

Facultad de educación

MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

Impresión 3D en Física y Química

3D printing in Physics and Chemistry

Alumna: Judit García González

Especialidad: Física y Química y Tecnología

Director: Ángel Cuesta García

Curso académico 2016-2017

Santander a 25 de septiembre de 2017

Resumen

Desde 1984 hasta la actualidad, la tecnología en impresión 3D se ha ido implantando poco a poco en todos los ámbitos sociales, los avances han sido notables en medicina, automoción, aeronáutica… Sin embargo, en educación su aplicación está siendo más lenta. Ni la administración ni los profesionales educativos son aún muy conscientes de las grandes posibilidades que ofrece esta tecnología en la enseñanza.

Este trabajo fin de máster pretende dar una pequeña visión de las posibilidades de aplicación de la impresora 3D y de los recursos que con ella se pueden fabricar para el desarrollo de la labor docente. Aunque puede ser válido para cualquier asignatura, este trabajo se centra en Física y Química, mencionando materiales para el desarrollo de actividades, y su relación con los contenidos, competencias, criterios y estándares de aprendizaje del currículo de Cantabria. También se realiza una pequeña reseña de actividades para otras materias.

Palabras clave: Enseñanza Secundaria, impresión 3D, Física y Química

Abstract

From 1984 to present, 3D printing technology has been gradually implemented in all social areas, with notable advances in medicine, automotive, aeronautics…However, its application in education has been slower. Neither the administration nor the educational professionals are still very aware of the great possibilities that this technology offers.

This final master's work aims to give a brief overview of the applications of 3D printers and the resources that can be made for teaching. Although it may be valid for any subject, this paper focuses on Physics and Chemistry, mentioning material for activities and their relationship with the contents, competences, criteria and learning standards of the Cantabria curriculum. There is also a small review of activities for other subjects.

Key words: Secondary Education, 3D impression, Physics and Chemistry.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN 1
2. MARCO TEÓRICO 2
2.1. Historia de la impresión 3D 2
2.2. Funcionamiento de la impresora 3D 5
2.3. Materiales para impresión 7
2.4. Diferentes aplicaciones de la impresión 3D 9
2.5. Programas de diseño 3D 11
2.6. Programas para convertir los diseños en archivos comprensibles para la impresora 12
3. LA IMPRESIÓN 3D EN EDUCACIÓN 14
3.1. Ventajas de la impresión 3D en educación 14
3.2. Inconvenientes de la impresión 3D en educación 15
3.3. La impresión 3D en centros educativos 16
4. ACTIVIDADES PROPUESTAS PARA FÍSICA Y QUÍMICA 21
TABLA PERIÓDICA CON PIEZAS TIPO PUZLE 22
TABLAS PERIÓDICAS PARA ESTUDIAR DISTINTAS PROPIEDADES: DENSIDAD, RADIO ATÓMICO, AFINIDAD ELECTRÓNICA 24
COPA DE PITÁGORAS 25
MODELOS ATÓMICOS 27
DIAGRAMA DE LEWIS 29
MOLÉCULAS 30
5. ACTIVIDADES PROPUESTAS PARA OTRAS MATERIAS 31
BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA 32
SISTEMA SOLAR Y LUNA 32
CÉLULAS ANIMAL Y VEGETAL 32
ADN 33
ÓRGANOS, HUESOS, ESTRUCTURAS DE ANIMALES 34
MATEMÁTICAS 35

TEOREMA DE PITÁGORAS 35
POLÍGONOS PARA FORMAR POLIEDROS 35
GEOGRAFÍA E HISTORIA 36
MAPAS POLÍTICOS DE DE PAÍSES, DE COMUNIDADES AUTÓNOMAS, PROVINCIAS… 36
MAPAS TOPOGRÁFICOS, DE RELIEVE, VOLCANES, ETC. 37
CONSTRUCCIONES, OBJETOS ARQUEOLÓGICOS, FÓSILES, ETC. 38
6. OPINIÓN DE DOCENTES 38
7. CONCLUSIONES 40
8. BIBLIOGRAFÍA 42
ANEXO 1: MATERIAL IMPRESO 45
ANEXO 2: RELACIÓN DEL MATERIAL CON EL CURRÍCULO DE CANTABRIA 58

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

La tecnología de impresión 3D (tres dimensiones) no está teniendo en el mundo educativo todo el auge que se podría esperar; su implantación en otros ámbitos como medicina e industria ha crecido en estos últimos años a grandes pasos, pero en educación es poco reconocida como herramienta de trabajo. Muy pocos centros educativos disponen de impresora 3D y son muy pocos los profesionales que sabrían cómo utilizarla y qué aplicación darle. Desde la administración no se ha dotado a los centros de esta infraestructura, aunque no resulta excesivamente cara. También sería necesario fomentar la formación de los docentes en la utilización y aplicación de este medio.

Según señala Marc Torras (Marc Torras, citado en Mundo Digital), la escasez de impresoras 3D en centros educativos no es debida al precio de las impresoras, sino al desconocimiento del profesor:

> *"Los profesores tienen mucho interés en introducir esta tecnología en el aula pero no están formados para su uso y no saben cómo utilizarlas aplicándolas a sus materias. Por ello es fundamental facilitarles detalladamente las posibilidades de uso que tienen las impresoras 3D, concretando y explorando las diferentes aplicaciones para cada una de las asignaturas y de los temas específicos."*

Al ser consciente de estas limitaciones en los centros educativos, se decidió enfocar el trabajo fin de máster (TFM) en la búsqueda, estudio e impresión de posibles materiales de fácil aplicación como recurso didáctico dentro de las aulas en diferentes asignaturas, especialmente en la de Física y Química por ser mi especialidad.

Los principales objetivos de este trabajo son:

- Demostrar que la impresión 3D es accesible para todo el profesorado.
- Facilitar al profesorado la página web donde se puede encontrar material educativo ya diseñado.

- Mostrar posibles actividades utilizando el material impreso en 3D como recurso motivador, de refuerzo y de desarrollo, adecuándolas al currículo de Cantabria.

- Comprobar la viabilidad de la impresión del material, analizando el tiempo y el coste económico que requiere.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Historia de la impresión 3D

Las impresoras 3D son máquinas capaces de crear figuras en tres dimensiones a partir de un modelo diseñado con ordenador mediante programas CAD (diseño asistido por computadora), consiguiendo una gran exactitud al modelo diseñado.

En 1976 se crean las impresoras por inyección de tinta (2D) y no será hasta 1984 cuando comienza a desarrollarse la impresión con materiales en tres dimensiones. Los avances en esta tecnología han sido muy importantes, siendo los principales hitos los siguientes (Escobar 2013):

- **1992. Fabricación de prototipos capa por capa.**

  La empresa 3D Systems desarrolló la primera máquina de impresión 3D de tipo estereolitográfico (SLA). Su funcionamiento está basado en un láser ultravioleta (UV) que, capa a capa, va solidificando un fotopolímero.

- **1999. Órganos de ingeniería traen nuevos avances en medicina.**

  Científicos del Instituto de Wake Forest de Medicina Regenerativa fabricaron una vejiga urinaria recubierta por células del paciente, lo que evita el riesgo de rechazo.

- **2002. Un riñón 3D en funcionamiento.**

  Científicos del Instituto de Wake Forest de Medicina Regenerativa diseñaron un riñón a pequeña escala funcional y capaz de filtrar sangre y producir orina diluida en un animal.

- **2005. Open-source colabora con la impresión 3D.**

  Se fundó RepRaP, un proyecto de código abierto cuya finalidad es fabricar una impresora 3D capaz de imprimir la mayoría de sus propios componentes.

- **2006. El SLS y la personalización en la fabricación en masa.**

  Se fabricó la primera impresora del tipo SLS (Sintetización de láser selectivo) viable. Esta máquina se basa en un láser que funde los materiales durante la impresión 3D.

  Además, en 2006 se creó la primera máquina que permite imprimir en múltiples materiales, entre los que se incluyen polímeros y elastómeros.

- **2008. La primera impresora con capacidad de auto réplica.**

  Se crea Darwin, la primera impresora 3D del proyecto RepRap que es capaz de imprimir la mayoría de sus componentes. Esto permite a los usuarios poder fabricar otras impresoras y poder reparar componentes de su propia impresora.

- **2008. Lanzan servicios de co-creación.**

  Shapeways lanzó la primera página web beta privada ofreciendo un servicio de co-creación. Esta página permite compartir diseños en 3D como objetos físicos de bajo coste a artistas, arquitectos y diseñadores.

- **2008. Gran avance en las prótesis.**

  Se desarrollaron prótesis a medida usando la impresión 3D. Este año se presentó la primera persona caminando sobre una pierna de prótesis impresa en 3D sin necesitar ningún tipo de montaje. Todas las partes,

como la rodilla, tobillo, pie…, fueron impresas en una única estructura compleja.

- **2009. Kits de impresoras 3D DIY entran en el mercado.**

  Comenzaron las ventas de kits de impresoras para montar de la mano de industrias MakerBot. Estos kits permiten a los compradores montar sus propias impresoras 3D a partir de los distintos componentes.

- **2009. De células a vasos sanguíneos.**

  Utilizando una bio-impresora 3D y la tecnología del Dr. Gabor Forgacs se consiguió imprimir el primer vaso sanguíneo.

- **2011. Primer avión impreso en 3D.**

  Se construyó, en la Universidad de Southampton, el primer avión no tripulado impreso en 3D. Fue impreso en siete días con un presupuesto de 7000€.

- **2011. Primer coche impreso en 3D.**

  Kor Ecologic presentó Urbee, un prototipo de coche con toda su carrocería diseñada e impresa en 3D. El objetivo es su eficiencia tanto en consumo de gasolina como en su coste de producción.

- **2011. Impresión en oro y plata.**

  Materialise fue la primera empresa que ofreció impresión 3D para oro de 14 quilates y plata de ley, permitiendo a los joyeros expandir el mercado con diseños más baratos.

- **2012. Primer implante de prótesis de mandíbula impresa en 3D.**

  Doctores e ingenieros holandeses implantaron una prótesis de mandíbula personalizada a una mujer de 83 años, usando una impresora 3D diseñada específicamente para este tipo de prótesis. Además, se está estudiando esta tecnología para promover el crecimiento de nuevo tejido óseo.

2.2. Funcionamiento de la impresora 3D

La mayoría de las impresoras 3D basan su funcionamiento en la fabricación aditiva, es decir, en imprimir los objetos capa a capa, hasta conseguir construir el objeto completo. Este método tiene ventajas sobre el método tradicional de fabricación. Por ejemplo, se puede construir de una sola vez productos que contienen partes móviles o incluso con objetos en su interior. Además, como se procesan con pequeñas capas a partir de un diseño digital, se pueden fabricar objetos sin necesidad de usar un molde. Esto permite producir una única unidad a partir de un diseño digital, abaratando costes, pues ahorra tener que comprar equipos muy caros para imprimir un único diseño.

Existen básicamente tres formas diferentes de impresión en 3D, aunque hay algunas variaciones: modelado por deposición fundida, estereolitografía, y sintetización de láser selectivo. A continuación se explica brevemente cada una de ellas (ver por ejemplo Steenhuis & Pretorius 2015 para más información):

Modelado por deposición fundida o FDM también llamado **fabricación por filamento fundido o FFF.** Un filamento de polímero se calienta y se extrude mediante una boca de salida llamada también extrusor. Va creando el objeto capa a capa, depositando el polímero fundido sobre la capa anterior, hasta completar el objeto sólido. Esta técnica puede ser usada también con otros materiales, como metales, madera, o incluso chocolate. Suele ser la técnica más empleada en las impresoras domésticas, al ser la técnica de menor coste.

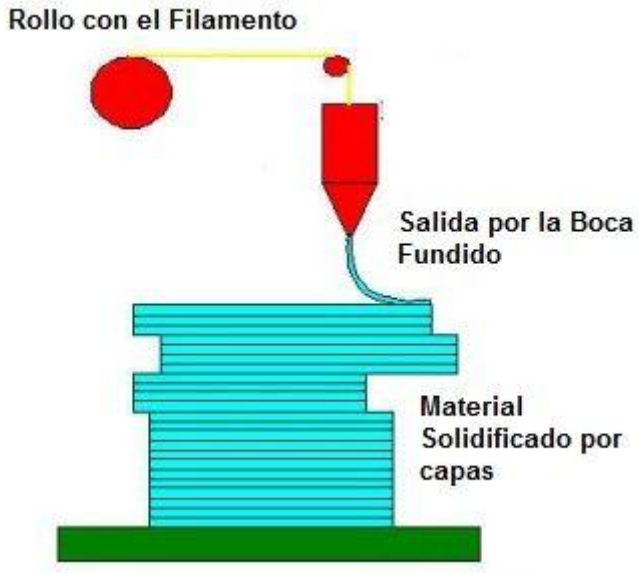


Figura 1. Impresión por deposición fundida.
Crédito: http://www.areatecnologia.com/informatica/impresoras-3d.html

Estereolitografía (SLA) también llamada **fotosolidificación.** Construye objetos capa a capa a partir de una resina de polímero líquida, que se endurece al usar luz ultravioleta. Este proceso es bastante diferente al FDM. Se parte de un contenedor con la resina del fotopolímero. La cama de impresión se sitúa cerca del borde superior del contenedor, de forma que sólo una pequeña capa de líquido está por encima. Esta capa se expone a la luz, normalmente de un láser, que la solidifica con la forma deseada para la primera capa del objeto. La cama de impresión se baja una pequeña fracción de forma que otra capa pequeña de resina queda por encima del material que se acaba de endurecer, y el proceso se repite hasta completar el objeto.

