



Universidad
de Alcalá

PROGRAMACIÓN DIDÁCTICA

4º de ESO

Máster Universitario en Formación del Profesorado
Especialidad de Física y Química

Presentado por:

D. ÁLVARO PERALVO SIMÓN

Dirigido por:

Dr. JUAN MIGUEL CAMPANARIO LARGUERO

Alcalá de Henares, a 26 de junio de 2019

Índice

1. Introducción	1
2. Características del centro y del alumnado	2
2.1. Características del centro (IES Palas Atenea, 2018)	2
2.2. Características generales del alumnado (IES Palas Atenea, 2018)	3
2.3. Características del alumnado de 4º de ESO (IES Palas Atenea, 2018)	4
3. Objetivos	4
3.1. Objetivos de la etapa	5
3.2. Objetivos de la asignatura	5
3.3. Competencias	6
4. Metodología y recursos	6
4.1. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)	7
4.2. Aprendizaje Servicio (ApS)	7
4.3. Aprendizaje cooperativo (AC)	8
4.4. Clase magistral (CM)	8
4.5. Programas-guía (PG)	9
4.6. Actividades de uso frecuente	9
4.6.1. Análisis de artículos e información (AAI)	9
4.6.2. Contexto emocional y creatividad (CEC)	10
4.6.3. Resolución de ejercicios de lápiz y papel y problemas (RELPP)	10
4.6.4. Reflexiones periódicas (RP)	11
4.6.5. Utilización de analogías y modelos (UAM)	11
4.6.6. Prácticas de laboratorio (PL)	12
4.7. Recursos	12
4.7.1. Libro de texto	12
4.7.2. Internet	12
5. Contenidos	13
5.1. Bloque de Química. UD 1 – 6	13
5.2. Bloque de cinemática y dinámica (UD 5 – 10)	16
5.3. Unidad didáctica presión y flotabilidad (UD 11)	17
5.4. Bloque de energía y calor (UD 12 – 14)	17
5.5. Unidad didáctica proyecto de investigación (UD 15)	17
6. Evaluación y calificación	18
6.1. Evaluación de la Programación Didáctica	21
7. Unidades Didácticas	22
UNIDAD DIDÁCTICA 1: El átomo	22
UNIDAD DIDÁCTICA 2: El enlace químico	24
UNIDAD DIDÁCTICA 3: Cambios químicos y sustancias	27
UNIDAD DIDÁCTICA 4: La cantidad de sustancia	29

UNIDAD DIDÁCTICA 5: Las reacciones químicas	31
UNIDAD DIDÁCTICA 6: La química orgánica	33
UNIDAD DIDÁCTICA 7: El movimiento	35
UNIDAD DIDÁCTICA 8: Fuerzas y vectores.....	38
UNIDAD DIDÁCTICA 9: Leyes de Newton y Gravitación.....	40
UNIDAD DIDÁCTICA 10: Movimientos y experimentos.....	42
UNIDAD DIDÁCTICA 11: Presión y flotabilidad	44
UNIDAD DIDÁCTICA 12: La energía	46
UNIDAD DIDÁCTICA 13: Trabajo, calor y potencia	48
UNIDAD DIDÁCTICA 14: El calor y las máquinas térmicas.....	51
UNIDAD DIDÁCTICA 15: Proyecto de investigación	52
8. Atención a la diversidad.....	53
9. Actividades extraescolares	54
10. Conclusiones.....	55
11. Bibliografía.....	55
12. Webgrafía.....	59
Anexo I.....	61
Objetivos y contenidos de Biología necesarios para el proyecto	61
Justificación de la unidad didáctica y el proyecto	62
Metodología.....	63
Sesión 1	63
Sesión 2	70
Sesión 3	76
Sesión 4	76
Sesión 5	79
Sesión 6	80
Atención a la diversidad	81
Tabla de especificaciones de la unidad didáctica	82
Anexo II.....	83
Anexo III	84
Anexo IV.....	85
Anexo V	86
Anexo VI.....	88
Anexo VII	89
Anexo VIII.....	90
Anexo IX.....	91

1. Introducción

“La misma institución que fue el gran instrumento de cambio hacia la sociedad industrial se ve ahora arrollada por el cambio a la sociedad del conocimiento” (Enguita, 2010, pp. 9).

Cada vez más pedagogos, filósofos educativos y psicólogos como Mariano Fernández Enguita consideran necesaria una profunda reflexión sobre cuál debe ser el papel de la escuela en la sociedad actual. Como es lógico, esta programación didáctica no es el lugar para llevar a cabo una revisión de estas reflexiones. Aun así, esta debería ser una de las preguntas en torno a la que todos los/las docentes* estructurasen sus propuestas didácticas. Por ello, se ha realizado una búsqueda de información sobre este tema para tratar de, en primer lugar, explicitar los principales objetivos que la asignatura de Física y Química debería ayudar a alcanzar a los/las alumnos/as*. En segundo lugar, se ha llevado a cabo una recopilación y análisis de información para tratar de determinar las innovaciones que mejor les permitirían alcanzar dichos objetivos. Y, en tercer lugar, se ha unificado toda esta selección de información bajo una propuesta concreta para un centro y unos alumnos con unas características determinadas.

Durante la selección de contenidos, la formulación de objetivos y el diseño de actividades se han seguido las recomendaciones taxonómicas de Shayer y Adey (1984) y de Bloom (Anderson & Krathwohl, 2000). Aun así, es posible que esta propuesta de programación didáctica sea muy ambiciosa y optimista en algunos puntos. Esto no debería ser un obstáculo excesivamente complejo de superar para los alumnos a los que está dirigida esta programación, pues únicamente se tratará de que comiencen a adaptarse a los cambios introducidos. Pero, en caso de serlo, tan solo se deberá reducir la cantidad de decisiones tomadas por los alumnos y su autonomía, así como introducir un guiado más detallado en las actividades. En cualquier caso, resultará fundamental que los alumnos experimenten un cambio actitudinal profundo hacia la ciencia y su aprendizaje, pues solo así podrán tratar de aprovechar todo el potencial de aprendizaje que se les brinda y tomar el control de su propio desarrollo.

La recopilación y análisis de información ya comentada se presentará, a continuación, dividida en apartados. Los alumnos a los que se destina esta programación y su contexto se expondrán en el primer apartado: *Características del centro y del alumnado*. Después, se describirán los objetivos planteados para los alumnos en esta etapa educativa y en la asignatura de Física y Química. Y, por último, se mostrarán los rasgos más generales de las innovaciones y de las prácticas tradicionales elegidas para tratar de que los alumnos alcancen estos objetivos. Estos rasgos se presentarán divididos en los apartados de metodología, contenidos y evaluación.

*Para facilitar la lectura y evitar un texto demasiado farragoso, de ahora en adelante se utilizará el plural masculino como genérico para referirse tanto a los alumnos como a las alumnas y tanto a los profesores/docentes como a las profesoras/docentes.

Además, todos estos apartados seguirán las bases del constructivismo (Bodner, 1986), más concretamente las de la vertiente desarrollista (Cuéllar, s.f.). Esto es debido a que, de entre todas las corrientes psicoeducativas existentes, es la que más evidencias y aplicaciones didácticas fundamentadas tiene. Aun así, también ha recibido un gran número de críticas a lo largo de los años y existen otras corrientes psicoeducativas que presentan evidencias a su favor. Por ello, únicamente se han tomado aquellas recomendaciones suficientemente contrastadas y se han tenido en cuenta las fortalezas de otras teorías. Así, se han escogido aquellos puntos de la Neuroeducación que ya disponen de una base sólida y no son meras hipótesis (Campos, 2010). Por último, se ha incluido la filosofía educativa desarrollada por Howard Gardner (1995) con su teoría de las inteligencias múltiples.

Por último, cabe mencionar que, debido a las limitaciones de espacio y formato, no se han podido justificar las actividades, metodologías, contenidos y evaluaciones seleccionados tan extensamente como se debería haber hecho. Aun así, se ha tratado de mostrar en todo momento la viabilidad de las propuestas realizadas si se consigue que los alumnos se involucren e interesen por la asignatura. Este será uno de los factores más importantes a tener en cuenta, pues los alumnos serán una fuente formidable de resistencias a los cambios necesarios para adaptar la educación a la sociedad de la información en la que vivimos.

