015)[30] y Daykin (2017) [9]en los que la aplicación de

programas musicales a jóvenes provoca un aumento del entusiasmo, la generación de ideas y el aumento de su actividad y receptividad.

Se emplea pues la música (como arte), por ser idónea para mejorar la salud y las relaciones sociales de los jóvenes como se explica en Daikin (2008)[8]., así como instrumento de mejora de la forma de expresión, las habilidades y la confianza de los adolescentes (Arts Council England 2005, Anderson y Overy 2010, Arts Alliance 2010, Baker y Homan 2007, Bittman et al. 2009, Daykin et al. 2013, Miles 2004, de Roeper y Savelsberg 2009, de Viggiani et al. 2013, Wrench and Clarke 2004) [1,2,4,6,9,28,38,43,44] y teniendo presente que la música que escuchan en Internet, a través de videoclips, podcast o listas de reproducción son productos de alcance internacional que influencian las cosmovisiones e ideologías de los jóvenes, (Illescas-Martínez, 2017) [18].

2. Desarrollo

2.1. Marco legislativo y teórico

La presente propuesta ha sido elaborada teniendo en cuenta el actual marco legislativo de España, la *Ley Orgánica 8/2013 del 9 de Diciembre para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) [20]*, siendo la base para los contenidos, objetivos, metodología, estándares de aprendizaje y criterios de evaluación que se proponen.

Cabe destacar, en primer lugar que la Física y Química de 1º de Bachillerato, como se fija en la *Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente al Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Andalucía [32]*, es una materia troncal de opción, con la que se pretende que el alumnado sea dotado de capacidades inherentes a la asignatura y comparte con las otras disciplinas la responsabilidad de promover la adquisición de competencias necesarias para que los alumnos/as puedan integrarse en la sociedad de forma activa, participando del desarrollo económico y social con el que se relaciona la capacidad científica , tecnológica e innovadora. Y es que, es complicado imaginar un mundo contemporáneo sin contar con medicamentos, combustibles, colorantes, aditivos alimentarios. Por lo que la materia de Física y Química es esencial para contribuir a la adquisición de cultura científica.

El contenido relativo a la "Revisión de la teoría atómica de Dalton", está enmarcado dentro del estudio de la Química en el Bloque segundo del *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato "Aspectos cuantitativos de la Química" [37]*, en el que se da un repaso a conceptos fundamentales para el desarrollo del material.

Conocer y comprender la estructura de la materia y los átomos es un bloque esencial de la asignatura en todas las etapas de secundaria y bachillerato. El contenido engloba el estudio de los modelos atómicos y métodos analíticos de determinación estructural de los elementos. Debe favorecerse que el alumnado aprecie la Física y la Química como Ciencias que no están acabadas y están en continua evolución, dando lugar a reprobación de antiguas teoría e implantación de modelos nuevos, capaces de dar respuesta a la realidad de una manera más satisfactoria. En este sentido, el papel de la comunidad científica es primordial, pues debe de "luchar" contra ideas preconcebidas.

Todo ello se persigue ambientando las sesiones con música moderna. Algo que es afín a los adolescentes, les interesa y los traslada a un entorno más ameno en el que pueden trabajar y reflexionar de una manera más distendida.

Se aumenta de esta manera también la creatividad del alumnado y su espíritu crítico y emprendedor, desencadenando un mayor interés en la asignatura.

La propuesta de unidad didáctica (UD) se desarrolla a partir de una tarea denominada "El festival del Átomo" y otras actividades de apoyo en las sesiones llenas de motivos musicales bien conocidos por el alumnado. La música actual, ídolos y motivos musicales introducen sesiones y son el hilo conductor de las actividades que sirven de herramientas para que los adolescentes adquieran contenidos bastante tediosos para su edad.

Cabe mencionar respecto a la enseñanza de los modelos atómicos (Thomson, Rutherford, Borh y el actual), que es un contenido presente en los cursos de Secundaria (desde 3º ESO hasta 2º Bachillerato) constituyendo uno de los bloques temáticos fundamentales de la asignatura Física y Química. En el estudio de la estructura atómica se hace indispensable el uso de modelos que faciliten el aprendizaje y la enseñanza-aprendizaje del mismo, es fundamental para comprender y justificar la estructura electrónica de los átomos, el enlace, las propiedades eléctricas de la materia, emisión de luz y color (Cid Manzano, Dasilva Alonso, 2012) [7], es decir, proporcionan un buen contexto para potenciar destrezas propias de la competencia científica como el razonamiento, predicción, interpretación de la realidad, construcción de modelos para explicar observaciones, uso de pruebas, argumentación, indagación como estrategia de aprendizaje (McKagan, Penkins, Wieman, 2008) [25] . *"Su estudio en Secundaria es un claro ejemplo de enseñanza en espiral. La profundidad, amplitud y tipo de estrategias y contenidos deberían adaptarse a las posibilidades del alumnado según su nivel de desarrollo cognitivo"* (Cid Manzano y Dasilva Alonso, 2012, p-3) [7] y se prestará especial atención a la peculiaridad del tema que permite al alumno/a descubrir de qué manera avanza la Ciencia a lo largo de la historia. Es importante en el afán de tanto libros de texto, manuscritos, guías e incluso explicaciones magistrales del profesor, en el intento de simplificar el tema cometer errores conceptuales como tomar el modelo de Bohr como representación de la realidad, considerar el electrón como una partícula directa o los orbitales como un lugar físico.

En el caso de la didáctica de la espectroscopía, se tiene en consideración el trabajo de Peña Triana (2012) [35], pues presenta conclusiones de una unidad didáctica sobre el mencionado contenido, explicando que los estudiantes comprendieron mejor los conceptos al realizar experimentos sobre los conceptos estudiados y aumentaron su motivación y curiosidad de evidenciar línea espectrales al construir un espectroscopio casero. Hace hincapié en que la elaboración de instrumentos de prácticas de laboratorio de bajo costo, es un buen recurso para realizar prácticas de laboratorio realzando a la vez las destrezas de fabricación del alumnado.

Además para la enseñanza de la espectrometría, se tiene en cuenta el trabajo de Londoño Zea (2016) [21], pues su didáctica, centrada en trabajar contenidos procedimentales en las ciencias naturales, puede ser interesante para esta unidad, cómo enseñar de manera atractiva a usar el espectrómetro a los estudiantes, viéndose cómo el material didáctico desarrollado, se convirtió en procesos clave para el exitoso desarrollo de la didáctica. "*Mostraron gran interés y deseo de aprender de una manera diferente, llegando incluso a sorprenderse como con sus propios celulares y "tablets", podían*

trabajar ciencias, o que con sencillos y económicos materiales se podía construir un microscopio portátil y de buen rango de amplificación, donde prácticamente se podían llevar ese equipo a casa y en sus momentos libres explorar la naturaleza a través de la microscopia" (Londoño Zea, 2016, p-85) [21].

Es esencial, por tanto, indiferentemente del contenido, centrarse en aumentar la motivación y el interés del alumnado. La forma más coherente sería preparar sesiones educativas que los adolescentes percibieran como lúdicas y ociosas. Por los tanto, se debe de profundizar en el descubrimiento de los gustos de los jóvenes españoles de edades 12-16 años (secundaria obligatoria).