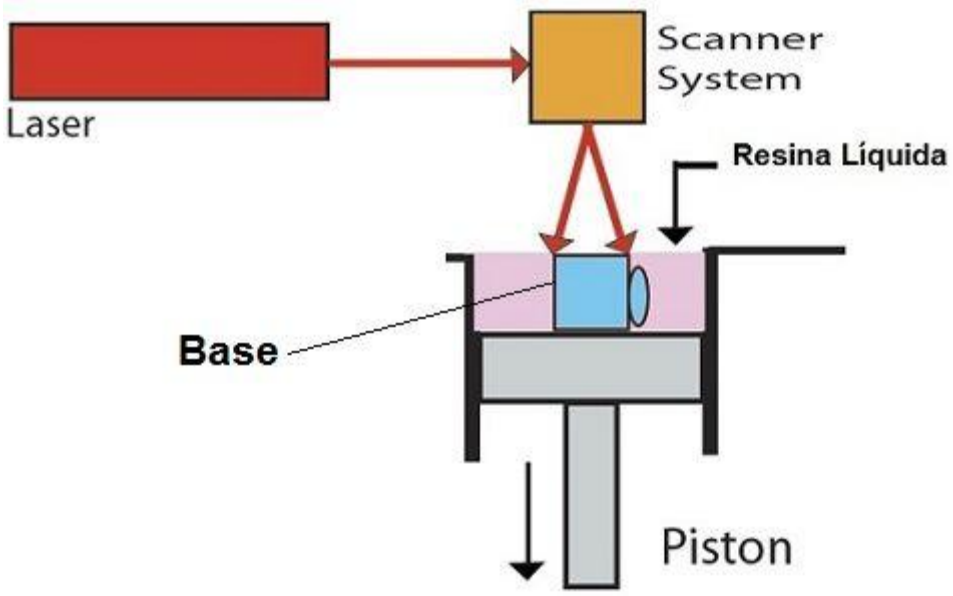


Figura 2. Impresión por estereolitografía.
Crédito: http://www.areatecnologia.com/informatica/impresoras-3d.html

Sintetización de láser selectivo o SLS. Esta técnica de impresión 3D es muy parecida a la estereolitografía, pero en lugar de un líquido, usa un material en polvo. El láser funde el material compactándolo capa a capa. El proceso es el mismo que la estereolitografía con la diferencia que el material que baña la cama de impresión es polvo en lugar de una resina líquida.

2.3. Materiales para impresión

Existen multitud de materiales diferentes (más de 200) que pueden ser utilizados con las impresoras 3D. Dentro de estos materiales se encuentran productos orgánicos como ceras, alimentos, tejidos, células…; metales como aluminio, acero inoxidable…; materiales cerámicos como grafito, zirconio…; y polímeros como ABS, poliamida, policarbonato….

Las impresoras usadas con fines educativos y las impresoras domésticas utilizan los polímeros como material de impresión. Algunos de más utilizados son los siguientes:

- **ABS (acrilonitrato butadieno estireno)**

  Es uno de los termoplásticos más usados en la impresión 3D. Es un material muy tenaz, duro y rígido, con resistencia química a la abrasión y soluble en acetona. La impresora necesita contar una cama caliente de impresión, para poder obtener la estabilidad necesaria para usar este material. Es un material no biodegradable y sufre con la exposición a los rayos UV. Además, genera gases nocivos durante la impresión, siendo necesaria una buena ventilación durante su utilización. Con este material se fabrican las piezas de LEGO.

- **PLA (ácido poliláctico o poliláctido)**

  Es un material biodegradable, de origen natural elaborado a partir de maíz, patata o caña de azúcar. No necesita base caliente para su impresión y no emite gases tóxicos. La textura final es menos suave que la del ABS y es menos resistente. Sin embargo, las piezas resultan más brillantes y es más fácil la fabricación de ángulos que con las impresas con ABS.

- **PLA + madera**

  Es un filamento de PLA al que se le incorpora un porcentaje (el porcentaje depende del fabricante) de madera natural. Permite imprimir objetos con cierto parecido a la madera, por lo que es utilizado para imprimir maquetas, réplicas escultóricas…

- **ABS Fireproof**

  Se trata de un material ignífugo recomendado para recubrimientos o carcasas para proteger circuitos eléctricos o elementos con riesgo de generar incendios.

- **Termoplástico elastómero**

  Se trata de un material elástico, con una base de poliuretano, capaz de sufrir alargamientos moderados y volver a su forma original. Este filamento no funciona bien con altas velocidades de impresión.

Para la impresión de los materiales presentados en este trabajo, únicamente se ha utilizado filamento PLA, por tratarse de un material más económico, biodegradable y, sobre todo, por no emitir gases nocivos durante la impresión.

2.4. Diferentes aplicaciones de la impresión 3D

Actualmente se están desarrollando gran cantidad de aplicaciones de las impresoras 3D en campos muy diferentes: alimentación, aeronáutica, deportes, educación, medicina… A continuación se enumeran algunas de estas aplicaciones (ver por ejemplo Fontrodona Francolí & Blanco Díaz, 2014, para una lista más extensa):

- **Alimentación**

  Natural Machines ha fabricado la primera impresora 3D de alimentos, llamada Foodini. Esta impresora permite imprimir ingredientes frescos, salados o dulces. Es útil para llevar el control nutricional de personas con problemas alimenticios.

- **Ámbito doméstico**

  Se pueden imprimir juguetes, ornamentos, incluso se pueden diseñar e imprimir piezas de diferentes aparatos para los cuales sea difícil encontrar recambios.

- **Aeronáutica**

  Boeing utiliza la impresión 3D para fabricar unas 200 piezas para 10 tipos de aeronaves diferentes.

  Airbus utiliza también la impresión 3D para producir componentes para sus aeronaves.

  Hay estudios que demuestran que utilizando la técnica de impresión 3D SLS con polvo de titanio se obtienen componentes de satélites o aviones tan resistentes como los fabricados tradicionalmente, pero usando únicamente un 10% de la materia prima.

- **Automoción**

  Empresas de automóviles de lujo fabrican piezas personalizadas a gusto del cliente usando la impresión 3D.

  La empresa 3TRPD ha conseguido una caja de cambios para coches de carreras un 30% más ligera que las tradicionales usando la impresión 3D.

- **Educación**

  En el ámbito educativo también se utiliza la impresión 3D. Las aplicaciones en este ámbito se desarrollarán posteriormente con más detalle.

- **Electrónica**

  Se utiliza la impresión 3D para producir componentes electrónicos pasivos, como resistencias, conductores, inductores, etc.

- **Deportes**

  El equipo japonés de esgrima ganó la medalla de plata en los Juegos Olímpicos de 2012 con armas cuyos mangos estaban creados a medida mediante impresión 3D.

  Las escuderías de Moto GP y Fórmula 1 diseñan y fabrican piezas específicas según las características de cada circuito.

- **Medicina y biología**

  La empresa belga Materialise imprime implantes diseñados a medida para cada paciente y más ligeros que los mecanizados.

  En el Fab Lab de San Diego desarrollan prótesis personalizadas de piernas o incluso de manos con dedos articulados.

  Ingeniería de tejidos en el Instituto de Bioingeniería de Cataluña. Se crean andamios mediante impresión 3D en cuyo interior crecen las células. Al retirar el andamio, se obtiene el tejido. Con la impresión 3D

se construyen andamios mucho más precisos que mediante otras técnicas.

- **Moda, joyería, calzado y complementos**

  Existen diferentes empresas que venden diseños de moda y complementos fabricados con impresión 3D, como Continuum, Shapeways, Nervous…

- **Proyectos artísticos y singulares**

  Muchos artistas internacionales, como Neri Oxman o Eric Van Straaten, realizan sus creaciones mediante impresión 3D.

2.5. Programas de diseño 3D

Para poder imprimir objetos en 3D es necesario disponer del diseño. Existen páginas de internet en las que se pueden encontrar ya realizados, disponibles para descargar de manera gratuita. Una de las páginas con más cantidad de diseños es Thingiverse (www.thingiverse.com), creada en noviembre de 2008 como una base de datos que permite compartir diseños, poniéndolos a disposición de la comunidad de usuarios. Actualmente contiene más de dos millones y medio de diseños. Es necesario estar registrado para poder compartir diseños, pero es posible descargar modelos sin necesidad de registro previo, por lo que no es necesario aprender a diseñar para beneficiarse de las ventajas de la impresión 3D. También es posible modificarlos usando para ello cualquiera de los programas de diseño 3D disponibles.

Son numerosos los programas de diseño en 3D, tanto gratuitos como de pago. Algunos de los programas gratuitos son: 123D Design, SculptGL, TinkerCAD, FreeCAD, OpenSCAD... Existen también programas de diseño con versión sencilla gratuita y una versión Pro de pago, como StetchUp, 3D Slash, Clara.io… Y programas como AutoCAD, CATIA, Rhino3D, Onshape… de pago.

TinkerCAD (www.tinkercad.com) es uno de los programas más utilizados en colegios e institutos por su fácil manejo y ser gratuito. Es una herramienta sencilla de diseño y modelado 3D basada en navegador, es decir, es necesaria

una conexión a internet. Se necesita un registro previo y no es necesario descargar ningún programa. Tiene la ventaja de que todos los diseños creados con TinkerCAD son almacenados en la nube, lo que permite acceder a ellos desde cualquier dispositivo con internet.

TinkerCAD fue fundado en 2011 por Kai Backam y Mikko Mononen con la intención de ofrecer la primera plataforma de diseño en 3D gratuita basada en navegador. Posteriormente, en junio de 2013, fue comprada por Autodesk. Actualmente existen más de 4 millones de diseños creados usando TinkerCAD, la mayoría de ellos compartidos de forma gratuita, que se pueden descargar para imprimirlos o modificarlos.

El funcionamiento de TinkerCAD es sencillo. Dispone de diferentes formas básicas llamados bloques de construcción, que son utilizadas para añadir o quitar material (forma de hueco). Cada forma se puede mover, girar, ajustar al tamaño deseado y desplazar por todo el plano de trabajo. También dispone de la opción de alinear objetos, permitiendo centrarlos o alinearlos a un lado. Por último se puede agrupar un conjunto de formas y trabajar con ellas como si de un único objeto se tratase.

Estos conceptos son fáciles de entender para los alumnos, tras realizar algún ejemplo guiados por el profesor. Al no haber podido realizar ninguna actividad de diseño con los alumnos del instituto, he asistido a un campamento de verano de la academia Nakama STEAM college (www.nakama-steamcollege.com) sobre robótica e impresión 3D, de una semana de duración. En este campamento, dirigido a alumnos entre 8 y 12 años, TinkerCAD fue la herramienta utilizada para diseñar en 3D, permitiéndome comprobar que es factible realizar actividades y proyectos en los cuales los alumnos tengan que diseñar los objetos que posteriormente se imprimirán.

2.6. Programas para convertir los diseños en archivos comprensibles para la impresora

Los programas de diseño 3D, como TinkerCAD, permiten guardar los diseños con el formato de archivo STL (Estereolitografía). Es necesario usar programas

que conviertan estos archivos STL en un formato comprensible para la impresora, normalmente el formato G-code. Este formato indica a la impresora las instrucciones sobre dónde debe moverse, la velocidad a la que lo tiene que ejecutar, y qué trayectoria tiene que seguir.

Programas gratuitos como Slic3r o Cura, o programas de pago como Simplify3D suelen ser utilizados para obtener los archivos G-code. Estos programas dividen el diseño en capas, de forma que el archivo G-code final contiene la información capa a capa. Estos programas disponen de gran cantidad de parámetros que se pueden configurar, como el tamaño de la capa, el porcentaje de relleno, el grosor de las paredes del objeto, el material con el que se imprime, la velocidad de impresión (a menor velocidad, mayor calidad), si se quieren crear las figuras con soportes o sin soportes… Pero no es necesario modificar estos parámetros cada vez que se realice una impresión.

Como cada impresora es diferente, es necesario introducir las características de esta en el programa. Cura, por ejemplo, contiene los perfiles de una gran cantidad de impresoras disponibles en el mercado. Además, dispone de un modo sencillo de uso en el cual las opciones modificables son: el material con el que se va a imprimir, la calidad (alta, normal o baja), la cantidad de relleno (hueco, ligero, denso o sólido), si se desea usar soportes y si se necesita crear una superficie de adhesión al imprimir. Estas opciones se pueden ver en la parte de la derecha de la siguiente figura, que muestra una captura de pantalla del programa Cura.

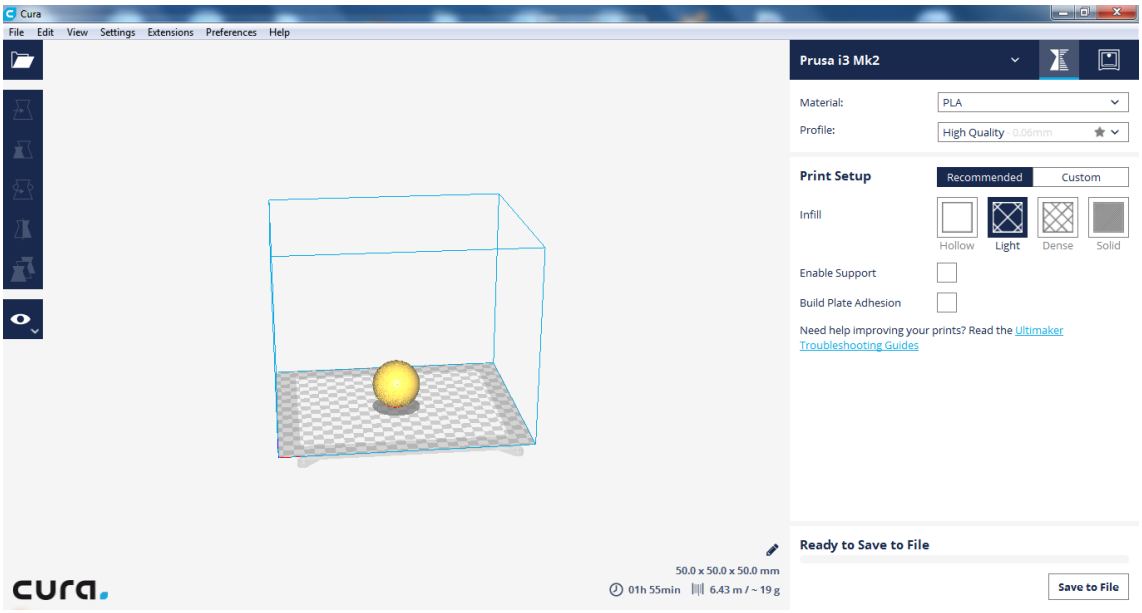


Figura 3. Captura de pantalla del programa Cura.

3. LA IMPRESIÓN 3D EN EDUCACIÓN

3.1. Ventajas de la impresión 3D en educación

Según el director general de la empresa EntresD, Marc Torras, las principales ventajas de las impresoras 3D en educación son las siguientes (Marc Torras, citado en Mundo Digital):

1. Fomentan la creatividad y la capacidad de resolver problemas.
2. Generan más participación.
3. Captan el interés de los estudiantes.
4. Facilitan la tarea del docente.
5. Promueven la colaboración entre diferentes materias y departamentos.

Como indica Diego García, maestro con experiencia en la impresión 3D en el aula (entrevista disponible en el blog de Fernando Trujillo), las principales ventajas de la impresión 3D no son evaluables; afectan a la motivación y a la actitud del alumnado:

“Depende, ya que como te comentaba, normalmente solo queremos pesar el pollo y a lo mejor no es solo pesar el pollo sino mirarles a la cara. Es un cambio en su actitud a la hora de estar en clase, de cómo ven que de la impresora va a salir un objeto, que de algo que han creado ellos sale algo físico real.