2. Características del centro y del alumnado

2.1. Características del centro (IES Palas Atenea, 2018)

Esta programación está destinada a los alumnos que cursan la asignatura de Física y Química de 4º de ESO del IES “Palas Atenea”. Este es un centro público dependiente de la Consejería de Educación de Madrid que se encuentra situado en el municipio de Torrejón de Ardoz, a tan solo 20km de Madrid, en la zona geográfica de la Comunidad de Madrid denominada “Corredor del Henares”. El barrio en el que se ubica actualmente se trata de una zona periférica urbana industrial y de servicios. Cuenta con buenas dotaciones deportivas, educativas y sanitarias. El casco antiguo y los edificios de interés patrimonial del municipio son bastante escasos, aunque en los últimos años se han construido edificios e instalaciones de cierta singularidad como la “Caja del arte”, el “Museo de la Ciudad” y el parque temático “Parque Europa”. Además, debido a su proximidad a Madrid y a su buena comunicación se beneficia de las infraestructuras de la capital con las ventajas a inconvenientes que de ello se derivan.

En cuanto a las señas de identidad del centro, cabe destacar, además de su tamaño (en el curso 2018 – 19 hay matriculados 954 alumnos):

- Una apuesta decidida por el uso de las Nuevas Tecnologías en el aula. Para ello se están instalando pizarras interactivas en todas las aulas, además de las numerosas instalaciones informáticas implantadas con el Plan MIES.
- La existencia de diversos programas de atención a la diversidad como PMAR, diversificación y adaptaciones curriculares para alumnos con necesidades educativas especiales.
- El desarrollo de planes para mejorar el rendimiento escolar de todos los alumnos: materias optativas, grupos flexibles, grupos de nivel, actividades extraescolares, etc.
- La implicación de los alumnos en el centro mediante la creación de iniciativas como: “Cuida tu ambiente en el aula” o “Por un Palas más sostenible”.

2.2. Características generales del alumnado (IES Palas Atenea, 2018)

Los alumnos a los que está orientada esta programación didáctica disponen, en su mayoría, de un entorno familiar estable y tradicional (padre y madre) y de unas expectativas de futuro de obtener un título superior. Asimismo, los niveles formativos de la madre y del padre son relativamente altos, pues la gran mayoría poseen un título medio o superior. En cuanto al nivel socioeconómico, en casi todas las familias de los alumnos trabajan tanto el padre como la madre en empleos fijos y bien remunerados, por lo que se podría considerar su nivel socioeconómico como medio. Esto permite a todos los estudiantes disponer de medios suficientes para el estudio y de un ambiente en el que se fomenta la lectura y la asistencia a múltiples actividades culturales.

También cabe destacar que el porcentaje de alumnos inmigrantes se sitúa entre el 10 y el 15% del centro, bastante por debajo de la media del municipio. Además, todos ellos dominan sin grandes dificultades la lengua castellana y se encuentran perfectamente integrados con el resto de sus compañeros.

Debido a todas estas características, no se espera tener que abordar un número de problemas de desarrollo o de aprendizaje superior a la media a lo largo del curso. Por el contrario, se espera disponer de un ambiente de centro y de aula propicio para el aprendizaje y en el que el número de alumnos disruptores sea relativamente reducido desde el principio. A pesar de ello, se diseñarán gran parte de las actividades de forma que tengan un impacto positivo en la motivación de estos alumnos y faciliten la consecución de los objetivos planteados. Por último, se diseñarán actividades específicas en cada unidad didáctica tanto para los alumnos con un mayor ritmo de aprendizaje como para los alumnos con uno menor.

2.3. Características del alumnado de 4º de ESO (IES Palas Atenea, 2018)

Esta programación didáctica está destinada a alumnos de 4º de ESO. Se trata de alumnos profundamente implicados en el centro y sin graves conflictos entre ellos o con los profesores. Existe un ligero predominio femenino tanto en las ramas de ciencias como en las de humanidades. La distribución de alumnos en grupos según las optativas elegidas provoca un ligero desequilibrio de niveles entre los grupos. Esto es debido a que aquellos alumnos que cursan la optativa de Francés tienen, de media, un mayor nivel de desarrollo y unas mayores expectativas de futuro. En cambio, aquellos que cursan las optativas de Refuerzo de Matemáticas y Ampliación de Inglés tienen, de media, mayores problemas de aprendizaje. Pero, aun así, el nivel de los distintos grupos es bastante similar y se encuentra en torno a la media española de calificaciones en las pruebas externas.

De acuerdo con Piaget, estos alumnos ya habrían entrado en el estadio de las operaciones formales (Mounoud, 2001). Pero, posteriormente, se ha observado que ni siquiera gran parte de los adultos consigue llegar a esta cuarta etapa (Iborra, 2001). Por ello, las actividades y conceptos que se desarrollarán a lo largo de esta programación didáctica se enmarcarán entre un nivel concreto avanzado y un nivel formal inicial (Shayer & Adey, 1984). Asimismo, las actividades tendrán un nivel ligeramente mayor y proporcionarán a los alumnos un grado de autonomía algo superior al habitual en 4º de ESO. Si bien no se aumentará el nivel de forma que sea inalcanzable para los alumnos, se aprovechará su buena disposición inicial hacia la ciencia para introducir actividades que capten su interés y les permitan convertirse, poco a poco, en los directores de su propio desarrollo. Así, los conceptos y actividades tratados en la **UD 1** se encuadrarán en un nivel concreto avanzado, de forma que los alumnos puedan comprenderlos sin demasiados problemas y no se produzcan efectos negativos sobre su autoestima y motivación. Y, después, el nivel de estos conceptos y actividades aumentará de forma progresiva hasta acabar con una autonomía de los alumnos casi absoluta en la **UD 15**.

3. Objetivos

Como ya se ha comentado, los objetivos que se formularán en esta programación didáctica tratarán de fomentar el aprendizaje y el desarrollo de todos los alumnos. Solo así podrán realmente aprovechar su etapa en la educación secundaria y comenzar a formar parte activa de la sociedad. La principal fuente de información para formular o para seleccionar objetivos serán las leyes educativas de España y, más concretamente, de la Comunidad de Madrid (Decreto 48, 2015). De esta forma, gran parte de estos objetivos estarán basados en los estándares de aprendizaje evaluables y/o en los criterios de evaluación. Otros, si bien estarán de acuerdo con los contenidos recogidos en la legislación, estarán

formulados de forma un tanto diferente a como se propone en estos estándares o criterios, pues no contemplan aspectos relevantes para la secuenciación de contenidos o para las metodologías escogidas.

Los objetivos se formularán, en su mayoría, entre los tres primeros niveles de la Taxonomía de Bloom (Anderson & Krathwohl, 2000). Aun así, también se incluirán algunos objetivos de niveles superiores, como puede observarse en la *Tabla 1* recogida en el **Anexo II**.

3.1. Objetivos de la etapa

En el Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid (BOCM) de 2015 (Decreto 48, 2015), se encuentran recogidos los objetivos generales de la etapa de la Educación Secundaria Obligatoria (Decreto 48, 2015, pp. 11 – 12). Dado que estos objetivos están a la disposición de cualquiera en el BOCM de 2015 (Decreto 48, 2015, pp. 11 – 12), no se reproducirán en esta programación didáctica. Los objetivos de la asignatura introducidos a continuación se relacionarán con estos objetivos de la etapa siguiendo la nomenclatura que reciben en el BOCM.

3.2. Objetivos de la asignatura

En cuanto a los objetivos de la asignatura, estos no están formulados en el Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid como los objetivos de la etapa, sino que únicamente se describe el papel de la asignatura en el desarrollo de los alumnos (Decreto 48, 2015, pp. 42 – 43). En base a esta descripción se han formulado una serie de objetivos generales de la asignatura que se presentan a continuación. Cabe mencionar que se relacionarán los objetivos de las distintas unidades didácticas con estos objetivos de la asignatura.

Tabla 2. Objetivos de la asignatura y su relación con los objetivos de la etapa.