Esta edad mencionada, corresponde con una edad conflictiva e importante en el individuo, cuyas emociones condicionan notablemente el proceso de aprendizaje. Es por eso de radical importancia ver que emociones suscita en el estudiante la asignatura de Física y Química, para intentar, en caso de que las emociones no sean positivas combatirlas. En Dávila Acedo, M.A et al. (2016) [10] se menciona que los alumno/as experimenta emociones negativas en la resolución de problemas y en las exposiciones orales. Podría pensarse entonces, para hacer más distendido el ambiente del aula, introducir en la didáctica actividades, que aunque relacionadas con el contenido, provoquen en el individuo emociones positivas, como las que les provocan las actividades que considera como ociosas y en las que emplea su tiempo libre. En Varella Crespo et al. (2016) [41] y Muñoz Rodríguez y Olmos Migueláñez, (2010) [29] donde estudian el uso del tiempo libre de los adolescentes españoles, se concluye que es escuchar música la actividad (educativa) a la que más horas dedican (entorno a unas tres horas diarias). El alumnado de 1º y 2º dedica menos de una hora, mientras que los de 3º y 4º invierten más tiempo. En todos los casos el tiempo aumenta durante el fin de semana, que lógicamente, la disposición de tiempo libre es mayor. En cuanto al tipo de música que escuchan destaca la música pop, jazz, instrumental, tecno y disco, no existiendo diferencias entre niveles en cuanto a sus preferencias musicales.

En un estudio propio se estudió en binomio música-adolescentes en una población de 12-18 años de 29 jóvenes de la misma localidad del centro en el que se lleva a cabo la presente UD. Los resultados, se utilizaron para abordar y ambientar los contenidos. En primer lugar, se estudió el tiempo que los adolescentes ocupan escuchado música, viéndose que un 62% de la población escucha música entre una y tres horas al día y casi un 15% escucha música incluso más de tres horas al día. Además, casi la totalidad de la población confiesa escuchar música mientras estudia (40%), hace las tareas domésticas (60,7%) o realiza deporte (85,7%).Los fines de semana, el porcentaje de alumnado que escucha música durante más de 3 horas se duplica. Por tanto, queda de manifiesto que la música forma parte esencial de la vida y ocio de los adolescentes.

Por otro lado, se estudió con que aparato solían escuchar la música, mostrándose un favoritismo especial por el móvil, aunque, el 62 % de la muestra usa, además, la radio donde sintonizan mayoritariamente Los 40 Principales, Europa FM y "La Gozadera" Radio.

Los géneros musicales que destacan son Pop, Trap y Reggaetton, siendo apreciable el Flamenco. Entre los ídolos adolescentes destacan: Bad Bunny, Ozuna, Enrique Iglesias, Katy Perry, Pablo Alborán, Ariadna Grande, Beyonce, Malú …

Se centra por tanto la UD en incluir la música en las sesiones y relacionarla con los contenidos a estudiar para que las emociones que mejoran el aprendizaje de la materia sean positivos, creando un entorno cuasi lúdico.

Pues, "la música es una herramienta para conocer las posturas de los adolescentes ante determinados temas porque, a través de lo que escuchan, bailan o cantan, se expresan. La música permite al joven olvidarse de sus preocupaciones, estresores, tristezas… y lograr un estado de intimidad, experimentando a través de las canciones pensamientos y sentimientos. Constituye, además, un elemento para combatir la soledad y amenizar otras actividades como lectura, estudio, ejercicio…" (Benedito Monleón, 2010, p-136) [5].

2.2. Objetivos

Además de lo establecido en la legislación, cabe especificar que esta propuesta didáctica, está dirigida a alumnado de 1º de Bachillerato de la asignatura de Física y Química, con el que se pretende que el alumnado adquiera los contenidos teóricos y prácticos correspondientes a la Teoría de Dalton y el Análisis de Sustancias y teniendo en cuenta el entorno y contexto tanto del grupo donde se llevará a cabo la UD como del centro, se pretende conseguir:

-Una mayor motivación del alumnado.

-La dinamización de las sesiones.

-Aumento del protagonismo del alumnado en las sesiones, sin que los aprendizajes y destrezas que van adquiriendo en el transcurso de la UD pasen desapercibidos.

-Incrementar el interés por las Ciencias en general y la Física y Química en particular.

-Fomentar una rutina de estudio y trabajo de Ciencias en el aula y fuera de ella.

-Que el alumnado valore el trabajo científico que conlleva las mejoras en la tecnología.

-Provocar reflexión y lectura crítica, buscando realizar siempre la pregunta precisa para provocar debate.

-Dar importancia a los métodos de análisis (previo estudio a los parámetros característicos).

2.3. Contenidos

Los contenidos que se van a tratar en la presente planificación son los que aparecen en el Real Decreto 1105/2014 [37] para 1º de Bachillerato para el área de Física y Química, Bloque 2 (Aspectos cuantitativos de la química):

-Revisión de la teoría Atómica de Dalton.

-Métodos actuales para el análisis de sustancias: Espectroscopía /Espectrometría.

En cuanto a los contenidos didácticos que se pretenden son los siguientes:

-El átomo de Dalton

-Los modelos atómicos de Thomson, Rutherford Schrödinger y Bohr.

-La masa/carga del protón, electrón y neutrón.

-El número másico y número atómico de los elementos.

-Variaciones en la masa de los átomos: isótopos.

-La escala de masas atómicas (espectrómetro de masas)

-La radiación electromagnética: parámetros característicos (longitud de onda, frecuencia y periodo), espectro y energía de ionización.

-La interacción de la luz y la materia: espectro atómico y niveles energéticos.

-Detección del espectro luminoso

La jerarquización de los contenidos con los contenidos de unidades posteriores y contenidos de etapas anteriores, vertical y horizontal, se muestra en la Figura 1:

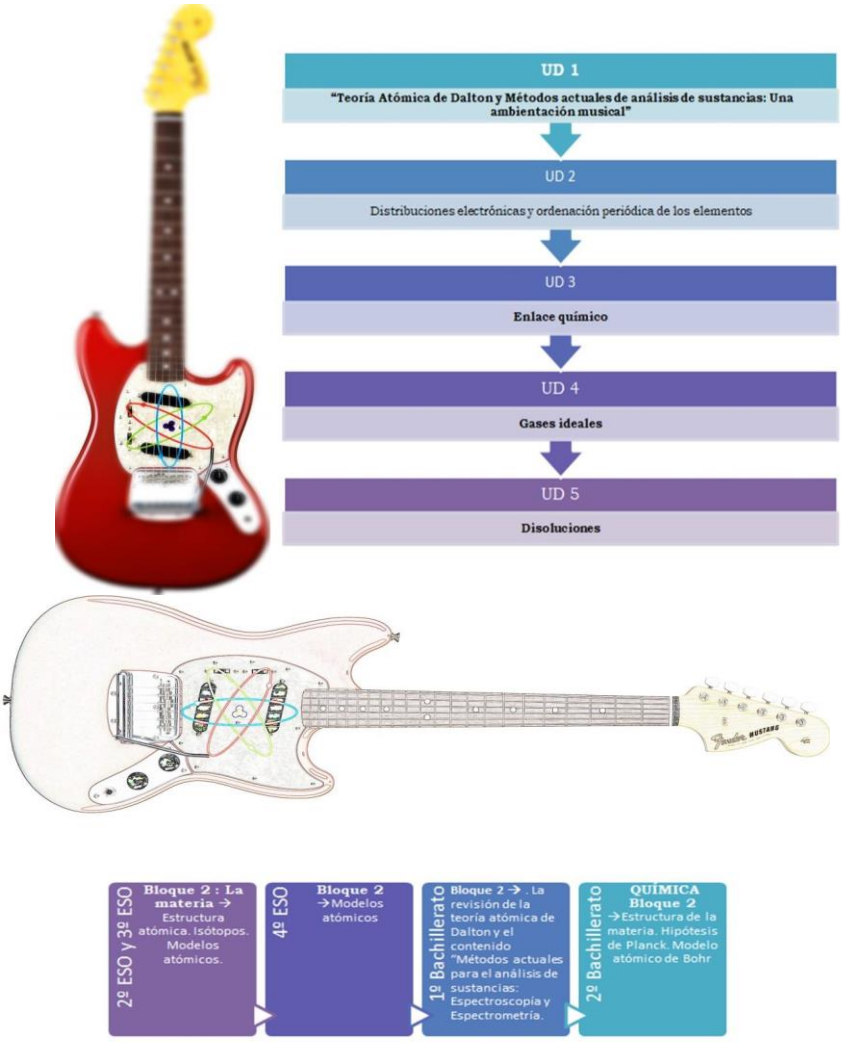


Figura 1. Jerarquización vertical y horizontal

2.4. Metodología

Esta propuesta se basa en la definición de metodología didáctica del *Real Decreto 1105/2014* [37] y apoyándose en la *Orden ECD/65/2015 (Anexo II)* [33] se extraen una serie de orientaciones metodológicas para desarrollar las competencias en el aula, que se usan en la presente didáctica. Se pueden extraer tres principios claves:

- La metodología seleccionada debe asegurar la enseñanza por competencias, ajustándose al nivel competencial del alumnado y con la motivación como factor clave.

- El alumnado tendrá una actitud "activa y autónoma, consciente de ser el responsable de su aprendizaje."

- La función principal de los docentes será "favorecer la motivación por aprender en los alumnos y alumnas y, a tal fin, los profesores han de ser capaces de generar en ellos la curiosidad y la necesidad por adquirir los conocimientos, las destrezas y las actitudes y valores presentes en las competencias"

Empleando como referencia los tres principios clave extraídos de la orden, el proceso de enseñanza-aprendizaje que se busca en esta unidad didáctica ha adaptado de manera personalizada los siguientes principios metodológicos Gutiérrez et al. (2013) [15], en los cuales se describe de manera detallada las estrategias empleadas en cada uno de ellos:

a) Principio de motivación.

La metodología que se aplique, debe asegurar que todo proceso de aprendizaje será precedido por una labor motivadora que lleve al alumnado a una situación propicia que facilite sus aprendizajes. Es necesario, por tanto, considerar los intereses y necesidades que sean capaces de transmitir para transformándolos en tareas concretas que pongan en marcha el desarrollo de sus competencias al nivel que ellos puedan conseguir.

Para trasladar este principio a la unidad didáctica se realiza en mencionado cuestionario para descubrir la música que concuerda con los gustos de alumnado de 12-16 años. También se estudió de qué manera llegaba esa música e ídolos a ser percibidos por los y las jóvenes (televisión, radio, internet…) o cuantas horas y en qué momentos usaban la música como recreo. La temática ha sido aplicada tanto para acompañar actividades, como para introducir contenidos, además de ser el centro de la tarea principal de la propuesta.

Por tanto, a lo largo de las distintas sesiones se emplean numerosos vídeos musicales que ayuden a introducir y a explicar de una forma mucho más lúdica e interesante el tema de la mecánica cuántica, y actividades como es por ejemplo la del "Enigma de los premios de la música" o "Súbeme la radio". Como se comentaba anteriormente, la tarea que se realiza a lo largo de la UD, denominada "El festival del átomo" relaciona el mundo de la música moderna con el mundo de la ciencia, tan alejados y con tantos recursos educativos por otra parte.

b) Principio de Actividad y Participación.

Se entiende como la intención de que el alumnado forme parte del desarrollo de su propio currículum y como consecuencia de su propio y autónomo aprendizaje.

Este principio se traslada a la unidad didáctica mediante la generación de actividades que promuevan el debate entre compañeros y compañeras, tanto en su propio grupo de trabajo como con el resto del grupo, aportando sus reflexiones, opiniones y, fomentando de esta manera el logro de una actitud proactiva y cambiando el sentimiento de pasividad de los alumnos. Además, en esta unidad se fomenta también la actividad y la participación del alumno mediante exposiciones orales en las dos últimas sesiones, en las que deba prepararlas y desenvolverse en público defendiendo el tema que le corresponde, de tal forma que el alumnado pueda sentir que es capaz de exponer ante un público y defender su trabajo delante de sus compañero/as.

c) Principio de Aprendizajes Significativos.

Este principio indica que la elaboración de conocimientos se basa, en la construcción de aprendizajes partiendo de los conocimientos previos más simples y las relaciones entre ellos, así como su proyección en la vida cotidiana y en el mundo laboral. Para relacionar este principio con la unidad didáctica que se elabora, las estrategias que se aplican empiezan por establecer una evaluación inicial, para comprobar el nivel del alumnado en el tema a tratar, dado que como se puede observar en el modelo de jerarquización horizontal la estructura atómica es un tema tratado desde la ESO hasta primero de Bachillerato.

Se tendrá en cuenta el conocimiento previo respecto al contenido que tendrá el alumnado:

-Si los alumnos han cursado 4º ESO con las trocales de opción distinta a Física y Química, sus conocimientos previos sobre el tema de estructura atómica, deberían ser los adquiridos en 3º ESO. Los contenidos relacionados con el tema presente aparecen en el Bloque 2. La materia del *RD 1105/2014* [37] y son: Los que cursaron la troncal de opción Física y Química, debieron estudiar además, los siguientes contenidos que aparecen en el Bloque 2. La materia para el curso de 4º ESO en el *Real Decreto 1105/2014* [37]:

Seguidamente, es fundamental que en la clase se trate de relacionar constantemente todos los conceptos introducidos, evitando así que el alumnado pueda desviarse de la consecución del tema, para lo cual el profesorado ha de conectar las sesiones. Se contextualizará la unidad didáctica con múltiples ejemplos y experiencias de la vida cotidiana que permitan al alumnado establecer esquemas de conocimiento jerarquizados y conectados fuertemente con sus conocimientos previos. En este sentido, habrá actividades de aplicación de los conocimientos que permitan al alumnado apreciar la evolución de la química atribuida a los modelos atómicos, distintos experimentos que sirvieron para establecer cada uno de los modelos y las conclusiones de los autores de modelos y teorías.