Depende de qué te pongas a evaluar y lo que evalúes en general. Se evalúa de forma global y competencial. Pienso que no puedes evaluar todo el aprendizaje que conlleva el uso de esta tecnología y todo lo que lo rodea. Lo que sí se puede observar es que lo echan de menos y es algo que los motivaba, incluso queriendo volver al colegio y seguir trabajando con esta tecnología.”

Además de todos los aspectos mencionados, hay que reconocer que un objeto tridimensional con la posibilidad de su manipulación, es un elemento motivador que favorece el aprendizaje en todos los alumnos, especialmente para la adquisición de los conceptos más abstractos. También hay que tener en cuenta que en las aulas puede haber alumnos con necesidades especiales, por ejemplo, dificultades visuales. Un material manipulativo sería la mejor forma de aprendizaje en estos casos. Por ejemplo, se podría imprimir una Tabla Periódica en la que el símbolo de los elementos apareciera en braille.

3.2. Inconvenientes de la impresión 3D en educación

El principal problema de las impresoras 3D es el elevado tiempo de impresión, incluso para piezas relativamente pequeñas. Además, el tamaño máximo de los objetos depende de la cama de impresión, por lo que es necesario dividir en piezas los diseños más grandes. Aumentar el tamaño de la cama de impresión supone un aumento en el coste de la impresora.

Otra desventaja de las actuales impresoras 3D es que permiten imprimir con un único filamento a la vez; cada pieza solo puede realizarse en un color. Existen impresoras con dos extrusores que permiten la impresión con dos materiales o dos colores para el mismo objeto, pero es una tecnología aún de alto coste. Se están empezando a desarrollar impresoras que combinan la impresión de

chorro de tinta y FFF, lanzan chorros de tinta entre capa y capa, permitiendo imprimir en 3D en 16 millones de tonos (Bernabé 2017), pero es una tecnología novedosa y aún muy cara.

Es de suponer que en los próximos años todos estos problemas quedarán solventados siendo mucho más accesible para el mundo educativo.

3.3. La impresión 3D en centros educativos

Son múltiples las utilidades que tiene la impresión 3D en el ámbito educativo, desde proyectos de diseño largos y complejos, hasta sencillo material utilizado como complemento para la comprensión o afianzamiento de conceptos.

La impresión 3D se puede usar prácticamente en todas las asignaturas. Por ejemplo, en matemáticas para mostrar diferentes cuerpos geométricos, gráficas en 3 dimensiones, teorema de Pitágoras…; en física y química para mostrar estructuras cristalinas, modelos atómicos, orbitales atómicos…; en geografía para mostrar mapas topológicos, mapas físicos y políticos…; en historia para mostrar objetos arqueológicos, fósiles, monumentos…; en cultura clásica para mostrar diversos monumentos griegos y romanos, esculturas…; en tecnología para que los alumnos realicen sus propios diseños…; en biología para mostrar los diferentes órganos, huesos, orgánulos celulares…; en plástica los alumnos pueden diseñar, imprimir y después pintar sus creaciones…

Según el informe internacional *NMC Horizon 2015 Higher Education Edition* (Johnson et al. 2015a) sobre nuevas tecnologías en la educación universitaria, en los próximos años el uso de la impresión 3D será generalizado en la universidad. Respecto a la enseñanza secundaria, el informe internacional *NMC Horizon 2015 k-12 Edition* (Johnson et al. 2015b) indica que se implantará su uso en los próximos dos o tres años.

Ya en el año 2002 la Universidad de Illinois realizó un estudio sobre la aplicación del prototipado rápido para mejorar la visualización espacial de los estudiantes de ingeniería (Czapka, 2002). Otras universidades de EEUU, como la de Alabama y la de Nevada, han incorporado en sus bibliotecas servicios de impresión 3D (Scalfani & Sahib, 2013).

Uno de los aspectos más importantes de la impresión 3D en educación es la posibilidad de explorar objetos que no están disponibles en las universidades. Por ejemplo, los alumnos de antropología de la Universidad de Miami estudian réplicas de objetos frágiles, como vasos egipcios, que han sido previamente escaneados e impresos en 3D en la propia universidad. Similarmente, los estudiantes de geología de la Universidad Estatal de Iowa examinan réplicas en 3D de fósiles, cristales y minerales, sin riesgo de dañar los objetos originales (Johnson et al. 2014).

En institutos de secundaria de EEUU también se está implantando la impresión 3D. Por ejemplo, en el Mt. Blue High School de Maine, los estudiantes han utilizado una impresora 3D para crear una instalación artística para ayudarles a demostrar su comprensión de los conceptos de la novela gráfica "*Watchmen"* (Pannoni 2014). Otro ejemplo a destacar es el del instituto Clover Hill High School en Virginia, donde los estudiantes manejaron réplicas en 3D de pelucas y pipas de la época de la Guerra Civil. Los alumnos apreciaron el valor histórico de los modelos y mostraron un profundo interés en aprender más sobre los objetos presentados (Mccuistion 2013).

España también está apostando por la impresión 3D. Por ejemplo, Samsung ha equipado con impresoras 3D a tres colegios públicos de Madrid, Segovia y Zaragoza, dentro de su programa de competencias digitales Samsung Smart School. Por otra parte, la Comunidad de Madrid ha sido la primera en anunciar que más de 300 Institutos de Educación Secundaria contarán con una impresora 3D en los próximos años.

En las universidades españolas se está empezando a implantar la impresión 3D, siendo un ejemplo el proyecto de innovación de Sanz Gil (2017), comentado posteriormente. Poco a poco esta tecnología se va implantando también en institutos y colegios españoles, aunque es más difícil encontrar bibliografía ya que en la mayoría de centros los proyectos no son publicados.

Para poder valorar las posibilidades de la impresión 3D en la educación, de la Torre-Cantero et al. (2015) crearon réplicas de patrimonio escultórico y realizaron una actividad de divulgación con 141 alumnos entre 1º y 4º de la ESO y 12 profesores. Tras la actividad, todos los participantes rellenaron una

encuesta para valorar su opinión sobre la creación de réplicas en educación. Torre-Cantero et al. observaron que la mayoría de profesores y alumnos encontraron útiles las réplicas para ayudar al proceso de formación (4.25 y 4.00 sobre 5.00) y la valoración de la impresión 3D para incorporarla en el aula también fue buena (4.00 y 4.28 sobre 5.00) .

A continuación se comentan ejemplos concretos de utilización de la impresión 3D en España: en un colegio de primaria, en dos institutos de secundaria y en una universidad.

CEIP Federico García Lorca de Güevéjar

El CEIP Federico García Lorca de Güevéjar (Granada) desarrolla desde el curso 2013/2014 proyectos de impresión 3D con los alumnos de 5º y 6º de primaria. El responsable es Diego García, maestro tutor y jefe de estudios del centro, que publica un blog de aula (Un blog fantástico en Güevéjar) mostrando la información de los distintos proyectos, usando, entre otras cosas, la impresión 3D. Por ejemplo, los alumnos han creado una miniempresa educativa (http://theprinters3d.blogspot.com.es/). En ella venden objetos, como llaveros y marcapáginas, diseñados por los alumnos usando TinkerCAD e impresos con una impresora 3D. Durante el curso 2016/2017 han desarrollado el proyecto Animal Allies que consiste en diseñar sillas o prótesis para animales con dificultad para caminar. Para ello, toman medidas de los animales, escalan los modelos, y prueban las sillas fabricadas para comprobar si es necesaria alguna mejora en el diseño. En las siguientes imágenes se puede observar un ejemplo de una de estas sillas construidas e impresas en 3D y su colocación al perro para el que fue construida.



Figura 4. Silla para perro.
Crédito: http://unblogfantasticoenguevejar.blogspot.com.es/2017/03/silla-animals-3d.html y http://unblogfantasticoenguevejar.blogspot.com.es/2017/05/proceso-de-trabajo-sillas-animals-3d.html

IES Juan de Garay

En institutos de secundaria también se desarrollan distintos proyectos sobre impresión 3D. Un ejemplo es la experiencia de montaje y operación de una impresora 3D en el aula (Orquín Serrano et al 2017). Este proyecto fue realizado por cuatro profesores y veinte alumnos de 3º de la ESO del IES Juan de Garay (Valencia). Los alumnos han realizado el montaje de una impresora 3D, teniendo que buscar información y elaborando documentación relacionada con el proceso. Posteriormente, los alumnos han diseñado figuras en 3D aplicando las herramientas básicas del programa gratuito SketchUp. Los profesores han valorado de manera positiva la experiencia puesto que los alumnos se han mostrado, en todo momento, motivados e interesados en el proyecto.

IES Andrés Laguna

Otro ejemplo de proyecto con impresión 3D es el realizado en el IES Andrés Laguna (Segovia)[1]. El proyecto corresponde a la aplicación práctica del curso

[1] La información ha sido obtenida mediante comunicación privada con los profesores responsables del proyecto.

“Elaboración de materiales didácticos con SketchUp/Grupo de trabajo de animación tridimensional” realizado por el grupo de trabajo de profesores de Educación Plástica del CFIE de Segovia en el curso 2016/12017. Han realizado un diseño 3D del Salón de Actos del instituto y ha estado dirigido a los alumnos de 4º de la ESO de la asignatura optativa de Educación Plástica, Visual y Audiovisual.

El trabajo se divide en cuatro fases. En la primera, los alumnos toman medidas del Salón de Actos y deciden la escala a la que se va a diseñar. Con esta información los alumnos dibujan un croquis y lo acotan con las medidas tomadas. En la segunda fase los alumnos dibujan la planta y el alzado con las medidas correspondientes, usando para ello AutoCAD. En la tercera, se importa el dibujo de AutoCAD a SketchUp para la conversión en 3D. Se reparte el trabajo en tres grupos, encargándose el primero del levantamiento de muros, el segundo de la cubierta y los techos, y el tercero de las escaleras y detalles varios. La última fase consiste en la comprobación de que todas las partes encajen en su sitio.

Los profesores han valorado muy positivamente el proyecto ya que el interés y motivación de los alumnos ha sido muy alto durante todo el proceso. En las siguientes imágenes se puede ver el resultado final del diseño, que actualmente se encuentra expuesto en el instituto. La imagen izquierda se corresponde con la maqueta completa, y la de la derecha con el interior, al levantarse el techo.

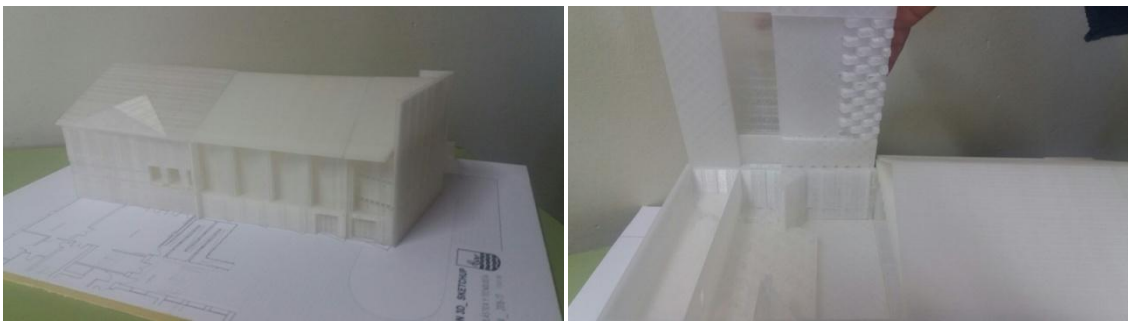


Figura 5. Maqueta del Salón de Actos del IES Andrés Laguna. Credito: Propio.

Universidad Privada de la Comunidad de Madrid

En el ámbito universitario también se están llevando a cabo proyectos de impresión 3D. Sanz Gil (2017) explica el proyecto de innovación sobre impresión 3D llevado a cabo en la asignatura de Histología y Anatomía del Grado de Enfermería en una Universidad Privada de la Comunidad de Madrid. El objetivo de este trabajo es incorporar la impresión 3D a las actividades prácticas de esta asignatura, evitando las dificultades de acceso al material cadavérico. Para ello, realizaron un modelado 3D del tercio superior del brazo, escaneando una sección transversal plastinada de un brazo humano. Obtuvieron que el diseño impreso con una impresora capaz de realizar detalles de 0.1 mm era muy similar al real.

Sanz Gil (2017) llega a la conclusión de que la mejor forma de aprender es mediante material cadavérico, pero en vista de la escasez de este, la impresión 3D es un buen recurso a tener en cuenta. Los modelos plásticos que existen en nuestro país no logran tanta fidelidad a pesar de su alto coste. En cambio, la réplica hecha en 3D conserva las proporciones exactamente, así como las relaciones topográficas y la veracidad morfológica. Se concluye, por tanto, que la tecnología 3D es adecuada para facilitar el estudio en carreras relacionadas con la medicina.

4. ACTIVIDADES PROPUESTAS PARA FÍSICA Y QUÍMICA

En la página www.thingiverse.com está disponible una gran variedad de material para poder realizar diversas actividades en las aulas. Los diseños se encuentran agrupados según las diferentes áreas, aunque hay que tener en cuenta que pueden existir errores, por los que es imprescindible comprobar la veracidad de los datos del modelo antes de usarlo.

Este material puede ser empleado en actividades de introducción, de refuerzo o de desarrollo. Un mismo material puede ser utilizado en actividades de diferente índole y con alumnos de distintos niveles.

Únicamente se detallan y se relacionan los materiales con el currículo de Cantabria (Decreto 38/2015, de 22 de mayo, del Boletín Oficial de Cantabria)

para un único curso, mostrando los objetivos que se pretenden lograr con la utilización de este material.

En las actividades propuestas se utiliza un material que se ha impreso para comprobar su viabilidad, su tiempo de impresión y el coste del filamento empleado. Todo esto, junto con las fotos del material, queda reflejado en el anexo 1.

En la tabla del anexo 2 se pueden consultar todos los cursos cuyos contenidos están relacionados con el material mostrado, indicando también la relación con los criterios de evaluación, los estándares de aprendizaje y las competencias que se desarrollan.

TABLA PERIÓDICA CON PIEZAS TIPO PUZLE

Basada en https://www.thingiverse.com/thing:2225311 (ver anexo 1)

Cada elemento de la Tabla Periódica está formado por una pieza tipo puzle. Los elementos están impresos en distintos colores según su clasificación: alcalinos, alcalinotérreos, metales de transición….

Objetivos

- Aprender los símbolos de los elementos del Sistema Periódico.
- Memorizar la posición de los elementos de la Tabla Periódica de forma más entretenida y visual.