OBJETIVOS ASIGNATURA	OBJETIVOS ETAPA
OA1. Relacionar los principios científicos en vigor con la evolución histórica del conocimiento científico.	i, j
OA2. Comprender la explicación de la realidad que proporciona la ciencia.	e, f, k
OA3. Demostrar una actitud positiva hacia la ciencia en general y hacia el aprendizaje de las ciencias en particular.	j, k
OA4. Emplear el pensamiento crítico, la creatividad y la cooperación propios de la actividad científica.	b, e, g, j, l
OA5. Reconocer la importancia de la ciencia y de la tecnología en la sociedad actual.	a, e, j, k
OA6. Resolver problemas con precisión y rigor.	b, f, h
OA7. Empezar a seleccionar la información importante y contrastada entre la gran cantidad de información irrelevante existente en la sociedad actual.	e
OA8. Trabajar cooperativamente con otros compañeros independientemente de sus capacidades cognitivas, su sexo, su origen étnico, su religión o su orientación sexual.	a, b, c, d, k

OA9. Comprender que el conocimiento científico es un constructo en constante desarrollo y completamente interrelacionado.	f
OA10. Argumentar de forma razonada, ordenada, respetuosa y emocionalmente estable tanto verbalmente como por escrito.	a, c, d, h

3.3. Competencias

En el Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid se establece que uno de los componentes del currículo de la Educación Secundaria Obligatoria son las competencias (Decreto 48, 2015, pp. 12 – 13). Además, se recogen una serie de competencias básicas que la Educación Secundaria Obligatoria debe desarrollar. Estas competencias no se mostrarán de forma explícita en esta programación didáctica, pues pueden ser consultadas en el BOCM (Decreto 48, 2015, pp. 12 – 13). Las competencias tratadas en cada unidad didáctica pueden encontrarse en la *Tabla 3* del **Anexo III**.

4. Metodología y recursos

Las metodologías escogidas tratarán de situar a los alumnos en el centro del proceso de enseñanza – aprendizaje y buscarán que asuman un papel activo en su aprendizaje. Para ello será fundamental fomentar un cambio actitudinal en ellos y tratar de mejorar su motivación. Esto se tratará de conseguir mediante la aplicación de los principios motivacionales de Alonso Tapia (1991) en el diseño de actividades, unos principios que han resultado fundamentales, como puede apreciarse en la *Tabla 4* (**Anexo IV**) durante la selección metodológica. También ha resultado de gran utilidad el trabajo de clasificación de metodologías realizado por Amparo Fernández March (2006).

A continuación se explicarán los distintos tipos de metodologías generales que se seguirán en determinadas unidades didácticas. Después, se describirán algunas actividades que también se emplearán de forma generalizada en varias unidades didácticas y cuyas justificaciones serán más complejas que un mero tratamiento de determinados contenidos. Y, por último, se indicarán los recursos utilizados en las distintas metodologías. A continuación, en la *Tabla 4* puede encontrarse una tabla resumen (*Tabla 4*) con las metodologías y actividades utilizadas en cada unidad didáctica.

Tabla 4. Correspondencia entre las metodologías y actividades utilizadas y las distintas unidades didácticas.

	UD 1	UD 2	UD 3	UD 4	UD 5	UD 6	UD 7	UD 8	UD 9	UD 10	UD 11	UD 12	UD 13	UD 14	UD 15
ABP	X					X									X
ApS															X
AC	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CM	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PG							X	X	X	X					
AAI	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CEC	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

RELPP															
RP															
UAM															
PL															

Cabe mencionar que, para todas estas metodologías y actividades, se utilizará el concepto de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) de Vygotski (Ivic, 1994). Es decir, inicialmente los alumnos llevarán a cabo las actividades con un guiado muy extenso y detallado. Después, a medida que su ZDP se vaya desarrollando, esa guía se reducirá, de forma que los alumnos puedan desarrollar otras competencias y habilidades. Además, como ya se ha comentado, el nivel de las actividades planteadas es optimista, pero se reducirá si se considera que se encuentra fuera de la ZDP de los alumnos.

4.1. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

En la UD 1; en la UD 6; y en la UD 15 se empleará el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) (Ramírez, 2013) con un guiado que se reducirá a medida que los alumnos se familiaricen con esta metodología. En la UD 1 se tratará de un proyecto multidisciplinar entre las asignaturas de Biología y Geología y Física y Química. Esto servirá para mostrar a los alumnos que el conocimiento científico no está tan compartimentado como se suele mostrar. La realización de estos proyectos supondrá un esfuerzo considerable para los alumnos, por lo que jugarán un efecto muy importante los efectos motivadores de las metodologías activas (Coca, 2015). Los alumnos llevarán a cabo estos proyectos junto con otras metodologías y actividades como el aprendizaje cooperativo, la selección de información, etc.

Cabe también mencionar que, aunque no se indicará en cada uno de los proyectos, todos ellos tendrán un medio de difusión común: un blog de la asignatura en el que los alumnos incluirán sus pseudoartículos científicos de forma anónima o, si lo desean, con su nombre. Este blog será de dominio público y cualquier otro alumno o profesor del centro podrá acceder a él.

4.2. Aprendizaje Servicio (ApS)

En la UD 14 se empleará el Aprendizaje Servicio (ApS) (Rovira, Casares, García & Serrano, 2011) para llevar a cabo un plan de reducción del gasto energético y de regulación de la temperatura en las aulas. Este tipo de metodología servirá para que los alumnos aprecien la influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad, tanto a nivel global como a nivel local. Esto también permitirá ayudar a los alumnos a desarrollar su inteligencia emocional y determinados aspectos de su personalidad. Asimismo, esta metodología se empleará de forma conjunta con el aprendizaje cooperativo.

4.3. Aprendizaje cooperativo (AC)

El aprendizaje cooperativo (Gozálvez, Traver & García, 2011) se empleará, como ya se ha comentado, en parte de los proyectos y a lo largo de los aprendizajes servicios que se realicen. Por tanto, estará presente en las **UD 1, 6, 14 y 15**. Pero, además, resultará fundamental a lo largo de toda la asignatura, pues se llevarán a cabo un gran número de actividades en grupos cooperativos en casi todas las unidades didácticas. Por ejemplo, en la **UD 2**, se utilizará este tipo de metodología para la creación de una canción/poesía grupal sobre los distintos elementos de la Tabla Periódica. Este uso generalizado del aprendizaje cooperativo se deberá, en primer lugar, a su utilidad para el desarrollo de habilidades y actitudes necesarias para la sociedad de la información (Pérez, Martí & López, 2011). En segundo lugar, permitirá a los alumnos entrar en contacto con el carácter social y colectivo del trabajo científico (Gil, 1983a). Y, en tercer lugar, servirá para que se den cuenta de que cualquier trabajo actual se lleva a cabo de forma conjunta por muchos científicos y su punto de partida es el fruto de las aportaciones de generaciones de investigadores.

Cabe mencionar también que, siempre que se utilice esta metodología para llevar a cabo alguna actividad en la que el profesor reciba un producto evaluable, en cada grupo se llevará a cabo una división del trabajo y se asignarán determinados roles. Después, se entregará al profesor un breve informe individual sobre el cumplimiento de estas funciones de cada uno de los miembros, cuya elaboración será progresivamente menos guiada. Además, servirán para complementar la información recabada por el profesor mediante plantillas de observación. Por tanto, estos grupos cooperativos serán en sí mismos una medida de atención a la diversidad, pues el trabajo a realizar por cada alumno se podrá adecuar más fácilmente a sus capacidades que en una lección magistral.

4.4. Clase magistral (CM)

La clase magistral se utilizará en la mayoría de las unidades didácticas para presentar determinados conceptos complejos o extensos y poder trabajarlos más en profundidad con otras metodologías y actividades a continuación. Además, en estas clases magistrales se fomentará en todo momento la participación de los alumnos y se tratará de que sean lo más breves posibles. Para llevarlas a cabo se utilizarán *presentaciones teóricas, experiencias de cátedra o el planteamiento de preguntas*. Por ejemplo, en la **UD 2** se empleará para introducir el concepto de enlace químico, en la **UD 3** se realizará una experiencia de cátedra para aprender a diferenciar cambios físicos y cambios químicos, etc. Se tendrán en cuenta en todo momento las posibles repercusiones negativas que puede conllevar este tipo de metodología como el que los alumnos asuman un papel pasivo en las sesiones, que se sobrevalore el papel del profesor como principal fuente de información para los alumnos o que los

alumnos no aprovechen todo el potencial de las experiencias de cátedra (Campanario, 2002). Así, en estas últimas se pedirá a los alumnos que elaboren un breve informe con sus expectativas sobre lo que va a ocurrir y una explicación sobre por qué consideran que ha ocurrido el fenómeno como lo ha hecho.