En lo referente al contenido, se procurará ir de lo general a lo particular, destacando los aspectos relevantes y relacionando el contenido siempre con los contenidos anteriores y posteriores.

d) Principio del aprendizaje autónomo.

Este principio metodológico tiene como función que el alumnado sea el motor de su propio aprendizaje, siendo el profesor el guía que oriente y dirija el proceso del aprendizaje con simples pautas y directrices.

Las estrategias metodológicas empleadas en este caso pueden evidenciarse en la tarea " El festival de átomo", donde se proponen actividades de lectura de textos científicos, donde el alumnado saque conclusiones y represente los modelos atómicos o sepa los requisitos para crear un dial de música a partir de sus propias conclusiones, video tutoriales para realizar una radio , realizando un listado de materiales y procedimientos propio de cada grupo de trabajo o construya un aparato para detectar el espectro luminoso a partir de unas pautas meramente dirigidas…

En consecuencia, para trabajar los contenidos y desarrollar las competencias es necesario plantear y diseñar diferentes actividades. Estas se pueden clasificar en distintos grupos en función de su finalidad (Gutiérrez et al. 2013)[15]:

- Actividades de presentación y motivación: con ellas se pretenden suscitar el interés y la participación del alumnado, así como para introducirlos en la nueva unidad didáctica.

- Actividades de conocimientos previos: son fundamentales, ya que permiten al docente conocer las ideas previas y opiniones del alumnado acerca de los contenidos a enseñar, y así adecuar la unidad didáctica al nivel real del alumnado, siguiendo la teoría constructivista.

- Actividades de enseñanza-aprendizaje: permiten que el alumnado adquiera los contenidos planteados a lo largo de las distintas sesiones, los trabaje y desarrolle, de acuerdo con la evaluación formativa continua.

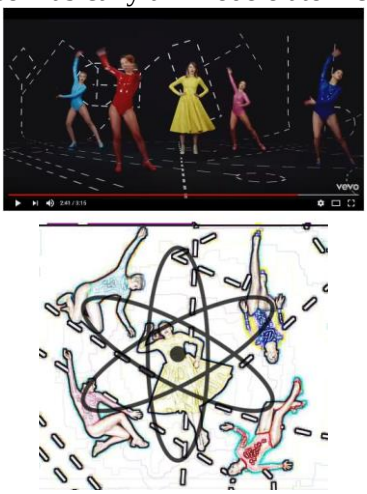
- Actividades de aplicación y consolidación: sirven para afianzar el aprendizaje de los contenidos y se diseñan en función de los ritmos de aprendizaje del alumnado. Por lo que sirven para atender la diversidad dentro del aula. Se pueden diferenciar: actividades de refuerzo, dirigidas al alumnado que le cuesta más aprender, y en las cuales se trabajan los contenidos establecidos en la unidad didáctica pero con un menor nivel de exigencia; y las actividades de ampliación dirigidas al alumnado más aventajado, las cuales tienen un mayor nivel de exigencia y permiten profundizar en los conocimientos una vez superados los objetivos didácticos planteados.

- Actividades de evaluación: se elaboran para evaluar el logro de los objetivos planteados, así como el proceso de enseñanza aplicado, con el fin de modificarlo si los resultados obtenidos no son satisfactorios.

-Actividades de ampliación y refuerzo: son actividades de refuerzo las basadas en el trabajo de capacidades básicas, que la mayor parte del grupo desarrolla mediante los procedimientos educativos convencionales. Mediante las actividades de ampliación se busca ir más allá de los contenidos.

Se trata de adaptaciones no significativas, pues las dificultades de aprendizaje que evidencia el alumnado no son muy importantes. No se precisa una organización diferente ni afecta a componentes esenciales del currículo.

En la Tabla 1, se resumen las características de las actividades que se proponen en este proyecto:

Actividades propuestas	Tipo de actividad	Competencias clave trabajadas*	Tiempo (min)	Breve descripción /Lugar de desarrollo
Cuestionario previo	Actividad de conocimiento previo	a) CMTT, b) CL, c) AA	15	-Cuestionario Inicial que servirá para comprobar el nivel en el tema que se presenta así como las ideas erróneas preconcebidas, para evitar confusiones. -Aula ordinaria
Juego "Tu conmigo, yo contigo"	Actividad de refuerzo	a) CMTM, b) CD, c) CSC, d) AA	15	-Cuando empieza a sonar la música, el alumnado (tema: Morat- Yo contigo, tu conmigo) debe de unirse a otro/as compañero/as de forma que formen compuestos. Una vez que dos o tres alumno/as hayan formado un compuesto deben de buscar otro grupo de compañero/os que hayan formado un reactivo o producto de la reacción. Termina el juego cuando la reacción está completa. -Aula ordinaria
"Spinning over you"	Actividadde presentación y motivación	a) CL, b) CMCT, c) CD,	10	-Para explicar el contenido básico "modelo" en Ciencias, se usa el videoclip del tema de REIKO (Figura 2) del mismo nombre de la actividad y se anima al alumnado a buscar las similitudes entre las imágenes del video musical y un modelo atómico.  Figura 2. Imágenes video música REIKO (**Fuente: www.vevo.com**) -Aula ordinaria
ACT1 (Tarea) Cuando la escultura se hizo arquitectura	Actividades de enseñanza-aprendizaje	a) CL, b) CMCT, c) AA, d) CSC , e) SCIE	45	-Lectura adaptada del artículo técnico-científico sobre la construcción del Atomium de Bruselas (Otto, 2008) [34] en el que por grupos el alumnado tendrá que responder cuestiones relacionadas y proponer ideas. -Aula informática
ACT2	Actividades de aplicación	a) CL,	50	-A cada grupo se le aporta un texto

(Tarea) Maquetas para todos	y consolidación	b) CMCT, c) AA, d) CSC , e) SCIE		adaptado diferente en el que deben de descubrir a qué tipo de modelo atómico y diseñar y realizar una maqueta con que lo represente. Adaptaciones extraídas de Garritz y Chamizo (1994) [14] y Luego (2016) [23]. -Laboratorio
"Súbeme la radio"	Actividad de refuerzo.	a) CMCT, b) CD, c) CSC	30	-Se introduce la sesión con un fragmento del tema Enrique Iglesias ft. Descemer Bueno, Zion & Lennox - SÚBEME LA RADIO en versión musical. Se espera a que algún alumnado reconozca los tonos musicales, a partir de la misma se explican los parámetros de onda,su detección y diferenciación (detalla posteriormente) -Aula ordinaria
ACT 3 (Tarea) Nuestro propio dial del festival	Actividades de enseñanza-aprendizaje	a) CL, b) CMCT, c) CD, d) CSC	25	-Actividad para que el alumnado descubra los requisitos legales de un dial de radio y se familiarice con parámetros de onda a partir de una adaptación de párrafos extraídos del *Real Decreto 123/2017*[36]. -Laboratorio
ACT 4 (Tarea) La radio sin pilas para seguir el festival…	Actividades de aplicación y consolidación	a) CL, b) CMCT, c) CD, d) AA , e) CSC	45	-A partir de un video tutorial (Maytalia, 2013) [24] (el alumnado descubre cómo realizar una radio "casera" para detectar las ondas de radio. Debe además realizar un listado con los materiales necesarios y el procedimiento a seguir, así como el coste de dichos materiales. -Laboratorio/Aula informática
"El enigma de los premios de la música"	Actividades de presentación y motivación	a) CL b) CMCT c) AA d) CSC e) SCIE	25	-Actividad para conocer el concepto de isótopo y espectrómetro de masa. Enunciado: *En una famosa gala de música, se programa darle unos premios a Antonio José y a Malú por sus respectivos últimos "singles". Resulta que a Antonio José le concederán un disco de Plata (10.000 copias) por "Me haces falta" y un disco de Platino (40.000 copias) a Malú por "Invisible".* *Justo en el momento de la entrega, el azafato, un poco patoso, tropieza rompiendo el distintivo que los diferenciaba. Ahora, no hay manera aparente de diferenciarlos. ¿Cómo pueden solucionarlo. Malú está muy enfada, se niega a poner en su vitrina*