Relación con el currículo de Cantabria de Física y Química de 4º de la ESO

- Bloque 2. La materia.
  - Sistema Periódico y configuración electrónica.

Actividades

Actividad de refuerzo

Cuando las clases sean impartidas en un laboratorio o en un aula dedicada exclusivamente a Física y Química, los elementos se imprimirán en tamaño grande, adhiriendo un imán por detrás. Cada elemento se irá mostrando y

colocando sobre una superficie metálica visible (por ejemplo puertas de un armario) según se vayan estudiando los distintos elementos en clase, hasta completar, poco a poco, la Tabla Periódica. La visualización permanente de la posición y símbolos de los elementos en el aula favorecerá, en los alumnos, la memorización y el aprendizaje de la Tabla Periódica, desarrollando la competencia matemática y las competencias básicas en ciencia y tecnología.

Actividad de desarrollo

Con la Tabla Periódica fragmentada en cada uno de sus elementos se fomenta el trabajo cooperativo a través de varias actividades, como por ejemplo:

- Cada grupo, de 4 o 5 alumnos, deberá colocar correctamente en un tiempo fijado los elementos que se determinen: halógenos, gases nobles… Cada portavoz de grupo expondrá al resto de la clase los resultados obtenidos, permitiendo la comparación, el debate y las rectificaciones si fueran necesarias.

- Una vez trabajados todos los elementos, con el procedimiento de la actividad anterior, deberán construir la Tabla Periódica completa, provocando un debate general más elaborado sobre el porqué de dicha colocación.

Con estas actividades se contribuye al desarrollo de la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, al memorizar los símbolos y las posiciones de los elementos en la Tabla Periódica; la competencia para aprender a aprender, al reflexionar en grupo; la competencia en comunicación lingüística, al debatir y exponer a la clase las conclusiones; finalmente, el sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor, al tenerse que organizar dentro del grupo para llevar a cabo un aprendizaje cooperativo.

Relación con los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables de Física y Química de 4º de la ESO

Se relaciona con el criterio de evaluación número 3 del bloque 2 "*Agrupar por familias los elementos representativos y los elementos de transición según las recomendaciones de la IUPAC*".

Se relaciona con el estándar de aprendizaje 3.1 *"Escribe el nombre y el símbolo de los elementos químicos y los sitúa en la Tabla Periódica"*.

TABLAS PERIÓDICAS PARA ESTUDIAR DISTINTAS PROPIEDADES: DENSIDAD, RADIO ATÓMICO, AFINIDAD ELECTRÓNICA…

Obtenidas de https://www.thingiverse.com/thing:53445 (ver anexo 1)

Se imprimirán distintas tablas periódicas en función de las propiedades que se deseen estudiar: densidad, radio atómico, afinidad electrónica, punto de ebullición, electronegatividad, energía de ionización, punto de fusión y carga nuclear efectiva.

En el anexo 1 se muestran las imágenes para las tablas periódicas creadas en función de la densidad y del radio atómico.

Objetivos

- Comprender las propiedades de la Tabla Periódica.
- Relacionar las tendencias con las propiedades de la Tabla Periódica.

Relación con el currículo de Cantabria de Química de 2º de bachillerato

- Bloque 2. Origen y evolución de los componentes del Universo**.**
  - Propiedades de los elementos según su posición en el Sistema Periódico: radio atómico, energía de ionización, afinidad electrónica, electronegatividad.

Actividades

Actividad de refuerzo

Se utilizarán las tablas mostrando las diferentes propiedades como complemento a la explicación teórica dada previamente. El profesor muestra a los alumnos las diferentes tablas para que observen, debatan, comprueben y comparen las tendencias de estas propiedades y sus excepciones, favoreciendo así la competencia matemática y las competencias básicas en ciencia y tecnología.

Actividad de desarrollo

Una vez estudiadas las distintas propiedades y sus variaciones a lo largo de los grupos y periodos, el profesor muestra a los alumnos diferentes tablas periódicas, en las que no está indicada la propiedad que representan. Se abre un debate y, en función de lo aprendido, los alumnos deben decidir qué propiedad está representada en cada tabla, justificando su elección. Esta actividad puede realizarse en gran grupo o en pequeño grupo. Además de favorecer la competencia matemática y las competencias básicas en ciencia y tecnología, se desarrolla la competencia para aprender a aprender y la competencia en comunicación lingüística, al tener que debatir, llegar a un acuerdo y justificar las elecciones tomadas.

Relación con los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables de Química de 2º de bachillerato

Se relaciona con el criterio de evaluación número 7 del bloque 2 de la asignatura de Química "*Conocer la estructura básica del Sistema Periódico actual, definir las propiedades periódicas estudiadas y describir su variación a lo largo de un grupo o periodo*".

Se relaciona con los con los estándares de aprendizaje 7.1 "*Justifica la reactividad de un elemento a partir de la estructura electrónica o su posición en la Tabla Periódica*" y 7.2 "*Argumenta la variación del radio atómico, potencial de ionización, afinidad electrónica y electronegatividad en grupos y periodos, comparando dichas propiedades para elementos diferentes*".

COPA DE PITÁGORAS

Obtenida de https://www.thingiverse.com/thing:123252 (ver anexo 1)

Objetivos

- Comprobar experimentalmente el principio de los vasos comunicantes.
- Comprender el principio de los vasos comunicantes.

Relación con el currículo de Cantabria de Física y Química de 4º de la ESO

- Bloque 4. El movimiento y las fuerzas.
  - Concepto de presión.
  - Principios de la hidrostática**.**

Actividades

Actividad introductoria

Para el desarrollo de esta actividad se necesitará imprimir dos copas, una en material transparente y otra en material opaco. El profesor mostrará primero la copa opaca vertiendo agua sobre ella, para que los alumnos comprueben que no se derrama por el orificio inferior hasta que llega a un determinado nivel, a partir del cual, el agua fluye por el orificio de la base vaciando la copa completamente.

Este hecho generará un debate, y posteriormente el profesor mostrará la solución con la copa transparente y agua con colorante. En este momento el debate se reiniciará de nuevo para finalizar con la explicación del principio de los vasos comunicantes.

Con esta actividad los alumnos desarrollan la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, al aprender el concepto de los vasos comunicantes; la competencia para aprender a aprender, al reflexionar en grupo sobre el funcionamiento; y la competencia en comunicación lingüística, al debatir y exponer a la clase las conclusiones.

Actividad de desarrollo

Tras haber estudiado el principio de los vasos comunicantes en clase, el profesor mostrará la copa opaca. Señalará los orificios visibles, preguntando a continuación a los alumnos qué creen que sucederá al verter el agua. Seguidamente realizará la demostración del funcionamiento de la copa, y se abrirá un nuevo debate relacionando esta experiencia con los conceptos explicados teóricamente. Para finalizar, el profesor realizará de nuevo la experiencia con la copa trasparente y agua con colorante.

Esta actividad ayuda a desarrollar la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología al ver experimentalmente lo explicado en la teoría; la competencia para aprender a aprender al reflexionar sobre el fenómeno y la competencia en comunicación lingüística durante el desarrollo del debate.

Relación con los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables de Física y Química de 4º de la ESO

Se relaciona con el criterio de evaluación número 14 del bloque 4 "*Diseñar y presentar experiencias o dispositivos que ilustren el comportamiento de los fluidos y que pongan de manifiesto los conocimientos adquiridos así como la iniciativa y la imaginación*".

Se relaciona con el estándar de aprendizaje 14.1 "*Comprueba experimentalmente o empleando aplicaciones virtuales interactivas la relación entre presión hidrostática y profundidad en fenómenos como la paradoja hidrostática, el tonel de Arquímides y el principio de los vasos comunicantes"*.

MODELOS ATÓMICOS

Obtenidos de https://www.thingiverse.com/thing:1376817 (ver anexo 1)

Objetivos

- Comparar y diferenciar los diferentes modelos atómicos a través de su representación en 3D.
- Ordenar los modelos atómicos según su aparición a lo largo de la historia.

Relación con el currículo de Cantabria de Física y Química de 4º de la ESO

- Bloque 2. La materia.
  - Modelos atómicos.

Actividades

Actividad de introducción

Al inicio del tema, el profesor mostrará los cuatro modelos atómicos impresos en 3D. Esta actividad está pensada para que los alumnos trabajen en pequeño grupo de 4 o 5 personas, provocando el debate sobre las diferencias entre los distintos modelos y teniendo que elegir el que mejor representa un átomo real. Además se les pedirá que ordenen los distintos modelos según su aparición a lo largo de la historia. Tras el debate, el portavoz de cada grupo deberá justificar el orden de los modelos atómicos, favoreciendo así la competencia en comunicación lingüística. Además, de desarrollan las competencias de aprender a aprender al reflexionar sobre los modelos, el sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor al organizarse y dar la opinión dentro del grupo, y la competencia matemática y las competencias en ciencia y tecnología al entender las diferencias entre los distintos modelos atómicos.

Actividad de refuerzo

Una vez estudiados los diferentes modelos atómicos, los alumnos guardarán su material de estudio y el profesor mostrará los cuatro modelos impresos. Los alumnos decidirán entre todos a qué modelo atómico corresponde cada objeto, justificando su elección a partir de sus conocimientos adquiridos previamente, sirviendo, por tanto, como actividad de refuerzo. Esta actividad desarrolla la competencia matemática y las competencias en ciencia y tecnología y la competencia en comunicación lingüística al tener que justificar con los términos adecuados su elección.

Relación con los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables de Física y Química de 4º de la ESO

Se relaciona con el criterio de evaluación número 1 del bloque 2 “Reconocer la necesidad de usar modelos para interpretar la estructura de la materia utilizando aplicaciones virtuales interactivas para su representación e identificación”.

Se relaciona con el estándar de aprendizaje 1.1 “Compara los diferentes modelos atómicos propuestos a lo largo de la historia para interpretar la naturaleza íntima de la materia, interpretando las evidencias que hicieron necesaria la evolución de los mismos.”

DIAGRAMA DE LEWIS

Basada en https://www.thingiverse.com/thing:1579509 (ver anexo 1)

Objetivos

- Utilizar diagramas de Lewis para representar los electrones de átomos y moléculas de forma visual.
- Comprender la regla del octeto.

Relación con el currículo de Cantabria de Física y Química de 4º de la ESO

❖ Bloque 2. La materia.

➢ Enlace químico: iónico, covalente y metálico.

Actividades

Actividad de desarrollo

La actividad se desarrolla por parejas, repartiendo a cada una el mismo material, una base simple, una doble y una triple. Se proporcionan también elementos y pivotes, representando a electrones, impresos en diferentes colores.

El profesor indicará el átomo o la molécula que deben representar con el material disponible, usando la regla del octeto, por ejemplo la molécula de agua o una molécula de oxígeno.

Los electrones de cada átomo se representan en el mismo color que el átomo. Al formar moléculas, aunque sean átomos iguales, se utilizarán colores diferentes para cada uno de ellos, para poder diferenciar visualmente los electrones pertenecientes a cada átomo. Para indicar los enlaces de las

moléculas, los alumnos colocarán las piezas azules sobre los electrones compartidos (ver ejemplos en el anexo 1).

Esta actividad permite realizar ejercicios usando los diagramas de Lewis de forma más visual, interactiva y entretenida.

El profesor corregirá en la pizarra cada átomo o molécula indicada, y los alumnos comprobarán si su colocación es la correcta. Además deberán copiar el diagrama en el cuaderno para afianzar los conceptos.

Esta actividad permite desarrollar la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología al comprender la formación de los enlaces y la competencia para aprender a aprender.

Relación con los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables de Física y Química de 4º de la ESO

Se relaciona con el criterio de evaluación número 4 del bloque 2 “Interpretar los distintos tipos de enlace químico a partir de la configuración electrónica de los elementos implicados y su posición en la Tabla Periódica”.

Se relaciona con el estándar de aprendizaje 4.1 “Usa la regla del octeto y diagramas de Lewis para predecir la estructura y fórmula de los compuestos iónicos y covalentes.”

MOLÉCULAS

Obtenido de https://www.thingiverse.com/thing:1916688 (ver anexo 1)

Objetivos

- Diferenciar entre enlaces simples, dobles y triples.
- Formular compuestos.

Relación con los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables de Física y Química de 4º de la ESO

❖ Bloque 2. La materia.

➢ Enlace químico: iónico, covalente y metálico.

Actividades

Actividad de desarrollo

El profesor reparte una serie de átomos y enlaces simples, dobles y triples a cada grupo de 4 o 5 alumnos. Irá indicando distintas moléculas que los alumnos tendrán que formar, prediciendo su estructura, es decir, el tipo de enlace que une a los átomos, lo que implicará un pequeño debate dentro de cada grupo. Cada grupo expondrá sus resultados y ellos mismos decidirán cual es la solución correcta. El profesor guiará para llegar a esa conclusión. Se trata de una forma diferente, más interactiva, de realizar ejercicios de formulación y aprender las diferencias entre los enlaces simples, dobles y triples.

Con esta actividad se desarrolla la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología al diferenciar los distintos enlaces, la competencia para aprender a aprender y la competencia en comunicación lingüística a través del debate y la exposición.

Relación con los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables de Física y Química de 4º de la ESO

Se relaciona con el criterio de evaluación número 4 del bloque 2 “Interpretar los distintos tipos de enlace químico a partir de la configuración electrónica de los elementos implicados y su posición en la Tabla Periódica”.

Se relaciona con el estándar de aprendizaje 4.1 “Usa la regla del octeto y diagramas de Lewis para predecir la estructura y fórmula de los compuestos iónicos y covalentes.”

5. ACTIVIDADES PROPUESTAS PARA OTRAS MATERIAS

En este apartado se comentan brevemente posibles actividades para otras asignaturas con el material impreso (ver anexo 1). La relación con el currículo de Cantabria y el desarrollo de las competencias se muestra en la tabla del anexo 2.

BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA

SISTEMA SOLAR Y LUNA

Obtenido de https://www.thingiverse.com/thing:1736703 y https://www.thingiverse.com/thing:1014620 (ver anexo 1)

Objetivos

- Conocer los componentes del Sistema Solar.
- Comparar el tamaño de los planetas del Sistema Solar.

Actividades

Actividad de introducción

Se muestra el Sistema Solar a escala y se pide a los alumnos que identifiquen los distintos planetas según su tamaño. Esto generará un pequeño debate en clase y permitirá eliminar ideas preconcebidas sobre el tamaño de la Tierra en comparación con el Sol y el resto de los planetas.

Actividad de refuerzo

Al estudiar los distintos componentes del Sistema Solar el profesor muestra a los alumnos los planetas a escala, para que puedan visualizar más fácilmente las diferencias de tamaño.