4.5. Programas-guía (PG)

En las unidades didácticas dedicadas a la dinámica y a la cinemática (**UD 7 – 10**) se empleará una adaptación de los programas-guía desarrollados por Gil (1983b). Así, se utilizarán para tratar de forma explícita algunas ideas previas causadas por las estrategias de razonamiento inadecuadas de los alumnos (Pozo, Gómez, Limón & Sanz, 1991) relacionadas con la dinámica y la cinemática (Carrascosa & Gil, 1992). pues presentan resultados muy positivos sobre su capacidad para influir, al menos parcialmente, en ellas (Iglesias, Oliva & Rosado, 1989). Asimismo, permitirán acercar a los alumnos el modo de proceder científico mediante la emisión y contrastación de hipótesis, así como con la caracterización de movimientos en el laboratorio a partir de un marco teórico (**UD 10**). Además, al utilizar este tipo de metodología en lugar de una metodología orientada a producir únicamente un cambio conceptual (Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982), se buscará provocar en los alumnos, en primer lugar, un cambio actitudinal profundo. De esta forma, se tratará de conseguir que los efectos motivacionales perjudiciales de un cambio conceptual no acaben perjudicando al aprendizaje (Pintrich, Marx & Boyle, 1993). También cabe destacar que este tipo de metodología resulta muy coherente con todas las otras metodologías seleccionadas, pues busca centrar el proceso de enseñanza – aprendizaje en resolver problemas siguiendo un “tratamiento científico”.

4.6. Actividades de uso frecuente

4.6.1. Análisis de artículos e información (AAI)

En determinadas unidades didácticas se emplearán textos adaptados a partir de artículos y un libro de texto (Del Río, Larrondo, Martínez Salmerón & Bolea, 2016) que los alumnos deberán analizar para presentar parte de los contenidos de forma contextualizada y para familiarizarse con algunas de las características de la investigación científica. Esto servirá para, junto con otras actividades como la emisión y comprobación de hipótesis, tratar de acabar con la “metodología de la superficialidad” descrita por Carrascosa y Gil (1985). Es decir, con el hecho de que los alumnos, al igual que hacían los antiguos griegos, tienden a generalizar de forma acrítica a partir de observaciones meramente cualitativas. Esto provoca que presenten un gran número de preconcepciones erróneas, especialmente sobre los conceptos que trata la Física. Así, se enfocará el aprendizaje como un cambio metodológico. Además, esto permitirá abordar las estrategias de razonamiento erróneas que presentan muchos alumnos (Campanario & Otero, 2000).

De esta forma, en la **UD 1** se analizará un fragmento de un texto en el que se realiza un análisis histórico y epistemológico de los modelos atómicos, en la **UD 4** se analizará un apartado de un artículo científico para introducir el concepto de cantidad de sustancia, etc. El nivel de estos textos, así como la autonomía que se proporcionará a los alumnos para su análisis, irá aumentando a medida que avance el curso. Asimismo, a medida que los alumnos adquieran destreza en el análisis de información, se aumentará la cantidad irrelevante de la misma, de forma que puedan desarrollar la habilidad para seleccionar únicamente la información importante.

También se utilizará el análisis de información para acercar a los alumnos la metodología científica como abanderada del pensamiento crítico (Jiménez – Taracido & Otero, 2018; Abrami, Bernard, Borokhovski, Waddington, Wade & Persson, 2015). De esta forma, se facilitará enormemente la consecución del que debería ser, en opinión de muchos expertos y políticos, el objetivo principal de la educación: la alfabetización científica de todos los alumnos (Furió, Vilches, Guisasola & Romo, 2001). Además, mediante el desarrollo de este pensamiento crítico no solo se conseguirá acercar a los alumnos la metodología científica, también se tratará de abordar el problema de la sociedad actual sobre la rápida difusión de bulos e informaciones (Pérez, Martí & López, 2011); y se tratará de conseguir que los alumnos vean el conocimiento como algo cambiante y en constante formación (Kuhn, 1970). Así, en la **UD 3**, por ejemplo, los alumnos analizarán una gran cantidad de información sobre las fuerzas intermoleculares entre la que se encontrará la que es relevante.

4.6.2. Contexto emocional y creatividad (CEC)

Las emociones y la creatividad son una de las características principales de la investigación científica (Gil, 1986). Además, como ya se ha comentado, resultará fundamental incluir las emociones para producir un aprendizaje significativo en los alumnos. Así, en la **UD 1** se fomentará el desarrollo de la identidad de los alumnos; en la **UD 2** se compondrá grupalmente una canción o una poesía para trabajar la Tabla Periódica; en la **UD 14** se abordará el desarrollo histórico de la termodinámica mediante una representación teatral, etc. Asimismo, se fomentará en varias unidades didácticas (**UD 5, 7, 8**, etc.) la emisión de hipótesis por parte de los alumnos, pues esta es un claro exponente de la creatividad inherente a todo proceso de investigación científica (Gil, 1983a). Y, al igual que durante el análisis de artículos e información, esta emisión de hipótesis y su comprobación se realizará de un modo progresivamente menos guiado.

4.6.3. Resolución de ejercicios de lápiz y papel y problemas (RELPP)

En determinadas unidades didácticas, además de tratar los conceptos propios de las mismas, resultarán fundamentales las habilidades matemáticas. Para que los alumnos dispongan de estas

habilidades antes de aplicarlas en determinados ejercicios y problemas, será necesario acordar con el profesor de matemáticas una secuenciación de contenidos coherente para ambas asignaturas. Después, a partir de estas habilidades matemáticas previas, se escogerán determinados ejercicios de lápiz y papel con los que practicarlas o desarrollar otras nuevas. Esto es lo que se hará en la **UD 2** para practicar la configuración electrónica de los elementos, en la **UD 4** para la correcta utilización de los factores de conversión, en la **UD 5** para la realización de cálculos estequiométricos, etc.

También se utilizará la resolución de problemas más abiertos siguiendo un “tratamiento científico” (Gil, Macedo, Martínez – Torregosa, Silfredo, Valdés & Vilches, 2005). Estos servirán para seguir acercando la metodología científica a los alumnos y para reducir progresivamente la separación existente entre el aprendizaje de conceptos, la resolución de problemas de lápiz y papel y la realización de prácticas de laboratorio (Gil, Furió, Valdés, Salinas, Martínez – Torregosa, Guisasaola, ..., & Pessoa de Carvalho, 1999). Así, por ejemplo, en la **UD 12** se planteará un problema abierto para el tratamiento de los contenidos de energía.

4.6.4. Reflexiones periódicas (RP)

La realización de reflexiones periódicas y trabajos de revisión será uno de los pilares fundamentales de la metodología, pues se tratará de llevar a cabo en muchas unidades didácticas. Por ejemplo, en las **UD 2** y **4** se llevarán a cabo reflexiones sobre lo que se ha aprendido y sobre el modo de hacerlo, en las **UD 3** y **5** se realizarán trabajos grupales o individuales en los que revisar los contenidos de la unidad didáctica anterior, mapas conceptuales, etc. Esto servirá para desarrollar los procesos metacognitivos de los alumnos, de forma que puedan comenzar a autoevaluar de forma efectiva sus aprendizajes. Esto permitirá abordar parte de los problemas actuales del aprendizaje de las ciencias y facilitar la transformación de las ideas previas erróneas de los alumnos (Campanario & Otero, 2000). Además, de esta forma los alumnos podrán comenzar a comprender cuándo deben pedir feedback, lo que permitirá que vean la evaluación como un momento más de aprendizaje.