				personal un disco de Plata, cuando ella se merece el de Platino… **Puede que haya una solución: El espectrómetro de masas…** -Aula ordinaria
ACT 5 (Tarea) Inmortalizar el momento	Actividades de aplicación y consolidación	a) CL b) CMCT c) AA d) CSC e) SCIE	95	- A partir de una lectura donde se dan pautas de construcción, cada grupo construye un aparato para detectar el espectro luminoso. -Laboratorio
¿Qué es más fácil, fotografiar una estrella de la música o un átomo?	Actividades de ampliación.	a) CL b) CMCT c) AA d) CSC e) SCIE	20	-Debate dirigido a partir de noticia de periódico: "Logran fotografiar un átomo" (Miembro de GDA, 2018) [27]. -Aula ordinaria
Presentación maqueta	Actividades de evaluación	a) CL, b) CD, c) AA, d) CD e) CSC	50	-Presentación de maqueta y evaluación propia y de sus compañero/as. -Aula ordinaria o laboratorio
Presentación aparato de detección	Actividades de evaluación	a) CL, b) CD, c) AA, d) CD e) CSC	50	-Presentación de aparato y evaluación propia y de sus compañero/as. -Laboratorio.

Tabla 1. Descripción de actividades *(CAA: aprender a aprender, CEC: conciencia y expresiones culturales, CMCT: competencia matemática y competencia básica en ciencia y tecnología, CSC: competencias sociales y cívicas, CL (comunicación lingüística) CD (competencia digital)

Para esta secuenciación se han planteado 10 sesiones, de la manera que aparece en la Figura 3:

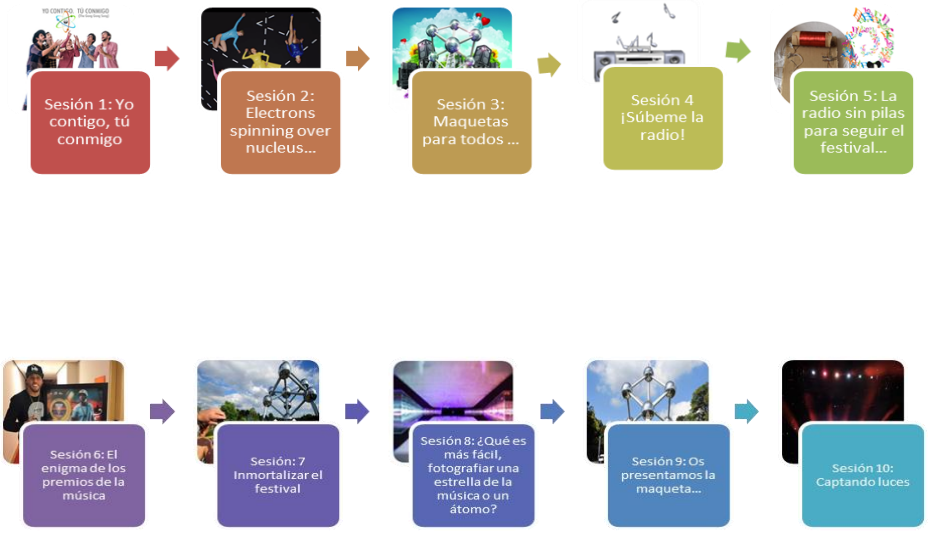


Figura 3. Secuenciación de las 10 sesiones

A modo de ejemplo se detallan las sesiones 4 y 5:

<table>
<tr><th colspan="2">Sesión 4: ¡Súbeme la radio!</th></tr>
<tr><td>Temporalización</td><td>55 minutos</td></tr>
<tr><td>Objetivos didácticos</td><td>-Conocer y comprender los conceptos frecuencia, longitud de onda, periodo y contante de Planck.
-Calcular la frecuencia a partir del periodo y viceversa y la energía de radiación a partir de la ecuación correspondiente.
-Apreciar la utilidad del espectro electromagnético y la energía de radiación en la vida cotidiana, la salud y la medicina.</td></tr>
<tr><td>Contenidos</td><td>-La radiación electromagnética: parámetros característicos (longitud de onda, frecuencia y periodo), espectro y energía de ionización.</td></tr>
<tr><td>Descripción de la sesión</td><td>(15 min)
Se introduce la sesión con un fragmento del tema Enrique Iglesias ft. Descemer Bueno, Zion & Lennox - SÚBEME LA RADIO en versión musical. Se espera a que algún alumno reconozca los tonos musicales y diferencie la melodía de la canción. Se explica el descubrimiento de la onda (luz y radio) y la radiación electromagnética. A partir de la modelización (material de aula) se definen los parámetros que caracterizan una onda. Se presenta la ecuación que relaciona la frecuencia y la longitud de onda y la ecuación de Einstein.
Se ponen extractos del videoclip oficial del tema anterior, donde se escucha la letra: Súbeme la radio que esta es mi canción, Siente el bajo que va subiendo
Se extrae el intervalo en el que la chica interacciona con la radio Figura 4. Se discuten qué parámetros intervienen al subir el volumen de una sintonía. (ACT 1)

[enrique iglesias - SUBEME LA RADIO (Official Video) ft. Descemer Bueno, Zion & Lennox

0.44 s -1.19 s 3.32- final , fuente:www.youtube.es
Figura 4. Imágenes del video musical usados en la actividad.</td></tr>
</table>

(15 min)

Empezamos la actividad con la pregunta **¿Cuál es tu dial de radio favorita? ¿En qué frecuencia la sintonizas?¿Qué significa?** Se explica que en realidad los diales son frecuencias en unidad de Herzios. Se elige una de las frecuencias de radio de un dial y se hace un ejemplo en pizarra, obteniendo los valores de longitud de onda, período y energía, a partir de la ecuación de Einstein. Cuestionario relacionado que se adjunta en la Figura 5.

CUESTIONARIO: ¡Súbeme la radio! ACT 2

1) Rellena la tabla a partir de los datos aportados, presentando las ecuaciones utilizadas y en las unidades adecuadas.

Cadena de radio	DIAL (GRANADA)	ν (Hz)	λ (angstrom)	T (s)
PRINCIPALES	95.4 FM			
LA GOZADERA	94.1 FM			
¡Vive la música!	105.2 FM			
maxima	103.3 FM			
EUROPA FM	99.5 FM			

2- Responde razonadamente y en lenguaje científico:

a)¿En qué se diferencia FM y AM?

b)¿Con qué parámetro característico de una onda se relaciona la estrofa de la canción de Enrique Iglesias?