Para el estudio de la Luna el profesor proyectará una imagen de su cara visible desde la Tierra. Los alumnos, manipulando el modelo impreso en 3D, comprobarán su superficie irregular e intentarán averiguar qué lado de la Luna es el que se corresponde con la imagen proyectada.

CÉLULAS ANIMAL Y VEGETAL

Obtenido de https://www.thingiverse.com/thing:1242293 (ver anexo 1)

Objetivos

- Diferenciar entre célula animal y vegetal.
- Conocer y diferenciar los distintos orgánulos celulares.

Actividades

Actividad de introducción

Se distribuye un orgánulo diferente a cada alumno y, con ayuda del libro de texto, deberán averiguar su nombre y si corresponde a una célula animal o vegetal. Cuando todos los alumnos hayan identificado su orgánulo, se agruparán para conseguir montar las dos células.

Actividad de desarrollo

Actividad a realizar en pequeño grupo, de 4 o 5 alumnos. Se distribuye por cada grupo todos los componentes de las células animal y vegetal; los alumnos tendrán que organizarse y debatir entre ellos para conseguir colocar correctamente los orgánulos en el tiempo fijado por el profesor. Finalmente, deberán exponer y justificar al resto de grupos sus decisiones, explicando brevemente la función de cada uno de los orgánulos.

ADN

Obtenido de https://www.thingiverse.com/thing:714312 (ver anexo 1)

Objetivos

- Visualizar la estructura helicoidal del ADN.
- Diferenciar las bases nitrogenadas del ADN.
- Comprobar el emparejamiento de las bases nitrogenadas.

Actividades

Actividad de introducción

Actividad para realizar por parejas. Se proporciona un conjunto de bases a cada pareja de alumnos y se les propone montar la cadena de ADN. Los alumnos comprobarán que cada base tiene una estructura diferente y únicamente encaja con su pareja (adenina-timina y guanina-citosina), observando también los puentes de hidrógeno formados. Según aumente el número de bases, podrán apreciar la estructura helicoidal del ADN.

Actividad de refuerzo

Tras la explicación teórica, se muestra a los alumnos la cadena de ADN ya montada, dejando que la manipulen. Podrán comprobar visualmente la diferente estructura de las bases nitrogenadas, la formación de los puentes de hidrógeno, y la estructura helicoidal.

ÓRGANOS, HUESOS, ESTRUCTURAS DE ANIMALES

Ejemplo de cerebro obtenido de https://www.thingiverse.com/thing:371899 (ver anexo 1)

Objetivos

- Visualizar y manipular órganos, huesos, estructuras de animales… con modelos 3D.

Actividades

Actividad de introducción

Antes de empezar cada unidad didáctica, el profesor presenta a los alumnos réplicas de los órganos, huesos o estructuras que se vayan a estudiar. Los alumnos observarán las características morfológicas e intentarán averiguar su nombre y sus funciones.

Actividad de refuerzo

Al explicar los distintos órganos y huesos del cuerpo humano, el profesor mostrará a los alumnos una réplica, que en 3D es muy real, para que la observen y manipulen, fijándose en sus detalles y características morfológicas.

MATEMÁTICAS

TEOREMA DE PITÁGORAS

Obtenido de https://www.thingiverse.com/thing:1968982 (ver anexo 1).

Objetivos

- Comprender el significado geométrico del Teorema de Pitágoras de forma visual y manipulativa.

Actividades

Actividad de introducción

Actividad pensada para realizar por parejas. A cada pareja se le proporciona todo el material correspondiente a este teorema. Los alumnos deberán investigar con la base y los distintos cubos, para encontrar la relación entre las áreas en un tiempo determinado. A continuación, se establece un debate y el profesor extrae la fórmula matemática.

Actividad de refuerzo

Tras la explicación del Teorema de Pitágoras por parte del profesor, se reparte el material a cada grupo de 4 o 5 alumnos, para que comprueben experimentalmente su significado geométrico.

POLÍGONOS PARA FORMAR POLIEDROS

Obtenido de https://www.thingiverse.com/thing:208591 (ver anexo 1)

Objetivos

- Analizar e identificar distintos poliedros.
- Visualizar el volumen de los poliedros.
- Desarrollar la visión espacial.

Actividades

Actividad de introducción

El profesor muestra a los alumnos diferentes poliedros ya montados. Los alumnos tendrán que analizarlos, observando para ello el número de polígonos que forman el cuerpo geométrico y el número de lados de dichos polígonos.

Actividad de desarrollo

Se realiza la actividad en pequeño grupo. Se reparte a cada grupo de alumnos un conjunto de polígonos iguales para todos los grupos. El profesor indicará los diferentes poliedros (cubo, tetraedro, octaedro…) que han de construir utilizando para ello los polígonos proporcionados.

Para fomentar la reflexión y la investigación de los alumnos el profesor les propondrá que investiguen qué poliedros se pueden construir a partir de los polígonos que él irá indicando, por ejemplo a partir de cuadrados y pentágonos.

GEOGRAFÍA E HISTORIA

MAPAS POLÍTICOS DE DE PAÍSES, DE COMUNIDADES AUTÓNOMAS, PROVINCIAS…

Ejemplo (mapa político de países de América del Sur) obtenido de https://www.thingiverse.com/thing:11084 (ver anexo 1)

Objetivos

- Reconocer la forma física de algunos países.
- Situar adecuadamente los distintos países en su continente.

Actividades

Actividad de introducción

Antes de comenzar a estudiar los países de América del Sur, el profesor proporcionará a cada alumno uno de los países impresos en 3D, sin dar ninguna indicación sobre él. Cada alumno deberá investigar en internet para poder identificar el país que le corresponda y sus límites.

Posteriormente, entre todos, deberán formar el mapa completo de América del Sur explicando cada uno de ellos al grupo la información encontrada.

Actividad de desarrollo

Una vez estudiados todos los países y su ubicación en el mapa, se reparte a cada grupo de alumnos los correspondientes a un continente, debiendo completar el mapa en un tiempo determinado, pudiendo usar material de consulta. Una vez finalizado el tiempo, se juntarán los distintos continentes para formar el mapamundi completo.

MAPAS TOPOGRÁFICOS, DE RELIEVE, VOLCANES, ETC.

Ejemplo (Kilimanjaro) obtenido de https://www.thingiverse.com/thing:1277448 (ver anexo 1)

Objetivos

- Visualizar y manipular mapas topográficos, de relieve… con modelos 3D.

Actividades

Actividad de introducción

Antes de empezar cada unidad didáctica, el profesor presenta a los alumnos réplicas de los mapas topográficos (curso de ríos, montañas…) que se vayan a estudiar. Esto les servirá de motivación para el inicio del tema.

Actividad de refuerzo

Al estudiar los diferentes ríos, montañas… el profesor mostrará a los alumnos una réplica fiel impresa en 3D, permitiendo que la manipulen y observen detalladamente, para comprender mejor los conceptos.

CONSTRUCCIONES, OBJETOS ARQUEOLÓGICOS, FÓSILES, ETC.

Ejemplo (pirámide maya) obtenido de https://www.thingiverse.com/thing:2216438 (ver anexo 1)

Objetivos

- Visualizar y manipular objetos arqueológicos, monumentos, fósiles… con modelos 3D.

Actividades

Actividad de introducción

Antes de empezar cada unidad didáctica, el profesor presenta a los alumnos, como material motivador, réplicas de objetos relacionados con la época que se vaya a estudiar, debatiendo brevemente sobre semejanzas, diferencias, características…

Actividad de refuerzo

Según se estudien las diferentes épocas históricas, se presentan algunos monumentos, objetos arqueológicos… impresos en 3D, relacionados con esa época para que los alumnos puedan comprobar las características ya estudiadas.

6. OPINIÓN DE DOCENTES

Para valorar la viabilidad del uso de este material dentro de las aulas, se ha tenido en cuenta la opinión de varios docentes, ya que no he tenido la oportunidad de utilizarlo directamente con los alumnos.

Se ha mostrado el material impreso a:

- Cuatro profesores del departamento de Física y Química del IES José María de Pereda: Santiago Ezquerra Ceballo, Rocío Sánchez Felipe, Javier González Saiz y María José Vallés González.

- Un profesor del departamento de Física y Química del IES La Albericia, Francisco Javier Sánchez Fernández.
- Dos profesores del departamento de Biología y Geología del IES La Albericia: Julio Soto López y Ana Arribas Alonso.
- Una profesora de Matemáticas del IES Ricardo Bernardo, Pilar Monteverde Villar.
- Una maestra de Compensatoria del IES Andrés Laguna (Segovia), María Teresa González Barrios.

Todos los profesores se sorprendieron ante las grandes posibilidades de elaboración de material con las impresoras 3D, mostrándose muy interesados y con ganas de utilizarlo en su aula.

María José Vallés se interesó por la posibilidad de usar parte del material que les mostré en sus clases de Física y Química durante este curso. Por otra parte, María Teresa González me ha solicitado en préstamo el material para la explicación del teorema de Pitágoras, ya que los alumnos con los que trabaja, a veces, tienen dificultades de comprensión de conceptos abstractos. Este material manipulativo les permitirá entenderlo y no solo utilizar la fórmula de una manera mecánica. Pilar Monteverde se mostró encantada con el material y manifestó que le parece una buena herramienta educativa, solicitándome también el préstamo del material relacionado con las matemáticas.

Los cinco profesores de Física y Química se mostraron interesados por las tablas periódicas en función de las distintas propiedades, por ser una forma visual, y por tanto más fácil, de comprender las diferentes tendencias. También les pareció muy interesante la Tabla Periódica en forma de puzle, considerándola una forma más entretenida de aprendizaje.

Los profesores de Física y Química del IES José María de Pereda propusieron mejoras en el material relacionado con el diagrama de Lewis, sugiriendo diseñar bases con espacio para dos y tres átomos, con el fin de formar los diagramas también para moléculas. Además, Santiago Ezquerra propuso crear piezas que simulen los enlaces (piezas azules en la fotografía del anexo).

Los profesores de Biología, Julio Soto y Ana Arribas, se mostraron muy interesados en el material relacionado con su asignatura. Comentaron que el material sobre las células animal y vegetal es muy adecuado para los alumnos de 1º de la ESO, al representar tan visualmente todos los orgánulos de la célula. Se mostraron especialmente impresionados con el material del ADN, comentando que les gustaría utilizarlo con los alumnos de 2º de bachillerato, puesto que les permite apreciar la forma helicoidal y la composición de las distintas bases nitrogenadas.

En general, todos los profesores mostraron interés por el tiempo de impresión y el coste del material utilizado. Los profesores del IES José María de Pereda se interesaron también por el precio de las impresoras 3D, al no disponer de una en su centro. Al comentarles el coste de las impresoras (menos de 500 euros montada) se plantearon comprar una para poder imprimir material para sus clases. En el IES La Albericia disponen ya de una impresora 3D, pero es poco utilizada por el desconocimiento de su funcionamiento y de sus posibilidades de utilización.

Al ser el tiempo de impresión y el coste del material utilizado una de las inquietudes más habituales del profesorado, y ser información relevante a la hora de determinar la viabilidad de los objetos impresos, se muestra en el anexo 1 esta información para el material utilizado en las actividades propuestas en este trabajo. Habrá que tener en cuenta que estos datos variarán ligeramente dependiendo de la impresora 3D.

7. CONCLUSIONES

Con el desarrollo de este trabajo se ha demostrado que la impresión 3D es un buen recurso educativo que se está implantando, poco a poco, dentro de las aulas. Permite un aprendizaje diferente, más entretenido, manipulativo y visual, consiguiendo que los alumnos se muestran más interesados y motivados, como han comprobado docentes que han experimentado con la impresión 3D.

En internet existen páginas que ofrecen la posibilidad de descargar diseños para la impresión de gran variedad de materiales, aplicables a las distintas

asignaturas del currículo. Sin embargo, su utilización sigue siendo minoritaria a pesar de disponer en algunos centros de impresoras 3D. Ni la administración ni los profesores son conscientes de las posibilidades educativas que ofrece esta tecnología.

En los centros que disponen de impresora 3D no todo el profesorado conoce su utilidad, quedando sorprendidos al mostrarles algunas de las posibilidades de utilización. Tienen la impresión de que esta tecnología solo es factible para proyectos largos y complejos que incluyen el diseño del material por parte del profesorado o de los alumnos, y no se plantean que además de esto, que es muy interesante y puede desarrollarse en las aulas de tecnología y educación plástica, visual y audiovisual, también son posibles actividades dentro del aula con material impreso previamente por el profesor sin necesidad de elaborar su diseño. Es importante mostrar, además de los proyectos realizados en diferentes centros, actividades concretas utilizando material impreso en 3D, adecuándolas al currículo de Cantabria. Igualmente, es necesario facilitar la localización de estos materiales en internet.

Hay que tener en cuenta que aunque no es necesario ser experto en diseño e impresión 3D para disfrutar de sus ventajas, sí debe haber algún profesor en el centro que conozca bien el manejo de la impresora y el proceso de calibración de la cama de impresión. Este proceso no es muy complicado pero es necesario para la correcta impresión de los objetos.

Aunque el tiempo de impresión pueda suponer un inconveniente, ya que para algunos objetos es alto (ver anexo 1), hay que tener en cuenta que este material una vez impreso puede durar varios años. Además, si se perdiera o deteriorara alguna de las piezas, únicamente sería necesario volver a imprimir esas partes, mientras que si el material fuera comprado, quedaría inutilizado al faltar alguno de sus componentes.

Las ventajas que supone la impresora 3D superan los pequeños inconvenientes actuales. Sería interesante que todos los centros docentes dispusieran al menos de una impresora 3D, y que desde la administración se ofrecieran más cursos formativos para el profesorado, hasta llegar a normalizarse como una herramienta más de trabajo dentro del aula.

8. BIBLIOGRAFÍA

BERNABÉ J. (1 de septiembre de 2017). *XYZPrinting full color "la impresora 3D ideal"* [Consultada: 25 de septiembre de 2017]. Disponible en: https://impresoras3d.com/blogs/noticias/xyzprinting-full-color-la-impresora-3d-ideal

CANTABRIA. 2015. Decreto 38/2015, de 22 de mayo, que establece el currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria.

CZAPKA, J. T. 2002. Application of Rapid Prototyping Technology to Improve Spatial Visualization in an Introductory Engineering Graphics Course. University of Illinois at Urbana-Champaign.