4.6.5. Utilización de analogías y modelos (UAM)

La utilización y análisis de modelos y analogías se llevará a cabo de forma generalizada a lo largo de todo el curso, estas últimas mayoritariamente para facilitar la comprensión de modelos complejos, aunque tendrán una importancia más pronunciada en las unidades didácticas en las que se traten contenidos de Química (Oliva, 2008). Esto se realizará con el objetivo de reducir la gran abstracción con la que se suele desarrollar el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Química. Así, en la **UD 1** se utilizarán diversas simulaciones para facilitar que los alumnos comprendan los modelos atómicos, en la **UD 3** se utilizarán para la configuración del modelo de la magnitud cantidad de

sustancia, etc. Y durante las reflexiones y trabajos periódicos se fomentará que los alumnos realicen representaciones y reflexiones de los modelos ya tratados. De esta forma también se trabajarán sus estrategias metacognitivas y se podrá evaluar el aprendizaje de los modelos.

4.6.6. Prácticas de laboratorio (PL)

Las prácticas de laboratorio realizadas servirán para seguir acercando la metodología científica a los alumnos y para desarrollar determinadas destrezas metodológicas necesarias para su vida. Por ejemplo, los alumnos aprenderán a tomar datos, a elaborar gráficas y tablas con ellos, a estimar el error experimental, etc. Asimismo, podrán poner en práctica otras habilidades tratadas también fuera del laboratorio como la emisión y comprobación de hipótesis, la elaboración de un plan de acción, etc. Además, se seguirán las recomendaciones recogidas por Campanario (2002). Es decir, se evitará el uso de manuales o guías excesivamente cerradas y se buscará que los alumnos formulen hipótesis y predicciones, traten de comprobarlas y de obtener conclusiones y elaboren sus propios informes de laboratorio. Así, en la **UD 5** se proporcionarán a los alumnos unas instrucciones detalladas sobre qué deben hacer, mientras que en la **UD 10** y en la **UD 12**, esta guía se reducirá considerablemente. Como puede apreciarse, se llevará a cabo una práctica en cada uno de los grandes bloques de contenidos.

4.7. Recursos

4.7.1. Libro de texto

En general, los libros de texto, como dejan claro un gran número de investigaciones (Ocelli & Valeiras, 2013), presentan diversas deficiencias y problemas que hacen que sea poco adecuado utilizarlos como único recurso para presentar los contenidos a los alumnos. Aun así, combinados con otros recursos que solucionen dichas deficiencias pueden ser de gran utilidad. Por ello, se ha llevado a cabo una comparación entre diversos libros de texto para tratar de elegir el más adecuado. Así, finalmente se ha seleccionado un libro de texto que presenta una serie de características (analizadas, al igual que las de los demás libros de texto evaluados, en la *Tabla 5* del **Anexo V**) fácilmente complementables con las actividades y metodologías seleccionadas (Del Río et al, 2016). Este libro se utilizará para seleccionar ejercicios con los que los alumnos puedan practicar determinadas habilidades matemáticas y para completar los textos que los alumnos deberán analizar en las **UD 1 y 12**.

4.7.2. Internet

Internet será uno de los recursos principales en esta programación didáctica, pues se utilizarán un gran número de simulaciones y vídeos en casi todas las unidades didácticas. Asimismo, los alumnos deberán buscar, analizar y sintetizar información en varias ocasiones, para lo que será fundamental que dispongan de acceso a internet. También resultará muy importante que los alumnos sean capaces de diferenciar las fuentes de información fiables de las que no lo son, por lo que en todo momento se

les permitirá, e incluso se les pedirá en algunas ocasiones, contrastar la información que se les proporcione. Por último, será una poderosa herramienta para mejorar la comunicación entre los alumnos y con el profesor.

5. Contenidos

Los contenidos conceptuales que se van a impartir a lo largo de las quince unidades didácticas de esta programación han sido extraídos en su totalidad del Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid (Decreto 48, 2015, pp. 51 – 52). El primer bloque de contenidos que aparece se ha distribuido en unidades didácticas a lo largo de todo el curso. Esto es coherente con las metodologías elegidas, pues permitirá abordar el proceso de enseñanza – aprendizaje como un cambio conceptual, metodológico y actitudinal simultáneo. De esta forma, en todas las unidades didácticas habrá varios contenidos procedimentales que se tratarán de alcanzar mediante el tratamiento de los contenidos conceptuales. Y, además, estos contenidos conceptuales y procedimentales estarán intrínsecamente relacionados con los contenidos actitudinales, orientados a mejorar la actitud de los alumnos hacia la ciencia.

Estas unidades didácticas se dividirán en un gran bloque dedicado a los contenidos de Química (**UD 1 – 6**), otro dedicado a los contenidos de cinemática y dinámica (**UD 7 – 10**) y otro dedicado a la energía y el calor (**UD 12 – 14**). Además, también habrá una unidad didáctica (**UD 11**) que servirá de conexión entre los dos primeros bloques y otra (**UD 15**) que servirá para que los alumnos lleven a cabo un proyecto de investigación sobre cualquier tema relacionado con la Física o la Química. A pesar de esta separación en bloques, se tratará de reducir el aislamiento de los mismos lo máximo posible para abordar el problema de la rígida parcelación del conocimiento en asignaturas totalmente aisladas. Esto contribuye a presentar la realidad y el conocimiento de la misma totalmente desligado entre sí, descontextualizado y sin sentido (Morin, 1999), algo que se quiere evitar.

En cuanto a la secuenciación de contenidos seguida, a continuación se presentará su justificación basada en las ideas previas y dificultades de comprensión más comunes entre los alumnos y en la lógica de los contenidos. Así, en la justificación que aparece en la ficha de cada una de las unidades didácticas no se hará referencia de nuevo a la importancia de los contenidos para comprender los modelos de la realidad que propone la ciencia. Por el contrario, se mostrarán los motivos por los que serán importantes para los alumnos más allá de dicha lógica de los contenidos.

5.1. Bloque de Química. UD 1 – 6

En los contenidos de Química existirán algunas concepciones alternativas (Kind, 2004), en especial con respecto a los contenidos sobre estructura de la materia (Trinidad – Velasco & Garritz, 2003). Aun así, gran parte de estas concepciones alternativas y muchos otros problemas actitudinales

y de aprendizaje de la Química se deben al gran número de dificultades de comprensión que presenta. De acuerdo con Johnstone (Taber, 2013), esto es debido, fundamentalmente, a que a los alumnos se les presentan y se les pide que encuentren sentido de forma simultánea a los tres niveles en los que actúa la Química: el macroscópico, el submicroscópico y el simbólico. Esto resulta muy complicado para ellos, pues la cantidad de información que pueden retener en su memoria de trabajo es, como máximo, de 7 ± 2 elementos (Miller, 1956). Por tanto, para que todos nuestros alumnos puedan seguir la asignatura de forma satisfactoria, es necesario que trabajen los contenidos de forma que no deban manejar más de cuatro o cinco elementos en su memoria de trabajo a la vez. Además, antes de pasar a otros contenidos debemos asegurarnos de que los contenidos que se están tratando están lo suficientemente consolidados como para ser recursos para los alumnos y no una demanda cognitiva extra. Para esto último se tratará de conseguir que los alumnos puedan relacionar los nuevos contenidos con conocimientos previos (se realizarán trabajos o reflexiones periódicas sobre los contenidos ya tratados antes de comenzar otros nuevos), se impartirá cada unidad didáctica durante un tiempo suficientemente largo y se presentarán de forma explícita y sistemática las relaciones entre los tres niveles de representación presentes en Química (Taber, 2013).

Además, para facilitar la comprensión de estos tres niveles de representación se presentarán de forma explícita los tres componentes existentes en cada uno de ellos (Caamaño, 2014): realidad ontológica; conceptos y modelos (representación mental); y representación verbal y/o con otros lenguajes. Además, se seguirá la conclusión extraída en varios estudios longitudinales realizados en Reino Unido por Johnson (2014). Es decir, que la introducción de la Química en el currículo de secundaria debería centrarse prioritariamente en el concepto de sustancia, en lugar de en las nociones de sólido, líquido y gas. En concreto, se utilizará un enfoque centrado en los átomos, pues este presenta muchas ventajas para el aprendizaje del enlace químico (Nahum, Mamlok – Naaman, Hofstein & Kranik, 2008) y para, a partir de él, explicar toda la estructura de la materia. Así, se tomarán los conceptos de sustancia y de reacción química como conceptos estructurantes de la Química (Raviolo, Garritz & Sosa, 2011) y no se abordará el segundo de ellos hasta que el primero no esté consolidado.