Súbeme la radio que esta es mi canción
Siente el bajo que va subiendo

¿Quién piensas que tiene la voz más grave Enrique Iglesias o Zion? ¿Con qué parámetro puedes relacionarlo?

Figura 5. Actividad-cuestionario "Súbeme la radio"

(15 min)

Reordenación del alumnado en los grupos de trabajo. Se informa a los alumno/as de que se realizará la ACT3.

Lectura inicial de texto sobre requisitos legales. El alumnado señalará las palabras clave mientras lee y responde de forma breve a los apartados (a-d) de la Figura 6.

a) Señala las palabras clave

b) ¿A qué espectro se refiere el Real Decreto 123/2017? Las ondas de radio ¿en qué rango de longitudes de onda se sitúan?

c) ¿A qué crees que se refiere el texto cuando habla de interferencias?

d) Si queremos que el dial se pueda sintonizar en FM, ¿en qué intervalos de frecuencias estará? Debes usar el siguiente enlace del Ministerio de Industria , en el que clasifican las frecuencias en función de sus usos:http://www.minetad.gob.es/telecomunicaciones/espectro/CNAF/notas-UN-2017.pdf

-¿En qué unidades se expresan las frecuencias?

-Si quisiéramos que el festival se realizara en nuestra ciudad, ¿qué frecuencia elegirías? Debes buscar información de las frecuencias de las emisoras de tu ciudad y analizar donde tendría menos interferencias.

Figura 6. Apartados a-d de la ACT 3, que pertenece a la tarea "El festival del átomo"

(10 min)

Visualización de video (Editorial Educatemas, 2016)[11] cada grupo y descripción del camino que recorre el sonido. Figuras 7 y 8.

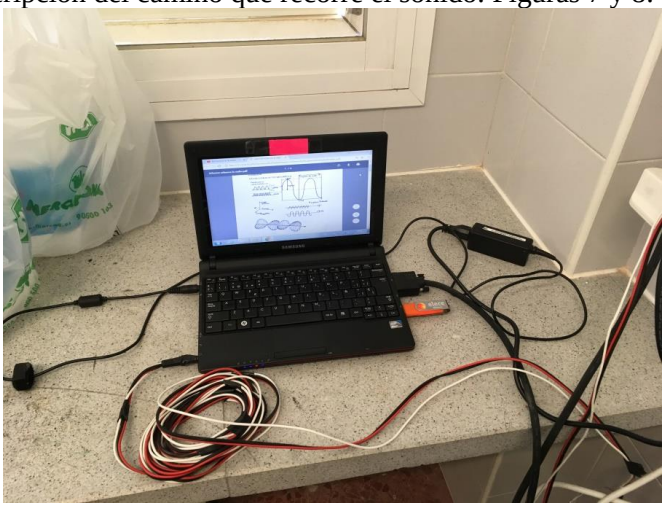


	Figura 7. TIC´s usados por la docente durante la sesión. Figura 8. Alumnado visualizando video del camino que sigue la luz.
Materiales	-Al menos un pc por grupo. -Material de aula -Radio/Pantalla
Gestión del aula	Laboratorio/Aula ordinaria con pantalla digital
Competencias	a) CL, b) CMCT, c) CD, d) CSC ,e) SCIE
Evaluación	-Se plantean criterios didácticos relacionados y vinculados con los criterios de evaluación. -Se usan rúbricas para evaluar, partiendo de los criterios didácticos

Tabla 2. Características sesión 4

Sesión 5: La radio sin pilas para seguir el festival…	
Temporalización	55 minuto
Objetivos didácticos	-Conocer y comprender los conceptos frecuencia, longitud de onda, periodo y contante de Planck. -Calcular la frecuencia a partir del periodo y viceversa y la energía de radiación a partir de la ecuación correspondiente - Apreciar la utilidad del espectro electromagnético y la energía de radiación en la vida cotidiana, la salud y la medicina
Contenidos	-La radiación electromagnética: parámetros característicos (longitud de onda, frecuencia y periodo), espectro y energía de ionización.
Descripción de la sesión	**(5 min)** Reordenación del alumnado en grupos de trabajo, introducción y breve a la ACT 4. TAREA EL FESTIVAL DEL ÁTOMO. Imágenes de la sesión 5 en el IES Montevives (Figura 9-13).

ACTIVIDAD 4: Se nos presenta un problema...El benefactor no tiene radio para escuchar el festival y no tendrá manera de constatar que se está llevando a cabo si no le fabricamos una. Como no tenemos materiales necesarios, llegamos a un acuerdo con él. Nosotros le decimos los materiales y el procedimiento detallado y un "manitas" de su personal lo construye. No olvides especificar ningún material ni ningún paso o estaremos perdidos. Para saber cómo construirla veremos un tutorial:

https://www.youtube.com/watch?v=3vnpnmJ5qCs

fuente:www.voutube.com

Figura 9. Imagen extraída del video tutorial de fabricación de la radio casera.

(25min)

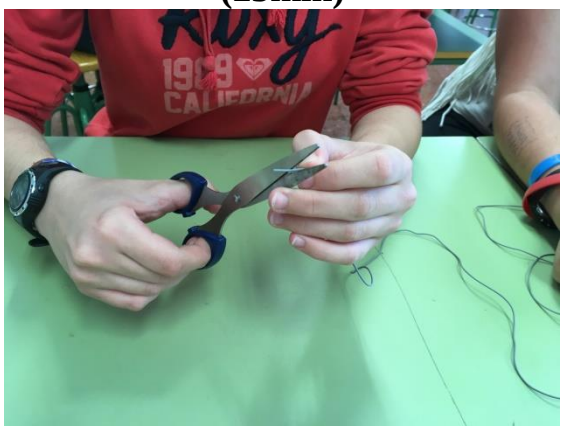


Figura 10. Alumno realizando una parte de la práctica de fabriación de radio "casera"

Figura 11. Alumnado detectando ondas de radio.

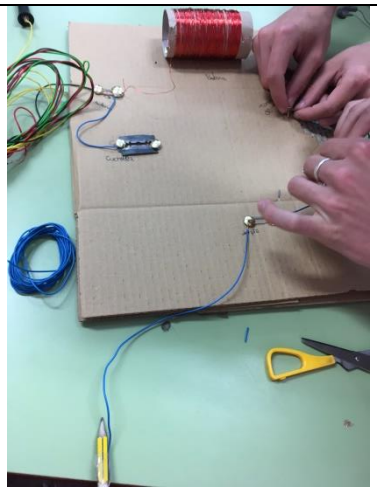


Figura 12. Radio “casera”

Figura 13. Prueba de radio”casera”

(15min)

Tabulación, transcripción de la información y evaluación del coste.

Materiales	Costo (€)	Procedimiento
• 1 • 2 • 3 • 4 • 5	• 1 • 2 • 3 • 4 • 5	

Figura 4. Tabla del cuaderno de trabajo en la que se debe incluir por parte del alumnado la información recogida.