DE LA TORRE -CANTERO, J et al. 2015, Creación de réplicas de patrimonio escultórico mediante reconstrucción 3D e impresoras 3D de bajo coste para uso en entornos educativos. Arte, Individuo y Sociedad [en línea] 27(3), 429-446 [Consultada: 25 de septiembre de 2017] ISSN 1131-5598. Disponible en: http://www.redalyc.org/html/5135/513551298005/

ESCOBAR C. (23 de marzo de 2013). *Breve Historia de la Impresión 3D*. [Consultada: 20 de septiembre de 2017]. Disponible en: https://impresoras3d.com/blogs/noticias/102825479-breve-historia-de-la-impresion-3d

FERNANDO TRUJILLO WEB&BLOG. *Así se hace… impresión 3D en Educación Primaria con Diego García.* [Consultada: 25 de septiembre de 2017]. Disponible en: http://fernandotrujillo.es/asi-se-hace-impresion-3d-en-educacion-primaria-con-diego-garcia/

FONTRODONA FRANCOLÍ J.; BLANCO DÍAZ R. 2014. *Estado actual y perspectivas de la impresión en 3D*. Dirección General de Industria. Generalitat de Catalunya. Disponible en http://empresa.gencat.cat/web/.content/19_-_industria/documents/economia_industrial/impressio3d_es.pdf

JOHNSON, L. et al. 2014. *NMC Horizon Report: 2015 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium. ISBN 978-0-9897335-5-7.

Disponible en: http://cdn.nmc.org/media/2014-nmc-horizon-report-he-EN-SC.pdf

JOHNSON, L. et al. 2015a. *NMC Horizon Report: 2015 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium. ISBN 978-0-9906415-8-2. Disponible en: http://cdn.nmc.org/media/2015-nmc-horizon-report-HE-EN.pdf

JOHNSON, L. et al. 2015b. *NMC Horizon Report: 2015 k-12 Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium. ISBN 978-0-9962832-0-5. Disponible en: http://cdn.nmc.org/media/2015-nmc-horizon-report-k12-EN.pdf

MCCUISTION A. 2013. Promoting the past: The educational applications of 3D scanning technology in archaeology. *Journal of Middle Atlantic Archaeology*, 29, 35-42. Disponible en: https://www.academia.edu/5242308/Promoting_the_Past_The_Educational_Applications_of_3D_Scanning_Technology_in_Archaeology

Miniempresa educativa. [Consultada: 20 de septiembre de 2017]. Disponible en: http://theprinters3d.blogspot.com.es/

Mundo Digital. *Los beneficios de las impresoras 3D en la enseñanza*. [Consultada: 20 de septiembre de 2017]. Disponible en: http://www.mundodigital.net/los-beneficios-de-las-impresoras-3d-en-la-ensenanza/

Nakama STEAM college. www.nakama-steamcollege.com

ORQUÍN SERRANO, I., et al. 2017. Experiencia de montaje y operación de una impresora 3D en el aula. *Modelling in Science Education and Learning*, *10*(2), 107-116. ISSN 1988-3145 Disponible en: https://ojs.cc.upv.es/index.php/MSEL/article/view/6619

PANNONI A. 2014 *3-D Printing Becomes Accessible for High School Teachers* [Consulta: 25 de septiembre de 2017]. Disponible en: https://www.usnews.com/education/blogs/high-school-notes/2014/07/21/3-d-printing-becomes-accessible-for-high-school-teachers

SANZ GIL J.J. 2017. Del TIC al TAC: Una aproximación al modelado e impresión 3D en educación superior. *Revista de Educación en Ciencias de la Salud*; 14(1): 23-29. ISSN 0718-2406

SCALFANi, V.; SAHIB, J. 2013. A Model for Managing 3D Printing Services in Academic Libraries. (U. o. Andrea L. Duda, Ed.) *Issues in Science and Technology Librarianship* (72).

STEENHUIS, H.-J; PRETORIUS, L. 2015. Additive manufacturing or 3D printing and its adoption. *International Association for Management of Technology. Conference Proceedings*. Disponible en: http://www.iamot2015.com/2015proceedings/documents/P340.pdf

TECNOLOGÍA. *Impresoras 3D*. [Consulta: 20 de septiembre de 2017]. Disponible en: http://www.areatecnologia.com/informatica/impresoras-3d.html

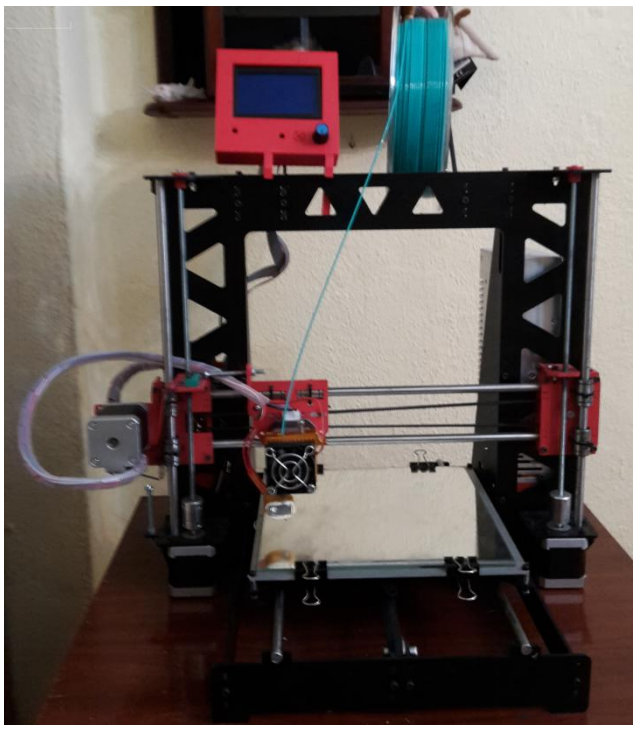
Thingiverse. www.thingiverse.com

TinkerCAD. www.tinkercad.com

Un blog fantástico en Güevéjar. [Consultada: 20 de septiembre de 2017]. Disponible en: https://unblogfantasticoenguevejar.blogspot.com.es

ANEXO 1: MATERIAL IMPRESO

En este anexo se presentan las fotos del material impreso indicando el coste aproximado del material, suponiendo un coste aproximado de 24 euros por bobina de 1 kg de filamento PLA, y el tiempo aproximado de impresión con la impresora de la imagen.



Es una impresora 3D maker RepRap tipo P3Steel sin piezas de plástico en su diseño estructural y con cama caliente de 20x20 cm. Permite imprimir tanto ABS como PLA. Todos los materiales aquí mostrados están impresos con PLA, por ser un material biodegradable, no tóxico y no emitir olores desagradables durante la impresión. Las impresiones están realizadas con calidad media. Al aumentar la calidad aumenta también el tiempo de impresión.

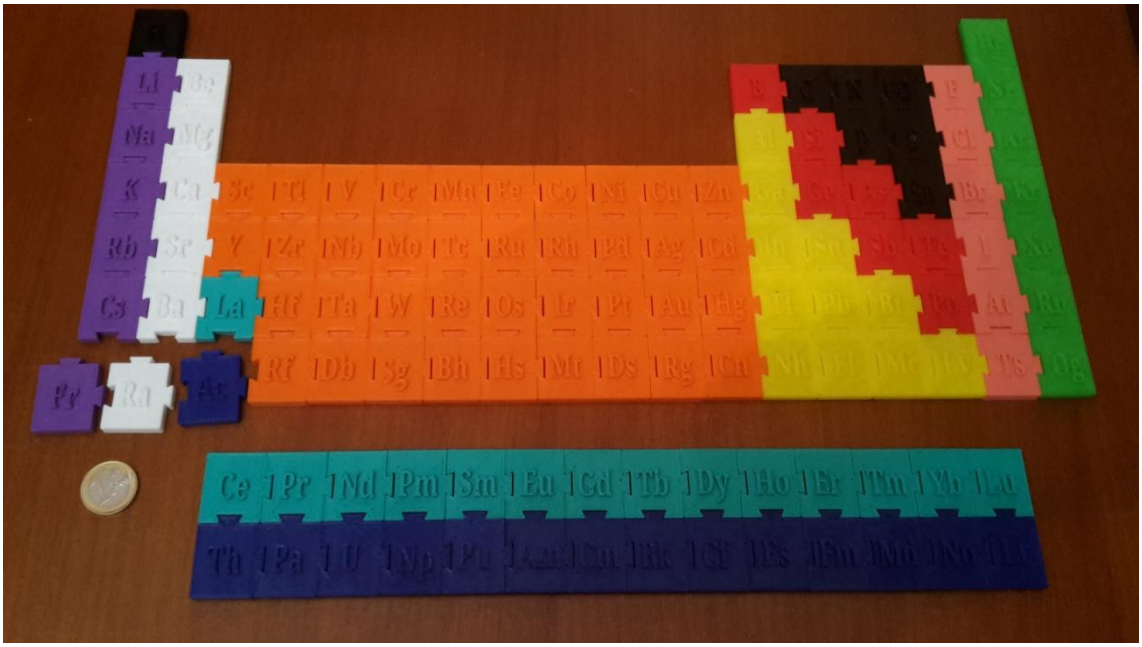
En el tiempo de impresión no se incluye el tiempo empleado en la preparación de la impresora, cambios de filamento, calibración... Todas las piezas están impresas con un relleno del 15%, que les proporciona suficiente dureza.

El material indicado como “obtenido de” ha sido impreso usando el diseño disponible, sin realizar modificaciones. Cuando se indica “basado en” el material ha sido diseñado con TinkerCAD, basándose en el archivo disponible en la página web.

Para indicar el tamaño de los objetos impresos, el todas las fotografías aparece una moneda de un euro.

Tabla periódica con piezas tipo puzle

Esta tabla periódica ha sido diseñada usando TinkerCAD a partir de la mostrada en https://www.thingiverse.com/thing:2225311. En el diseño original los símbolos de los elementos mostraban todas las letras en mayúscula, en la que he diseñado cada elemento lleva su símbolo correcto.



Tiempo de impresión por pieza: ~11 minutos

Coste por pieza: ~7.5 céntimos de euro

Número total de piezas: 118

Tiempo total de impresión: ~ 21 horas y 15 minutos

Coste total: ~8.7 euros

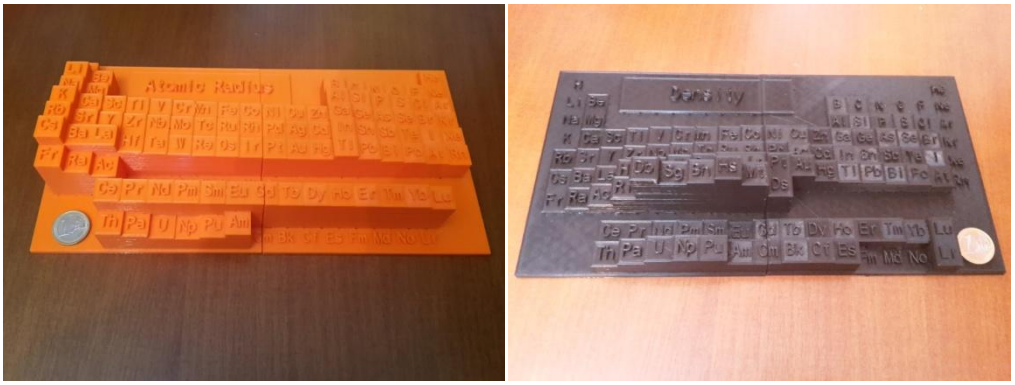
Una impresora con una superficie de impresión de 20x20 cm permite imprimir 16 piezas a la vez.

Es importante comprobar la adhesión de la primera capa para evitar problemas de impresión.

Al imprimir un sistema periódico de mayor tamaño para colocar en un laboratorio, aumentar la escala un 200% supondría un tiempo de impresión aproximado de 1 hora y un coste aproximado de 0.4 euros por cada pieza.

Tablas periódicas para estudiar distintas propiedades

Obtenidas de https://www.thingiverse.com/thing:53445



Se muestran como ejemplo dos tablas periódicas, las correspondientes al radio atómico y a la densidad. Se han impreso en dos partes permitiendo un mayor tamaño. Los tiempos de impresión para cada una y el coste aproximado, teniendo en cuenta las dos mitades, son los siguientes:

Tabla periódica en función de la densidad:

Tiempo total de impresión: ~ 10 horas y 10 minutos

Coste total: ~4.5 euros

Tabla periódica en función del radio atómico:

Tiempo total de impresión: ~ 14 horas

Coste total: ~6.5 euros

Es importante que el tamaño de las tablas periódicas sea suficientemente grande permitiendo que el símbolo de los elementos se pueda leer con claridad. Si se imprime en tamaño inferior, la impresora no es capaz de crear letras tan pequeñas y la tabla queda ilegible, como se puede apreciar en la imagen.



Copa de Pitágoras

Obtenida de https://www.thingiverse.com/thing:123252





Tiempo total de impresión: ~ 1 hora 45 minutos

Coste total: ~0.6 euros

En la imagen de la derecha se muestra el diseño del interior de la copa.

Modelos atómicos

Obtenidos de https://www.thingiverse.com/thing:1376817



Tiempo total de impresión: ~8 horas

Coste total: ~3.8 euros

Es necesario imprimirlos con soporte. En la imagen se muestran los modelos con el soporte.

Estructura de Lewis

Basada en https://www.thingiverse.com/thing:1579509





Este material ha sido diseñado para incluir las mejoras propuestas por los profesores del departamento de Física y Química del IES José María de Pereda. Existen tres tipos de bases sobre las que colocar los átomos, una simple para un solo átomo (como en el diseño original), una doble para formar moléculas con dos átomos, y una triple para formar moléculas de tres átomos.

Las piezas azules representan los enlaces. En la imagen de la izquierda se muestran varios ejemplos de diagramas de Lewis, y en la derecha se observan esos mismos ejemplos junto con las piezas que representan los enlaces sobre los electrones compartidos.

Se desglosa el tiempo aproximado en imprimir cada una de las bases (simple, doble y triple), cada átomo, cada pivote representando un electrón y cada pieza representando un enlace.