Así, en la **UD 1** se tratará uno de los componentes del nivel submicroscópico del concepto de sustancia: el modelo mental del átomo. Además, se tratará de forma superficial su relación con los niveles intermedio y macroscópico mediante el estudio del ADN y de la genética. Después, en la **UD 2**, se introducirán los modelos mentales para los conceptos submicroscópicos de partícula subatómica (protón, neutrón y electrón), núcleo, elemento y, tras el estudio del enlace químico, molécula. Para ello, se emplearán varias analogías, pues estas facilitan la creación y consolidación de los modelos mentales (Oliva, 2008). Además, sobre los conceptos de elemento y molécula, una vez que se haya

trabajado el modelo mental asociado a ellos, se comenzarán a trabajar sus elementos representacionales característicos (símbolo químico, fórmula molecular, diagrama de Lewis, etc.). En resumen, entre estas dos primeras unidades didácticas se habrá tratado el nivel submicroscópico de los modelos mental y representacional del concepto de sustancia (elementos y moléculas).

Una vez que estos modelos estén suficientemente tratados en el nivel submicroscópico, se introducirá en la **UD 3** su nivel macroscópico mediante el tratamiento de las fuerzas intermoleculares. Asimismo, se utilizarán ya estos modelos consolidados de sustancia para comenzar a tratar el nivel submicroscópico del modelo mental de reacción química. Por último, se podrá presentar el nivel submicroscópico del modelo representacional de estas reacciones químicas mediante las ecuaciones químicas (sin coeficientes estequiométricos refiriéndose a moles), pero este se tratará en detalle más adelante, cuando el modelo mental de las reacciones químicas haya sido suficientemente trabajado. En su lugar, será el momento de introducir, en la **UD 4**, la magnitud “cantidad de sustancia” como relación entre el nivel submicroscópico y el nivel macroscópico del modelo mental de reacción química. Después, se comprobará que los diferentes niveles y modelos trabajados en las cuatro primeras unidades didácticas están suficientemente consolidados mediante el completamiento de un mapa conceptual por los alumnos. Una vez hecho esto, se acabará de configurar en la **UD 5** el nivel macroscópico de dicho modelo mental y se trabajará, además, su modelo representacional. Esto se llevará a cabo mediante el ajuste de ecuaciones químicas y mediante la realización de cálculos estequiométricos.

Por último, en la **UD 6** se aprovechará el trabajo de consolidación de los distintos modelos realizado en las anteriores unidades didácticas para tratar el nivel submicroscópico del modelo mental y del modelo representacional de las sustancias orgánicas. Asimismo, se tratarán algunos ejemplos concretos de reacciones químicas relevantes en la Naturaleza o la industria para poner en práctica todos los modelos trabajados. Esto será fundamental, pues permitirá a los alumnos revisar todos los contenidos tratados a lo largo de las seis unidades didácticas y conectarlos, si no lo habían hecho ya, con aspectos concretos de su vida.

En cuanto a los contenidos procedimentales y actitudinales, estos estarán estrechamente relacionados con los contenidos conceptuales, como ya se ha comentado. Por ejemplo, en la **UD 5** se tratará el nivel macroscópico del modelo mental y del modelo representacional de las reacciones químicas mediante, entre otras cosas, una práctica de laboratorio. En ella también se incluirán otros contenidos procedimentales como el control de variables o el cálculo de errores experimentales. Asimismo, se abordará el contenido actitudinal de la sensibilización sobre la importancia de la

precisión en la toma de datos en Química. De igual forma, en la **UD 4** se tratará el contenido conceptual de la cantidad de sustancia a la vez que el contenido procedimental de la utilización de analogías; en la **UD 3** se estudiarán las propiedades de distintas sustancias mediante el estudio de gráficas y tablas de datos, etc. Cabe mencionar que en la **UD 1** se han formulado tres contenidos actitudinales, un número mayor que en el resto de unidades didácticas. Esto es debido a que, como ya se ha comentado, el cambio actitudinal en los alumnos será fundamental para que asuman un papel protagonista en su aprendizaje. Por ello, en la primera unidad didáctica se hará especial énfasis en el componente actitudinal de la enseñanza, aunque también se trabajará en profundidad en otras unidades didácticas.

5.2. Bloque de cinemática y dinámica (UD 5 – 10)

Los alumnos suelen tener un gran número de ideas previas erróneas relativas a los contenidos de cinemática y dinámica (Carrascosa & Gil, 1992). Estas son debidas, en gran parte a la “metodología de la superficialidad” (Carrascosa & Gil, 1985) ya comentada y a las estrategias de razonamiento erróneas de los alumnos (Campanario & Otero, 2000). Por ello, como ya se ha comentado, se utilizará una metodología similar a uno de los programas-guía desarrollados por Gil (1983b).

Así, en primer lugar, se buscará que los alumnos comprendan la importancia y el interés de estudiar el movimiento mediante una serie de preguntas en la **UD 7**. Después, se abordarán los distintos contenidos relativos a las magnitudes características del movimiento mediante una serie de actividades que permitan a los alumnos llevar a cabo una construcción de estos conocimientos. De esta forma, los alumnos dispondrán de las herramientas necesarias para estudiar los movimientos y las diferencias entre ellos. Aun así, todavía no dispondrán de los conocimientos necesarios como para comprender por qué un objeto se mueve de una determinada forma y no de otra. Por ello, antes de que los alumnos puedan estudiar en profundidad distintos tipos sencillos de movimientos, se les presentarán las fuerzas como las causantes de esas diferencias entre movimientos. A la introducción de este concepto se le dedicará una unidad didáctica completa (**UD 8**) debido al gran número de preconcepciones existentes sobre el mismo (Carrascosa & Gil, 1992) y a la importancia central de las mismas en la comprensión del movimiento. Además, esto se llevará a cabo intentando que los alumnos identifiquen las fuerzas como las causantes de las diferencias entre movimientos (EAN problema – solución), no del movimiento en sí. De esta forma se estará tratando una idea previa muy común en los alumnos, así como otras muchas que se abordarán de forma explícita a lo largo de la unidad didáctica.

Tras esta introducción del concepto de fuerza, será necesario tratar las leyes que describen sus características: las leyes de Newton. Esto es lo que se hará en la **UD 9**, en la que se intentará que los alumnos, en pequeños grupos, lleven a cabo una serie de actividades que les permitan comprender que

estas leyes permiten comprender los distintos tipos de movimientos. Asimismo, se estudiará la ley de Gravitación Universal como la descripción de una fuerza de especial relevancia: el peso. De esta forma, los alumnos ya dispondrán de los conocimientos necesarios para caracterizar distintos tipos de movimientos. Esto es lo que harán en la **UD 10**, de forma que puedan caracterizar los distintos tipos de movimientos a partir del estudio de sus distintas causas y características.

5.3. Unidad didáctica presión y flotabilidad (UD 11)

Como ya se ha comentado, la **UD 11** servirá, entre otras cosas, para que los alumnos aprecien la profunda conexión existente entre contenidos de Física y contenidos de Química. Así, se tratará el concepto de presión relacionado con la teoría cinética de los gases y con la 2ª ley de Newton. De esta forma, los alumnos podrán comprender que un contenido tratado por la Química puede tener influencia sobre un contenido tratado por la Física y viceversa. Esto contribuirá a abordar uno de los problemas de la parcelación del conocimiento en asignaturas, pues esta contribuye a presentar la realidad y el conocimiento de la misma desligado entre sí, descontextualizado y sin sentido (Morin, 1999).

5.4. Bloque de energía y calor (UD 12 – 14)

Los contenidos de este bloque se organizan de forma que se puedan abordar de forma eficaz las ideas previas más comunes de los alumnos, como la identificación del calor como una forma más de energía (García Hourcade & Rodríguez de Ávila, 1985). Para ello, en primer lugar los alumnos trabajarán en profundidad el concepto de energía y los diferentes tipos de la misma que la ciencia reconoce (**UD 12**). Después, en la **UD 13**, trabajarán los contenidos relacionados con el trabajo, el calor y la potencia. De esta forma, a partir del concepto de energía ya introducido, los alumnos podrán comprender el calor y el trabajo como formas de transferencia de dicha energía, no como energías en sí mismas. Y, por último, los alumnos estudiarán los distintos efectos de esas transferencias de energía sobre los cuerpos y su utilización en las máquinas térmicas (**UD 14**).