Materiales	-PC -Cuaderno –Memoria- Trabajo -Materiales para realización de radio (trozo de cartón o madre, cable y cable de tierra, chinchetas, lápiz, cuchilla de afeitar, antena, cable cobre esmaltado, tubo de cartón)
Gestión del aula	Aula Informática (o habitual con un pc en cada grupo de trabajo)
Competencias	a) CL, b) CMCT, c) CD, d) AA ,e) CSC y f) SCIE
Evaluación	-Se plantean criterios didácticos relacionados y vinculados con los criterios de evaluación. -Se usan rúbricas para evaluar, partiendo de los criterios didácticos

Tabla 3. Características sesión 5

2.5. Evaluación:

Como se ha mencionado, y para finalizar el planteamiento del desarrollo de la programación que se presenta, cabe aclarar que la unidad consta por tanto de un tarea denominada "El festival del átomo" y de actividades auxiliares que son: el juego "Yo contigo, tu conmigo", el ejercicio de clase "El enigma de los premios de la música" y la actividad "Súbeme la radio". Dentro de la evaluación de la unidad tendrán el siguiente peso:

Calificación global		
Material	**PONDERACIÓN**	Contribución a las competencias desarrolladas: NIVEL 1-4,9: inicial 5-7,4: medio 7,5-10 avanzado
TAREA "EL FESTIVAL DEL ÁTOMO"	**60%**	
ACT "TÚ CONMIGO, YO CONTIGO"	**10%**	
ACT "SÚBEME LA RADIO"	**10%**	
ACT "EL ENIGMA DE LOS PREMIOS DE LA MÚSICA"	**10%**	
COMPORTAMIENTO	**10%**	

Tabla 4. Porcentajes de calificación global

Para calificar cada actividad se usan rúbricas que parten de los criterios didácticos que están vinculados con los criterios de evaluación.

En el caso de las actividades de exposición, cada alumno/a evalúa a los miembros de su grupo y a los de los demás grupos.

3. Resultados y discusión

La Unidad Didáctica que se presenta en estudio se lleva a cabo en diez sesiones donde se programa una tarea junto con otras actividades fundamentales para el desarrollo de los contenidos, teniendo como principal objetivo la motivación del alumnado y la capacitación del mismo en la competencia de Aprender a Aprender. Además de la propuesta, se ha podido poner en práctica en el aula de 1º de bachillerato del centro sito en Las Gabias, IES Montevives, dos de las sesiones que se proponen, sirviendo esto como instrumento de mejora para la adecuación del nivel programado al nivel real de los alumnos y alumnas de un instituto de educación secundaria.

Se buscaba por tanto la mejora del rendimiento escolar y las calificaciones de los y las estudiantes pretendiendo despertarles el interés en la Física y Química como asignaturas y como ciencias básicas.

Como se indica anteriormente se lleva a cabo las sesiones 4 y 5, que es una parte importante de la tarea “El Festival del Átomo.

Se tuvo la oportunidad de trabajar con un proyector, un portátil y un equipo de sonido para poner la música y el video. La adecuación del tiempo programado y el de realización no se desfasó demasiado.

Se realizará por tanto una modificación: evitar la repetir los cálculos de la tabla de parámetros característicos de la onda a partir de la frecuencia de diales “preferidos” en los que el alumnado por grupos perdió bastante tiempo en realizar operaciones muy reiterativas y dejando tiempo para la realización integral de radio sin batería, que en el momento de la programación estimé demasiado complicado y se ha podido evidenciar que no. Se estima oportuno mantener el apartado de costes de la última actividad para concienciar al alumnado del precio de la tecnología. Además, se valora como sustancial dedicar tiempo en hacer hincapié en la importancia que tiene el papel del científico en los avances tecnológicos y en los medios de comunicación, así como las facilidades que aporta a la vida diaria.

El resultado fue satisfactorio para los docentes a nivel personal, por ver materializado el trabajo de programación y observar al alumnado involucrado en la actividad y apreciando como positivo el resultado último conseguido por su trabajo grupal.

4. Conclusiones

La reflexión final pasa por constatar que los jóvenes aprendieron motivados al igual que la docente, que disfrutó de que su trabajo se plasmara en el aula. Se destaca el tiempo empleado en la preparación de la práctica (materiales y medios técnicos) que conllevó más tiempo que el empleado en la preparación de una sesión convencional. En el aula por otro lado, el alumnado adquirió los conocimientos que se pretendían a un ritmo similar a una sesión ordinaria (magistral y/o de problemas prácticos), según se pudo contrastar con el tutor de prácticas. Al alumnado le pareció interesante la propuesta y el tutor comentó que aunque las prácticas con contenidos de física eran poco atrayentes para el alumnado, esta práctica había sorprendido a los y las alumnas gratamente.

Las principal ventaja que se observa en la sesión práctica es que alumnado que tiene abandonada la asignatura y que se aburre en el desarrollo de las clases de Física y Química, se mostró activo manipulando las herramientas y materiales para la realización de la radio y contestando a las preguntas que surgen a partir de los temas musicales.

5. Referencias

[1] Arts Council England (2005).The Arts and Young People at Risk of Offending. London: Arts Council England

[2] Anderson, K. and Overy, K. (2010) Engaging Scottish young offenders in education through music and art, International Journal of Community Music, 3(1), 47–64.

[3] Arts Alliance (2010) What really works? Arts with offenders. London: Arts Alliance.

[4] Baker, S. and Homan, S. (2007) Rap, recidivism and the creative self: a popular music programme for young offenders in detention, Journal of Youth Studies, 10(4), 459–76.

[5] Benedito Monleón, M.C. (2010). Reflexiones en torno a la utilidad de la música en la terapia psicológica con adolescentes. Revista Española de Pediatría, 66(2),pp135-140.

[6] Bittman, B., Dickson, L. and Coddington, K. (2009) Creative musical expression as a catalyst for quality- of-life improvement in inner-city adolescents placed in a court-referred residential treatment program, Advances in Mind-Body Medicine, 24(1), 8–19.

[7] Cid Manzano, R. y Dasilva Alonso, G. (2012). Estudiando cómo los modelos atómicos son introducidos en los libros de texto de Secundaria. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 9 (3), 329−337.

[8] Daykin, N., de Viggiani, N., Moriarty, Y. and Pilkington, P. (2013) Music making for health, well-being and behaviour change in youth justice settings: a systematic review, Health Promotion International, 28(2), 197–210.

[9] Daykin, N., Orme, J., Evans, D. and Salmon, D. (2008) The impact of participation in performing arts on adolescent health and behaviour: a systematic review of the literature, Journal of Health Psychology, 13(2), 251–64.

[10] Dávila Acedo, M. A., Cañada Cañada, F., Sánchez Martín, J., & Mellado Jiménez, V. (2016). Emotions in learning physics and chemistry in secondary education. students related causes. [Las emociones en el aprendizaje de física y química en educación secundaria. Causas relacionadas con el estudiante]. Educacion Quimica, 27(3), 217-225. doi:10.1016/j.eq.2016.04.001

[11] Editorial Educatemas (2016, Noviembre 14). Así funciona: la radio[Archivo de video]. Recuperado de:https://www.youtube.com/watch?v=Uq4ulhKdc1I

[12] Finnäs, L. (1989b). How can musical preferences be modified? Bulletin of the Council for Research in Music Education, 102, 1-58.