Tiempo de impresión base simple: ~50 minutos

Coste por base simple: ~0.3 euros

Tiempo de impresión base doble: ~1 hora y 40 minutos

Coste por base doble: ~0.55 euros

Tiempo de impresión base triple: ~2 horas y 30 minutos

Coste por base triple: ~0.8 euros

Tiempo de impresión por elemento: ~10 minutos

Coste por elemento: ~0.05 euros

Tiempo de impresión por electrón: ~2 minutos

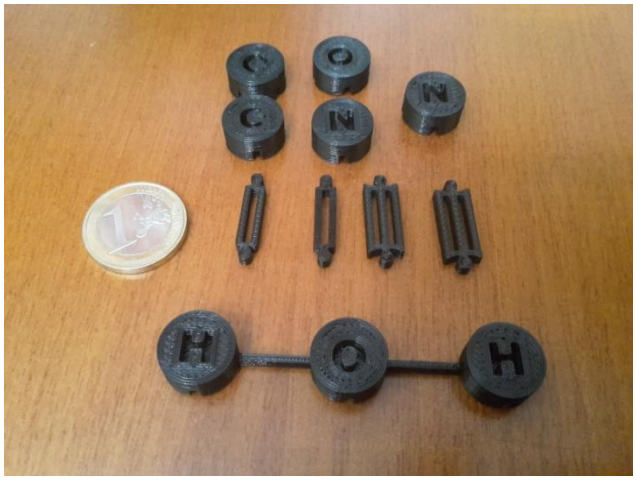
Coste por electrón: <0.01 euros

Tiempo de impresión por enlace: ~8 minutos

Coste por enlace: ~ 0.03 euros

Moléculas

Obtenido de https://www.thingiverse.com/thing:1916688



Se desglosa el tiempo y el coste aproximado para un elemento, un enlace simple, un enlace doble y uno triple.

Tiempo de impresión por elemento: ~5 minutos

Coste por elemento: ~0.03 euros

Tiempo de impresión por enlace simple: ~1 minuto

Coste por enlace simple: < 0.01 euros

Tiempo de impresión por enlace doble: ~2 minutos

Coste por enlace doble: < 0.01 euros

Tiempo de impresión por enlace triple: ~3 minutos

Coste por enlace triple: ~0.01 euros

Sistema solar y Luna

Obtenido de https://www.thingiverse.com/thing:1736703 y https://www.thingiverse.com/thing:1014620




Se desglosa el tiempo de impresión y el coste del material del Sistema Solar y de la Luna por separado.

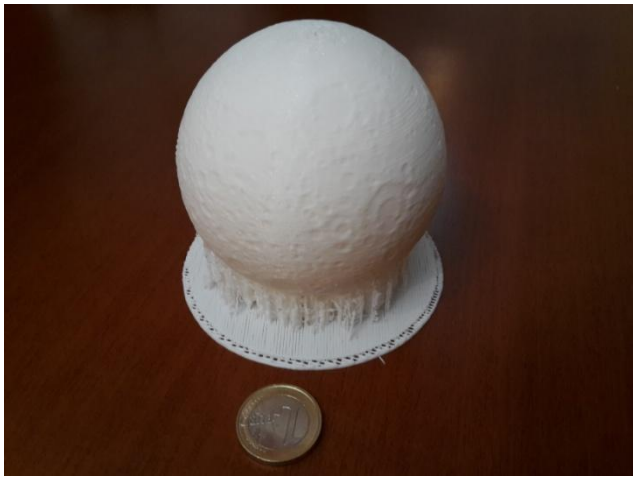
Tiempo de impresión del Sistema Solar: ~5 horas y 15 minutos

Coste del Sistema Solar: ~1.7 euros

Tiempo de impresión de la Luna: ~2 horas

Coste de la Luna: ~0.7 euros

El relieve de la Luna se observa mejor aumentando su tamaño:



El tiempo de impresión para la Luna de mayor tamaño y el coste son:

Tiempo de impresión de la Luna: ~5 horas

Coste de la Luna: ~2 euros

Células animal y vegetal

Obtenido de https://www.thingiverse.com/thing:1242293



El tiempo total aproximado de impresión y el coste, para las células vegetal y animal con todos sus orgánulos son los siguientes:

Tiempo total de impresión: ~2 horas 40 minutos

Coste total: ~1 euro

El tamaño de los orgánulos es pequeño. Imprimir con una escala del 200% supone:

Tiempo total de impresión: ~13 horas 40 minutos

Coste total: ~4.6 euros

Aumentar el tamaño supone un aumento considerable del tiempo de impresión. Puede ser interesante tener al menos una célula vegetal y una animal a tamaño superior para las explicaciones teóricas, y de menor tamaño para los alumnos.

ADN

Obtenido de https://www.thingiverse.com/thing:714312



En la imagen de la izquierda se observan las bases que forman el ADN en distintos colores, en la central se muestra la unión de las bases por parejas y en la de la derecha, la cadena formada de ADN, con su forma helicoidal.

Se desglosa el tiempo de impresión de cada una de las bases y cada borde del ADN. El número de bases necesario depende del tamaño deseado. Todas las piezas deben ser impresas con soportes.

Tiempo de impresión por base adenina: ~25 minutos

Coste por base adenina: ~0.15 euros

Tiempo de impresión por base guanina: ~30 minutos

Coste por base guanina: ~0.15 euros

Tiempo de impresión por base citosina: ~25 minutos

Coste por base citosina: ~0.15 euros

Tiempo de impresión por base timina: ~30 minutos

Coste por base timina: ~0.15 euros

Tiempo de impresión por borde: ~30 minutos

Coste por borde: ~0,15 euros

La impresión de la cadena de ADN mostrada en la imagen de la derecha ha supuesto 20 horas de impresión, y un coste aproximado en material de unos 6 euros.

Órganos, huesos, estructuras de animales

Ejemplo de hemisferio izquierdo de cerebro obtenido de https://www.thingiverse.com/thing:371899



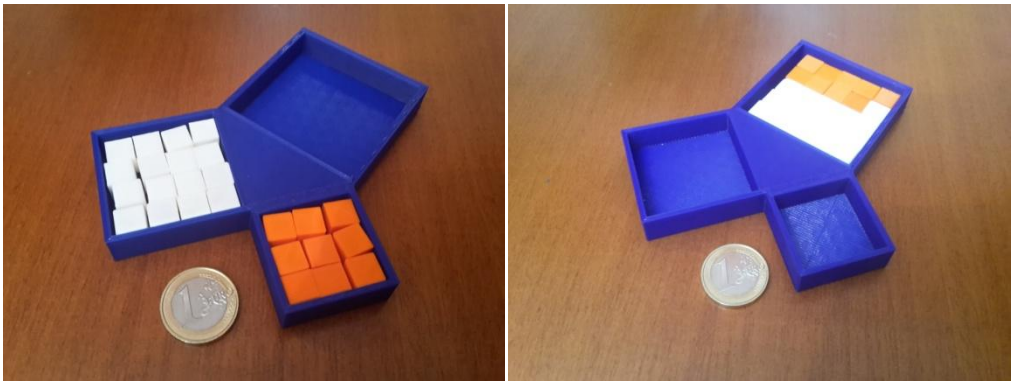
Tiempo total de impresión: ~3 horas 40 minutos

Coste total: ~1.1 euros

Imprimir este cerebro en un tamaño mayor, ocupando casi toda la cama de impresión, supondría unas 15 horas.

Teorema de Pitágoras

Obtenido de https://www.thingiverse.com/thing:1968982

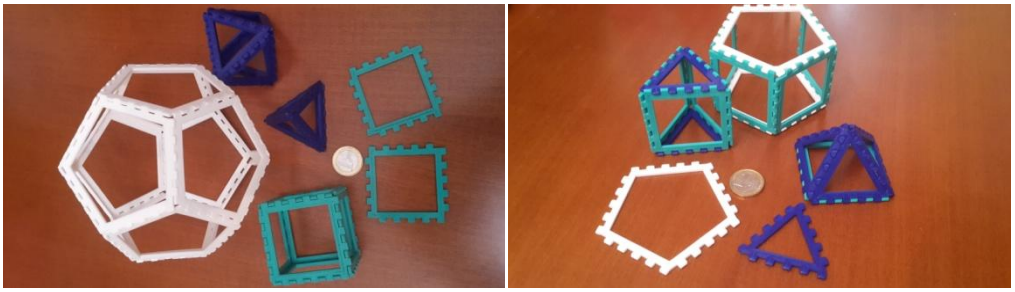


Tiempo total de impresión: ~2 horas 50 minutos

Coste total: ~1.1 euros

Polígonos para formar poliedros

Obtenido de https://www.thingiverse.com/thing:208591



Se desglosa el coste y tiempo empleado para imprimir un triángulo, un cuadrado y un pentágono. El número de polígonos necesarios dependerá del tipo de poliedro que se desee.

Tiempo de impresión por triángulo: ~9 minutos

Coste por triángulo: ~0.05 euros

Tiempo de impresión por cuadrado: ~11 minuto

Coste por cuadrado: ~0.07 euros

Tiempo de impresión por pentágono: ~16 minutos

Coste por pentágono: ~0.1 euros

Mapas políticos de países, de comunidades autónomas, provincias, etc

Ejemplo (mapa político de países de América del Sur) obtenido de https://www.thingiverse.com/thing:11084



Tiempo total de impresión: ~1 hora 50 minutos

Coste total: ~0.6 euros

Mapas topográficos, de relieve, volcanes, etc.

Ejemplo (Kilimanjaro) obtenido de https://www.thingiverse.com/thing:1277448



Tiempo total de impresión: ~1 hora 15 minutos

Coste total: ~0.5 euros

Construcciones, objetos arqueológicos, fósiles, etc.

Ejemplo (pirámide maya) obtenido de https://www.thingiverse.com/thing:2216438



Tiempo total de impresión: ~1 hora 40 minutos

Coste total: ~0.7 euros

ANEXO 2: RELACIÓN DEL MATERIAL CON EL CURRÍCULO DE CANTABRIA

En la siguiente tabla se muestra cómo se enmarcan los materiales, utilizados en las distintas actividades propuestas, dentro del currículo de Cantabria, siguiendo el Decreto 38/2015, de 22 de mayo, del Boletín Oficial de Cantabria. Para ello se indica la asignatura a la que está enfocado el material, los cursos a los que está destinado, las competencias que se desarrollan, y la relación con los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables.

Las competencias están abreviadas siguiendo la siguiente nomenclatura: Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, **CMCT**; Competencia para aprender a aprender, **CPAA**; Conciencia y expresiones culturales, **CEC**; Competencia en comunicación lingüística, **CCL**; Competencia digital, **CD**; Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor **SIE**; Competencias sociales y cívicas, **CSC**.

Curso	**Bloque**	**Contenido**	**Criterios de evaluación**	**Estándares de aprendizaje evaluables**	**Competencias**
Material: Tabla periódica con piezas tipo puzle. Asignatura: Física y Química					
3º ESO	Bloque 2. La materia.	La Tabla Periódica de los elementos.	8. Interpretar la ordenación de los elementos en la Tabla Periódica y reconocer los más relevantes a partir de sus símbolos.	8.1 Justifica la actual ordenación de los elementos en grupos y periodos en la Tabla Periódica. 8.2 Vincula las principales propiedades de metales, no metales y gases nobles con su posición en la Tabla Periódica y con su tendencia a formar iones, tomando como referencia el gas noble más cercano.	CMCT , SIE, CPAA, CCL
4º ESO	Bloque 2. La materia.	Sistema Periódico y configuración electrónica.	3. Agrupar por familias los elementos representativos y los elementos de transición según	3.1 Escribe el nombre y el símbolo de los elementos químicos y los sitúa en la Tabla Periódica.	CMCT, SIE, CPAA, CCL

Curso	Bloque	Contenido	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables	Competencias
			las recomendaciones de la IUPAC.		
Material: Tablas periódicas para estudiar distintas propiedades: densidad, radio atómico, afinidad electrónica… Asignatura: Física y Química					
3º ESO	Bloque 2. La materia.	La Tabla Periódica de los elementos.	8. Interpretar la ordenación de los elementos en la Tabla Periódica y reconocer los más relevantes a partir de sus símbolos.	8.1 Justifica la actual ordenación de los elementos en grupos y periodos en la Tabla Periódica. 8.2 Vincula las principales propiedades de metales, no metales y gases nobles con su posición en la Tabla Periódica y con su tendencia a formar iones, tomando como referencia el gas noble más cercano.	CMCT, CPAA, CCL
4º ESO	Bloque 2. La materia.	Sistema Periódico y configuración electrónica.	2. Relacionar las propiedades de un elemento con su posición en la Tabla Periódica y su configuración electrónica.	2.1 Establece la configuración electrónica de los elementos representativos a partir de su número atómico para deducir su posición en la Tabla Periódica, sus electrones de valencia y su comportamiento químico. 2.2 Distingue entre metales, no metales, semimetales y gases nobles justificando esta clasificación en función de su configuración electrónica.	CMCT, CPAA, CCL
Material: Tablas periódicas para estudiar distintas propiedades: densidad, radio atómico, afinidad electrónica… Asignatura: Química					
2º Bach	Bloque 2. Origen y	Propiedades de los elementos	7. Conocer la estructura básica	7.1 Justifica la reactividad de un	CMCT, CPAA, CCL

Curso	Bloque	Contenido	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables	Competencias
	evolución de los componentes del Universo.	según su posición en el Sistema Periódico: radio atómico, energía de ionización, afinidad electrónica, electronegatividad.	del Sistema Periódico actual, definir las propiedades periódicas estudiadas y describir su variación a lo largo de un grupo o periodo.	elemento a partir de la estructura electrónica o su posición en la Tabla Periódica. 7.2 Argumenta la variación del radio atómico, potencial de ionización, afinidad electrónica y electronegatividad en grupos y periodos, comparando dichas propiedades para elementos diferentes.	
Material: Copa de Pitágoras. Asignatura: Física y Química					
4º ESO	Bloque 4. El movimiento y las fuerzas.	Concepto de presión. Principios de la hidrostática.	14. Diseñar y presentar experiencias o dispositivos que ilustren el comportamiento de los fluidos y que pongan de manifiesto los conocimientos adquiridos así como la iniciativa y la imaginación.	14.1 Comprueba experimentalmente o empleando aplicaciones virtuales interactivas la relación entre presión hidrostática y profundidad en fenómenos como la paradoja hidrostática, el tonel de Arquímides y el principio de los vasos comunicantes.	CMCT, CPAA, CCL, SIE
Material: Modelos atómicos. Asignatura: Física y Química					
2º ESO	Bloque 2. La materia.	Estructura atómica.	5. Reconocer que los modelos atómicos son instrumentos interpretativos de las distintas teorías, y la necesidad de su utilización para la interpretación y comprensión de la estructura interna de la materia.	5.1 Describe las características de las partículas subatómicas básicas y su localización en el átomo	CMCT, CPAA, CCL, SIE
3º ESO	Bloque 2. La materia.	Estructura atómica. Modelos atómicos.	6. Reconocer que los modelos atómicos son instrumentos	6.1 Representa el átomo, a partir del número atómico y el número másico,	CMCT, CPAA, CCL, SIE