5.5. Unidad didáctica proyecto de investigación (UD 15)

Este proyecto de investigación se organizará de forma que los alumnos únicamente deban escoger un tema relacionado con algún contenido de Física o de Química. De esta forma, además de evaluar las habilidades y competencias adquiridas por los alumnos a lo largo del curso, se pretende trabajar en profundidad la componente actitudinal del aprendizaje para mejorar su actitud hacia la ciencia en general y hacia el aprendizaje de las ciencias en particular (tercer objetivo de asignatura). Este trabajo motivacional puede explicitarse algo más mostrando de forma concreta qué principios motivacionales de Alonso Tapia (1991) se van a tratar en esta unidad didáctica:

- **Primer y segundo principio motivacional.** Dado que los alumnos podrán escoger el tema del proyecto de investigación, es muy probable que lo consideren interesante y que aprecien su relevancia para su vida.
- **Tercer principio motivacional.** Los alumnos podrán llevar a cabo el proyecto en parejas, por lo que podrán trabajar sus habilidades cooperativas.
- **Cuarto principio motivacional.** La autonomía de los alumnos será casi absoluta.
- **Quinto principio motivacional.** Se orientará la atención de los alumnos hacia la investigación que estén realizando. Es decir, hacia el proceso más que hacia el producto.
- **Sexto principio motivacional.** Dado que los alumnos pondrán en práctica las habilidades adquiridas a lo largo del año, se fomentará la concepción de la inteligencia como algo modificable. Además, podrán comparar sus resultados con los obtenidos en otros proyectos.
- **Séptimo principio motivacional.** En todo momento, el profesor tratará de ejemplificar la pasión por la ciencia y una cultura de trabajo.
- **Octavo principio motivacional.** Las evaluaciones de estos proyectos se llevarán a cabo a lo largo de su realización, no únicamente al final, por lo que se fomentará la concepción de la evaluación como un momento más de aprendizaje. Asimismo, no se establecerán comparaciones entre los alumnos, sino que únicamente se evaluará la consecución de unos objetivos personales de cada uno de ellos.

6. Evaluación y calificación

El método de evaluación actual está muy influenciado por, entre otras, la teoría conductista. Las debilidades e incongruencias de esta teoría son muy amplias, aunque aún hay pedagogos y psicólogos que defienden sus fortalezas (Skinner, 1994). Una de las características del sistema de evaluación y calificación actual que se desprende de esta teoría es la tendencia a limitar la medición del aprendizaje de los alumnos a una calificación numérica. Si este es el único feedback que se proporciona a los alumnos, se estará organizando todo el sistema de evaluación y calificación en torno a unos premios (buenas calificaciones) o castigos (malas calificaciones) externos. Esto no quiere decir que esta sea la única posibilidad que contempla el sistema de evaluación y calificación actual. Al contrario, existe la posibilidad de proporcionar mucho más feedback a los alumnos, prueba de lo cual es la posibilidad de abordar objetivos de un alto nivel taxonómico. Pero, por desgracia, un gran número de profesores sí centra todo el proceso de evaluación y calificación en estas valoraciones numéricas. Esto provoca que, como el feedback se centra en esas “recompensas o castigos externos”, los alumnos midan su aprendizaje en función de indicadores externos (Hattie & Timperley, 2007; Deci & Ryan, 1985). Esto provocará un desarrollo mucho más limitado de las estrategias metacognitivas de control

del propio aprendizaje, así como de la competencia de aprender a aprender. Asimismo, dificultará en gran medida que los alumnos aprendan de aquellos errores que hayan podido cometer, pues el interés de los alumnos en el proceso de evaluación se reduce a la calificación obtenida (Paul, Potter & Weiss, 2014).

Para tratar de evitar esto, los métodos de evaluación y calificación seguidos en esta programación didáctica se centrarán en varios puntos:

- Proveer a los alumnos de una mayor cantidad de feedback, tanto grupal como individual, en todas las actividades y evaluaciones realizadas. Este feedback deberá centrarse, según Hattie y Timperley (2007), en el proceso en vez de en el producto. Además, esto también estará de acuerdo con el octavo principio motivacional de Alonso Tapia (1991).
- Ayudar a los alumnos a establecer una serie de objetivos individuales (similares o cercanos a los de la asignatura) para cada unidad didáctica y para la asignatura en su conjunto. Esto se realizará mediante una introducción de los contenidos que se van a tratar en cada unidad didáctica antes de comenzarla (dado que se llevará a cabo para todas las unidades didácticas, no se indicará en la metodología de todas ellas). El feedback deberá centrarse, también, en los progresos realizados para su consecución. De acuerdo con Hattie y Timperley (2007), este es el feedback más efectivo para que los alumnos se comprometan con el aprendizaje.
- Fomentar reflexiones periódicas en los alumnos en las que ellos mismos evalúen el progreso en la consecución de sus objetivos parciales y en cómo estos les acercan o no a la consecución de sus objetivos globales. De esta forma se estará favoreciendo el desarrollo de procesos metacognitivos y de la competencia de aprender a aprender. Asimismo, se estará utilizando el segundo principio motivador de Alonso Tapia (1991).
- Predominio de información cualitativa y calificación por categorías. Como ya se ha comentado, los alumnos tienden a centrar su atención en las calificaciones numéricas, aunque vengan acompañada de anotaciones e indicaciones cualitativas. Por tanto, para evitar que ignoren la necesidad de aprender de los errores cometidos y que se limiten a medir su aprendizaje mediante un parámetro totalmente externo, se les proporcionarán en cada prueba de evaluación unas anotaciones con los errores cometidos. Después, se publicará la penalización de cada tipo concreto de error para que los alumnos puedan obtener por sí mismos su calificación (Paul, Potter & Weiss, 2013).

En cada una de las unidades didácticas se seguirá un método de evaluación ligeramente distinto, pero todos ellos se atenderán a estos principios básicos. Con ellos se espera conseguir que el proceso

de evaluación no sea llevado a cabo de forma exclusiva por el profesor, producir un desarrollo de la metacognición en los alumnos y que comiencen a ver el momento de la evaluación como una situación más de aprendizaje. Una situación en la que podrán recibir o producir el feedback necesario para corregir sus actuaciones o sus productos si fuese necesario. Además, sería de gran utilidad llevar a cabo una evaluación por competencias, pero debido a la dificultad de aplicarla en un aula, no se tendrá en cuenta en esta programación didáctica.

También cabe indicar que, como se verá en la metodología de cada unidad didáctica, la evaluación se llevará a cabo de manera continuada. Así, en todas las unidades didácticas habrá varias actividades que los alumnos podrán entregar y pedir que sean corregidas, pero no será obligatorio, pues los objetivos tratados con ellas ya serán evaluados con otras actividades. En cambio, sí habrá dos pequeñas pruebas obligatorias por unidad didáctica que serán evaluadas y calificadas. Por ejemplo, en la **UD 1** se evaluará el proyecto y el análisis de información realizado por los alumnos; en la **UD 2** se evaluarán el resumen y el trabajo individual realizado por los alumnos; en la **UD 3** se evaluarán la reflexión individual y el trabajo grupal de los alumnos; etc. Estas pruebas se indican en el apartado de metodología de cada unidad didáctica con el símbolo **EVAL** al final de su explicación. Asimismo, se evaluará la participación, el trabajo y el rol asumido por cada uno de los alumnos a lo largo de todas las actividades en las que estén trabajando de forma grupal o individual. Esto se llevará a cabo mediante una plantilla de observaciones (*Tabla 6, Anexo VI*). Esta observación también buscará evaluar aquellos objetivos de la unidad didáctica que no se evalúen con algunas de las pequeñas pruebas ya comentadas o de las pruebas generales del trimestre. Estas últimas consistirán en que, en cada trimestre, habrá dos pruebas más generales en alguna de las unidades didácticas que servirán para evaluar la conexión realizada por los alumnos entre los distintos contenidos y la consolidación de los aprendizajes. Estas pruebas están indicadas en las fichas de las unidades didácticas con el símbolo **EVALTRIM** después de su explicación.