[13] Furió Más, C.(2006). La motivación de los estudiantes y la enseñanza química: una cuestión controvetida, IV Jornadas Internacionales de Enseñanza Preuniversitaria y Universitaria de la Química. Educación química, 17, 222-227

[14] Garritz, A. y Chamizo, J.A., (1994). El modelo atómico nuclear. QUÍMICA (pp 73-91). México: Addison-Wesley Iberoamericana.

[15] Gutiérrez J., Moreno A., Gallardo M. A. y Sánchez, C. A. (2013). Guías del Practicum del Master Universitario de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas de la Universidad de Granada.Recuperado el 25 de mayo de 2017, de http://masteres.ugr.es/profesorado/pages/curso20162017/practicas/cuadernodepracticasgranada/%21

[16] Hallam, S., (2015), The Power of Music a research synthesis of the impact of actively making music on the intellectual, social and personal development of children and young people, Londres, Gran Bretaña, iMerc.

[17] Ho, W. (2002).Musical behavior of young Hong Kong students. Educational Research Journal, 17(2), 199-217

[18] Illescas-Martínez, J. (2017). El contenido del videoclip dominante como reproductor cultural e ideológico. Revista Mediterránea de Comunicación/Mediterranean Journal of Communication, 8(2), 85-104. https://www.doi.org/10.14198/MEDCOM2017.8.2.6

[19] Juslin, P. N., Liljeström, D., Västfjäll, D., Barradas, G., & Silva, A. (2008). An experience sampling study of emotional reactions to music: Listener, music, and situation. Emotion, 8(5), 668–683.

[20] Ley Orgánica 8/2013 del 9 de Diciembre para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE). Boletín Oficial del Estado, Madrid, España, 10 de Diciembre de 2013.

[21] Londoño Zea, L.F. (2016). Propuesta didáctica para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales en el grado 9° de la básica secundaria a través de actividades experimentales mediante el uso de las NTIC: Estudio de caso en la I.E. León XIII del municipio El Peñol. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias, Colombia, Medellín.

[22] López, M. y Zafra, L. (22 de Septiembre de 2017).¿Cuáles son las asignaturas más suspensas por la mayoría de los estudiantes?[Mensaje en un blog].Más que clases. Recuperado de http://www.masqueclases.es/asignaturas-mas-suspensas/

[23] Luengo, C. (19 de octubre de 2016), Química nuclear: Teoría Big Bang [Mensaje en blog]. Blogspot. Recuperado de http://quimicanuclear1.blogspot.com.es/

[24] Maytalia [ExpCaseros].(2013,junio19).Cómo hacer una radio casera(sin pilas)[Archivo de video]. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=3vnpnmJ5qCs

[25] McKagan, S.B. Perkins, K.K. Wieman, C.E. (2008). Why we should teach the Bohr model and how to teach it effectively. Physics Education Research. doi:4-010103.

[26] Meroni, G., Copello, M. I., & Paredes, J. (2015). Teaching chemistry in context. A dimension of didactics innovation at secondary education. [Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria].Educacion Quimica, 26(4), 275-280. doi:10.1016/j.eq.2015.07.002

[27] Miembro de GDA. Grupo de Diarios América.(14 de febrero de 2018). Logran fotografiar un átomo. La Nación. Recuperado de https://www.lanacion.com.ar/2109058-logran-fotografiar-un-atomo.

[28] Miles, A. (2004) What works in offender rehabilitation: revealing the contribution of the arts. In Cowling, J. (ed) Art for Art's Sake? Society and the Arts in the 21st Century. London: Institute for Public Policy Research

[29] Muñoz Rodríguez, J. M., Olmos Migueláñez, S. (2010) Adolescencia, tiempo libre y educación. Un estudio con alumnos de la ESO. Educación XX1, 13 (2), pp. 139-162 Universidad Nacional de Educación a Distancia Madrid, España.

[30] Natasa, L.E, Ionescu, E., (2015), Favorite Musical Styles, Emotional Intelligence and Adolescent' Personality, Procedia - Social and Behavioral Sciences ,187 , 83 – 87

[31] North, A. C., Hargreaves, D. J., & O'Neill, S. A. (2000). The importance of music to adolescents. British Journal of Educational Psychology, 70(2), 255–272.

[32] Orden de 14 de julio de 2016. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, Sevilla, España, 29 de julio 2016.

[33] Orden ECD/65/2015. . Boletín Oficial del Estado, Madrid, España, 29 de enero de 2015

[34] Otto, C. (2008). Cuando la escultura se hizo arquitectura. Atomium de Bruselas. Revista de Aparejadores y Arquitectos, 1(98), 57-60

[35] Peña Triana, J.Y. (2012).La espectroscopía y su desarrollo como una herramienta didáctica para comprender la estructura de la materia. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias, Bogotá.

[36] Real Decreto 123/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre el uso del dominio público radioeléctrico, 25 de febrero de 2017.

[37] 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, Madrid, España, 3 de enero de 2015.

[38] de Roeper, J. and Savelsberg, H.J. (2009) Challenging the youth policy imperative: engaging young people through the arts, Journal of Youth Studies, 12, 2, 209–25.

[39] Santos, L. (2006). Educação Musical nos anos iniciais do ensino fundamental: concepções eações coordenadoras pedagógicas escolares (Tesis de Maestría). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil. Recuperado de: http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=40462

[40] Thomson, C. A., Reece, J. E., & Di Benedetto, M. (2014). The relationship between music related mood regulation and psychopathology in young people. Musicae Scientiae, 18(2), 150–165.

[41] Varela Crespo, L., Gradaílle Pernas, R., & Teijeiro Bóo, Y. (2016). Ocio y usos del tiempo libre en adolescentes de 12 a 16 años en españa. [Free time and its uses by 12-to 16-year-old adolescents in -Spain] Educacao e Pesquisa, 42(4), 987-999. doi:10.1590/S1517-9702201612152404

[42] Västfjäll, D., Juslin, P., & Hartig, T. (2012). Music, subjective wellbeing, and health: The role of everyday emotions. In R. MacDonald, G. Kreutz & L. Mitchell (Eds.), Music, health & wellbeing (pp. 405–423). Oxford, UK: Oxford University Press.

[43] de Viggiani, N., Daykin, N., Moriarty, Y. and Pilkington, P. (2013) Musical Pathways: An exploratory study of young people in the criminal justice system engaged with a creative music programme. UWE, Bristol 28/6.13.Disponible en: http://eprints.uwe.ac.uk/21914/ (Último acceso 14 de Agosto de 2018).

[44] Wrench, P. and Clarke, A. (2004) Reducing re-offending and the potential contribution of the arts. In Cowling, J. (ed) Art for Art's Sake? Society and the Arts in the 21st Century. London: Institute for Public Policy Research.

[45] Zillman, D., & Gan, S. (1997). Musical taste in adolescence. In D. J. Hargreaves & A. C. North (Eds.), The social psychology of music (pp. 161–187). Oxford, UK: Oxford University Press.