Curso	Bloque	Contenido	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables	Competencias
			interpretativos de las distintas teorías y la necesidad de su uso para la interpretación y comprensión de la estructura íntima de la materia.	utilizando el modelo planetario. 6.2 Explica las características de las partículas subatómicas básicas y su ubicación en el átomo.	
4º ESO	Bloque 2. La materia.	Modelos atómicos.	1. Reconocer la necesidad de usar modelos para interpretar la estructura de la materia utilizando aplicaciones virtuales interactivas para su representación e identificación.	1.1 Compara los diferentes modelos atómicos propuestos a lo largo de la historia para interpretar la naturaleza íntima de la materia, interpretando las evidencias que hicieron necesaria la evolución de los mismos.	CMCT, CPAA, CCL, SIE
Material: Modelos atómicos. Asignatura: Química					
2º Bach	Bloque 2. Origen y evolución de los componentes del Universo.	Estructura de la materia. Hipótesis de Plank. Modelo atómico de Bohr.	1. Analizar cronológicamente los modelos atómicos hasta llegar al modelo actual discutiendo sus limitaciones y la necesitad de uno nuevo.	1.1 Explica las limitaciones de los distintos modelos atómicos relacionándolo con los distintos hechos experimentales que llevan asociados y la necesidad de promover otros nuevos.	CMCT, CPAA, CCL, SIE
Material: Diagrama de Lewis. Asignatura: Física y Química					
4º ESO	Bloque 2. La materia.	Enlace químico: iónico, covalente y metálico	4. Interpretar los distintos tipos de enlace químico a partir de la configuración electrónica de los elementos implicados y su posición en la Tabla Periódica.	4.1 Usa la regla del octeto y diagramas de Lewis para predecir la estructura y fórmula de los compuestos iónicos y covalentes.	CMCT, CPAA
Material: Moléculas. Asignatura: Física y Química					
4º ESO	Bloque 2. La materia.	Enlace químico: iónico, covalente y metálico	4. Interpretar los distintos tipos de enlace químico a partir de la configuración electrónica de los elementos	4.1 Usa la regla del octeto y diagramas de Lewis para predecir la estructura y fórmula de los compuestos iónicos y covalentes	CMCT, CPAA

Curso	Bloque	Contenido	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables	Competencias
			implicados y su posición en la Tabla Periódica.		
Material: Sistema Solar y Luna. Asignatura: Biología y Geología					
1º ESO	Bloque 2. La Tierra en el Universo.	Características del Sistema Solar y de sus componentes	2. Exponer la organización del Sistema Solar así como algunas de las concepciones que sobre dicho sistema planetario se han tenido a lo largo de la Historia.	2.1. Reconoce los componentes del Sistema Solar describiendo sus características generales.	CMCT, CPAA
Material: Células animal y vegetal. Asignatura: Biología y Geología					
1º ESO	Bloque 3. La biodiversidad en el planeta Tierra.	La célula. Características básicas de la célula procariota y eucariota, animal y vegetal.	1. Reconocer que los seres vivos están constituidos por células y determinar las características que los diferencian de la materia inerte.	1.2. Reconoce que los seres vivos están constituidos por células y establece comparativamente las analogías y diferencias entre célula procariota y eucariota, y entre célula animal y vegetal.	CMCT, CPAA, CCL, SIE
3º ESO	Bloque 2. Las personas y la salud. Promoción de la salud.	Organización general del cuerpo humano: células, tejidos, órganos, aparatos y sistemas.	1. Catalogar los distintos niveles de organización de la materia viva: células, tejidos, órganos y aparatos o sistemas y diferenciar las principales estructuras celulares y sus funciones.	1.2. Diferencia los distintos tipos celulares, describiendo la función de los orgánulos más importantes.	CMCT, CPAA, CCL, SIE
4º ESO	Bloque 1. La evolución de la vida.	La célula. Célula procariota y célula eucariota. Célula animal y célula.	1. Determinar las analogías y diferencias en la estructura de las células procariotas y eucariotas, interpretando las relaciones evolutivas entre ellas.	1.1. Compara la célula procariota y eucariota, la animal y la vegetal, reconociendo la función de los orgánulos celulares y la relación entre morfología y función.	CMCT, CPAA, CCL, SIE
1º Bach	Bloque 2. La organización celular.	Modelos de organización celular: célula	1. Distinguir una célula procariota de una eucariota	1.1. Interpreta la célula como una unidad estructural,	CMCT, CPAA, CCL, SIE

Curso	Bloque	Contenido	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables	Competencias
		procariota y eucariota. Célula animal y célula vegetal. Estructura y función de los orgánulos celulares.	y una célula animal de una vegetal, analizando sus semejanzas y diferencias. 2. Identificar los orgánulos celulares, describiendo su estructura y función.	funcional y genética de los seres vivos. 1.2. Perfila células procariotas y eucariotas y nombra sus estructuras. 2.1. Representa esquemáticamente los orgánulos celulares, asociando cada orgánulo con su función o funciones.	
Material: Células animal y vegetal. Asignatura: Biología					
2º Bach	Bloque 2. La célula viva. Morfología, estructura y fisiología celular.	Morfología celular. Estructura y función de los orgánulos celulares. Modelos de organización en procariotas y eucariotas. Células animales y vegetales.	2. Interpretar la estructura de una célula eucariótica animal y una vegetal, pudiendo identificar y representar sus orgánulos y describir la función que desempeñan.	2.1. Esquematiza los diferentes orgánulos citoplasmáticos, reconociendo sus estructuras. 2.3. Distingue entre célula eucariota animal y vegetal.	CMCT, CPAA, CCL, SIE
Material: ADN. Asignatura: Biología y Geología					
4º ESO	Bloque 1. La evolución de la vida.	ADN y Genética molecular.	5. Comparar los tipos y la composición de los ácidos nucleicos, relacionándolos con su función.	5.1. Distingue los distintos ácidos nucleicos y enumera sus componentes.	CMCT, CPAA, SIE
Material: ADN. Asignatura: Biología					
2º Bach	Bloque 3. Genética y evolución.	La genética molecular o química de la herencia. Identificación del ADN como portador de la información genética. Concepto de gen.	1. Analizar el papel del ADN como portador de la información genética.	1.1. Describe la estructura y composición química del ADN, reconociendo su importancia biológica como molécula responsable del almacenamiento, conservación y transmisión de la información genética.	CMCT, CPAA, SIE
Material: Órganos, huesos, estructuras de animales. Asignatura: Biología y Geología					
1º ESO	Bloque 3. La biodiversidad	Invertebrados: Poríferos,	6. Caracterizar a los principales	6.1. Asocia invertebrados	CMCT, CPAA

Curso	Bloque	Contenido	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables	Competencias
	en el planeta Tierra.	Celentéreos, Anélidos, Moluscos, Equinodermos y Artrópodos. Características anatómicas y fisiológicas. Vertebrados: Peces, Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos. Características anatómicas y fisiológicas.	grupos de invertebrados y vertebrados.	comunes con el grupo taxonómico al que pertenecen. 6.2. Reconoce diferentes ejemplares de vertebrados, asignándolos a la clase a la que pertenecen.	
3º ESO	Bloque 2. Las personas y la salud. Promoción de la salud.	Organización general del cuerpo humano: células, tejidos, órganos, aparatos y sistemas.	1. Catalogar los distintos niveles de organización de la materia viva: células, tejidos, órganos y aparatos o sistemas y diferenciar las principales estructuras celulares y sus funciones.	1.1. Interpreta los diferentes niveles de organización en el ser humano, buscando la relación entre ellos.	CMCT, CPAA
1º Bach	Bloque 3. Histología.	Concepto de tejido, órgano, aparato y sistema.	2. Reconocer la estructura y composición de los tejidos animales y vegetales relacionándolos con las funciones que realizan.	2.1. Relaciona tejidos animales y/o vegetales con sus células características, asociando a cada una de ellas la función que realiza.	CMCT, CPAA
Material: Teorema de Pitágoras. Asignatura: Matemáticas					
2º ESO	Bloque 3. Geometría.	Triángulos rectángulos. El teorema de Pitágoras. Justificación geométrica y aplicaciones.	1. Reconocer el significado aritmético del Teorema de Pitágoras (cuadrados de números, ternas pitagóricas) y el significado geométrico (áreas de cuadrados construidos sobre los lados) y emplearlo para	1.1 Comprende los significados aritmético y geométrico del Teorema de Pitágoras y los utiliza para la búsqueda de ternas pitagóricas o la comprobación del teorema construyendo otros polígonos sobre los lados del triángulo rectángulo.	CMCT, CPAA

Curso	Bloque	Contenido	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables	Competencias
			resolver problemas geométricos.		
Material: Polígonos para formar poliedros. Asignatura: Matemáticas					
2º ESO	Bloque 3. Geometría.	Poliedros y cuerpos de revolución. Elementos característicos, clasificación. Áreas y volúmenes. Propiedades, regularidades y relaciones de los poliedros. Cálculo de longitudes, superficies y volúmenes del mundo físico.	3. Analizar distintos cuerpos geométricos (cubos, ortoedros, prismas, pirámides, cilindros, conos y esferas) e identificar sus elementos característicos (vértices, aristas, caras, desarrollos planos, secciones al cortar con planos, cuerpos obtenidos mediante secciones, simetrías, etc.). 4. Resolver problemas que conlleven el cálculo de longitudes, superficies y volúmenes del mundo físico, utilizando propiedades, regularidades y relaciones de los poliedros.	3.1 Analiza e identifica las características de distintos cuerpos geométricos, utilizando el lenguaje geométrico adecuado. 3.3 Identifica los cuerpos geométricos a partir de sus desarrollos planos y recíprocamente. 4.1 Resuelve problemas de la realidad mediante el cálculo de áreas y volúmenes de cuerpos geométricos, utilizando los lenguajes geométrico y algebraico adecuados.	CMCT, CPAA, SIE
Material: Mapa políticos de países, comunidades autónomas, provincias, etc. Asignatura: Geografía e Historia					
2º ESO	Bloque 1. El espacio humano.	Cantabria, España, Europa y el Mundo: la organización territorial.	1. Localizar los países del mundo en sus continentes y los países europeos y sus capitales. 2. Conocer la organización territorial de España y de Cantabria.	1.1 Completa mapas mudos con la información de los países del mundo y los europeos con sus capitales. 2.2 Distingue en un mapa político la distribución territorial de	CPAA, CCL, SIE, CD

Curso	Bloque	Contenido	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables	Competencias
				España: Comunidades Autónomas, capitales, provincias, islas.	
Material: Mapa topográficos, de relieve, volcanes, etc. Asignatura: Geografía e Historia					
1º ESO	Bloque 1. El medio físico	Componentes básicos y formas de relieve. Medio físico de España, Europa y el mundo: relieve; hidrografía; clima: elementos y diversidad paisajes; zonas bioclimáticas; medio natural: áreas y problemas medioambientales.	2. Tener una visión global del medio físico español, europeo y mundial y de sus características generales. 3. Describir las peculiaridades de este medio físico. 4. Situar en el mapa de España las principales unidades y elementos del relieve peninsular así como los grandes conjuntos o espacios bioclimáticos. 7. Situar en el mapa de Europa las principales unidades y elementos del relieve continental así como los grandes conjuntos o espacios bioclimáticos.	2.1 Sitúa en un mapa físico las principales unidades del relieve español, europeo y mundial. 3.1. Enumera y describe las peculiaridades del medio físico español. 4.1 Describe las diferentes unidades de relieve con ayuda del mapa físico de España. 7.1. Localiza en el mapa las principales unidades y elementos del relieve europeo.	CPAA
3º ESO	Bloque 1. El espacio humano	Actividades humanas: áreas productoras del mundo, de España y de Cantabria.	14. Identificar los principales paisajes humanizados españoles, identificándolos por comunidades autónomas.	14.1 Clasifica los principales paisajes humanizados españoles a través de imágenes. 14.3. Compara las diferentes comarcas y paisajes de Cantabria.	CPAA

Curso	Bloque	Contenido	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables	Competencias
Material: Construcciones, objetos antiguos, fósiles, etc. Asignatura: Geografía e Historia					
1º ESO	Bloque 2. La Historia	La Prehistoria. La Historia Antigua: las primeras civilizaciones. Culturas urbanas. Mesopotamia y Egipto. Sociedad, economía y cultura. El Mundo clásico, Grecia: las "polis" griegas, su expansión comercial y política. El imperio de Alejandro Magno y sus sucesores: el helenismo. El arte, la ciencia, el teatro y la filosofía.	8. Conocer y valorar la Prehistoria en Cantabria en sus principales expresiones y aportaciones. 15. Describir algunos ejemplos arquitectónicos de Egipto y de Mesopotamia. 20. Entender el alcance de "lo clásico "en el arte occidental".	8.2 Identifica expresiones artísticas prehistóricas de Cantabria. 15.2 Identifica obras arquitectónicas de Egipto y Mesopotamia, y reconoce sus características, diferenciando una pirámide de una mastaba. 20.1 Explica las características esenciales del arte griego y su evolución en el tiempo. 20.2. Identifica las características del arte griego en distintas obras y su influencia en el arte occidental posterior.	CMCT, CPAA, CCL, SIE, CD, CEC
2º ESO	Bloque 2. La Historia	El proceso de romanización. La ciudad y el campo. El arte: arquitectura, escultura y pintura. El arte románico, gótico e islámico.	2. Identificar y describir los rasgos característicos de obras del arte griego y romano, diferenciando entre los que son específicos. 3. Establecer conexiones entre el pasado de la Hispania romana y el presente. 10. Comprender las funciones diversas del arte en la Edad Media.	2.1 Compara obras arquitectónicas y escultóricas de época griega y romana. 3.2 Analiza diversos ejemplos del legado romano que sobreviven en la actualidad. 10.1 Describe características del arte románico, gótico e islámico. 10.2 Reconoce las características de estos estilos en conocidas obras de arte románico,	CMCT, CPAA, CCL, SIE, CD, CEC

Curso	Bloque	Contenido	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables	Competencias
				gótico e islámico.	
3º ESO	Bloque 2. La Historia	La Edad Moderna: el Renacimiento y el Humanismo; su alcance posterior. El arte renacentista. Ejemplos de Cantabria. El arte Barroco. Principales manifestaciones de la cultura de los siglos XVI y XVII. Ejemplos de Cantabria.	2. Relacionar el alcance de la nueva mirada de los humanistas, los artistas y científicos del Renacimiento con etapas anteriores y posteriores. 8. Conocer la importancia del arte Barroco en Europa y en América. Utilizar el vocabulario histórico con precisión, insertándolo en el contexto adecuado.	2.1 Conoce obras y legado de artistas, humanistas y científicos de la época. 2.3 Conoce y comenta las obras del Renacimiento más significativas que podemos encontrar en Cantabria. 8.1 Identifica obras significativas del arte Barroco. 8.1 Conoce y comenta las obras del Barroco más significativas que podemos encontrar en Cantabria.	CMCT, CPAA, CCL, SIE, CD, CEC