A continuación (*Tabla 7*) se presenta un esquema de calificación en el que se indica el porcentaje de la misma que se otorga a cada una de las pruebas. También se incluirá en la misma una pequeña explicación con qué ocurrirá en caso de que los alumnos no lleguen a la calificación mínima y deban recuperar la asignatura.

Tabla 7. Esquema de calificación y recuperación del curso.

Primer trimestre		
100 % de la calificación del trimestre. 33% de la calificación del curso.	40% pruebas de cada UD.	10 pruebas. 4% cada una de ellas.
	30% pruebas generales.	Dos pruebas. 15% cada una de ellas.
	30% observación.	5 unidades didácticas. 6% cada una de ellas.

Segundo trimestre		
100 % de la calificación del trimestre. 34% de la calificación del curso.	40% pruebas de cada UD.	10 pruebas. 4% cada una de ellas.
	30% pruebas generales.	Dos pruebas. 15% cada una de ellas.
	30% observación.	5 unidades didácticas. 6% cada una de ellas.
Tercer trimestre		
100 % de la calificación del trimestre. 33% de la calificación del curso.	30% pruebas de cada UD.	8 pruebas. 3.75% cada una de ellas.
	25% pruebas generales.	Dos pruebas. 12.5% cada una de ellas.
	25% observación.	5 unidades didácticas. 5% cada una de ellas.
	20% proyecto de investigación.	
No superación de un trimestre		
El modelo de evaluación y calificación propuesto busca evitar la simple memorización de contenidos para olvidarlos al cabo de pocos días. Por ello, se llevan a cabo un gran número de actividades y evaluaciones que permitan evaluar si se está produciendo un aprendizaje real y que los alumnos conciban la evaluación como un momento de aprendizaje más. Además, para evitar que los alumnos opten por un método que requiera menos trabajo y que tendrá peores resultados, no existirán pruebas de “recuperación” de un trimestre en caso de no obtener una calificación igual o superior al 50%.		
Evaluación sumativa del curso		
Los alumnos deberán obtener, para superar el curso, una calificación media superior al 50% al combinar las calificaciones de cada trimestre como ya se ha especificado. Aunque esto se cumpla, el profesor podrá decidir que el alumno no supere el curso si sus resultados del tercer trimestre son mucho peores que los de los otros trimestres.		
No superación del curso		
Aquellos alumnos que no obtengan una calificación igual o superior a un 50% a lo largo del curso, tendrán la opción de recuperar la asignatura realizando un examen oral con el profesor. De esta forma, los alumnos podrán utilizar el momento de la evaluación como una oportunidad más de aprendizaje, así como para pedir aclaraciones en caso de no comprender algún concepto.		

6.1. Evaluación de la Programación Didáctica

Resultará también fundamental llevar a cabo una evaluación sistemática y rigurosa de esta programación didáctica. Así, en primer lugar, se podrán modificar de cara a años posteriores aquellos aspectos que no hayan tenido el efecto deseado en los alumnos. Y, en segundo lugar, las evaluaciones diagnósticas a lo largo del curso permitirán comprobar si los efectos de las propuestas recogidas en esta programación didáctica son los deseados. En caso contrario, facilitarán la puesta en práctica de los cambios necesarios para que el aprendizaje de los alumnos vuelva a ser el adecuado. Además, estas evaluaciones diagnósticas serán especialmente importantes para determinar si el guiado proporcionado a los alumnos es el adecuado o si, por el contrario, es necesario reducir el nivel de exigencia cognitiva que se plantea a los alumnos.

Esta evaluación de la programación didáctica deberá hacerse, al menos, una vez por cada uno de los bloques en que se han distribuido los contenidos. En ellas se deberá evaluar la actitud de los alumnos, los conocimientos que hayan adquirido, la evolución de sus destrezas y habilidades sociales, etc. Si bien es posible que estos resultados no sean especialmente fiables ni válidos, deberían ser

suficientes para, junto con las demás pruebas de evaluación que se realizan con los alumnos, determinar si las propuestas de esta programación están funcionando adecuadamente o no.

7. Unidades Didácticas

A continuación se presentan las quince unidades didácticas en las que se han dividido los contenidos del curso en formato tabla. La estructura que siguen es:

- **Título.** Cada unidad didáctica tiene un número y un nombre característicos.
- **Temporalización.** Cada unidad didáctica lleva indicada la evaluación en la que se desarrollará y el número de sesiones en las que se hará.
- **Justificación.** Cada unidad didáctica cuenta con una breve justificación sobre la importancia de la misma más allá de la lógica de los contenidos.
- **Objetivos.** En todas las unidades didácticas se han formulado unos objetivos específicos que se han relacionado con los objetivos de la asignatura.
- **Nivel de exigencia cognitiva.** En cada UD se indica el nivel de exigencia cognitiva en el que se encuadran los contenidos desarrollados según la taxonomía de Shayer y Adey (1984).
- **Contenidos.** En todas las unidades didácticas se indican los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales que se van a tratar relacionados con los objetivos.
- **Metodología.** Cada unidad didáctica dispondrá de un apartado de metodología en el que se indiquen todas las actividades con las que se van a tratar de alcanzar sus objetivos. Estas actividades llevarán indicado entre paréntesis las siglas de la metodología o actividad a la que se corresponden de las descritas en el apartado general de metodología. Aquellas actividades que no cuentan con esta indicación es debido a que no se utilizan de forma generalizada y, por tanto, no se han recogido en el apartado general de metodología.
- **Atención a la diversidad.** Cada unidad didáctica cuenta con un apartado en el que se indican las actividades concretas que se proponen para aquellos alumnos con un nivel de desarrollo distinto al de la mayoría de sus compañeros. Se propondrán actividades tanto para aquellos alumnos con un mayor nivel de desarrollo como para aquellos alumnos con un menor nivel de desarrollo. Aunque no se indicará en las unidades didácticas, en todas ellas se podrán utilizar actividades de refuerzo o ampliación si se consideran necesarias.

UNIDAD DIDÁCTICA 1: El átomo

1ª Evaluación. 6 sesiones.

Justificación: Para que los alumnos sean capaces de rechazar pseudociencias o mitos sin contrastar, deberán comprender y familiarizarse con una visión realista y clara del modo de proceder de los científicos y de las características de su forma de pensar (Gil, 1986). También será

importante que aprendan a utilizar modelos y analogías para comprender conceptos complicados. Esto lo pondrán en práctica mediante el estudio de los modelos atómicos. Asimismo, resultará fundamental que comprendan que la ciencia no son verdades inmutables, sino que suelen aparecer contradicciones y desacuerdos entre los científicos. Para ello trabajarán la relación de la herencia genética con la personalidad, un tema en el que no existe un consenso entre los expertos.

OBJETIVOS UD (OBJETIVOS ASIGNATURA)*

1.1. Conocer la investigación en ciencia como una labor colectiva en constante evolución (1, 4, 8).

1.2. Reconocer las evidencias a favor o en contra de un determinado modelo atómico (5, 7).

1.3. Dibujar un esquema de un determinado modelo atómico a partir de su descripción (2, 4, 10).

1.4. Reconocer la necesidad de que cualquier hipótesis esté de acuerdo con el cuerpo de conocimientos de la disciplina o con el resultado de una investigación (1, 4, 7).

1.5. Comprender que la ciencia no es un conjunto de verdades absolutas, sino que pueden existir contradicciones y desacuerdos entre expertos (3, 4, 5, 9).

NIVEL DE EXIGENCIA COGNITIVA

Los átomos se presentan con una estructura interna determinada, por lo que los contenidos se desarrollan en un nivel formal inicial.

CONTENIDOS (OBJETIVOS UD)**

Conceptuales: La investigación científica (1.1, 1.4, 1.5). Modelos atómicos (1.2, 1.3). Tecnologías de la información y la comunicación en el trabajo científico (1.4, 1.5).

Procedimentales: Descripción del carácter colectivo de la ciencia (1.1). Identificación de la necesidad de contrastar cualquier hipótesis (1.4). Representación de un modelo atómico a partir de su descripción (1.3). Reconocimiento de las evidencias a favor o en contra de un modelo (1.2).

Actitudinales: Interiorización de la importancia de la colaboración en la investigación científica (1.1, 1.4). Valoración de la utilidad de los modelos para la comprensión de la realidad (1.2, 1.3). Aceptación de que la ciencia no es un conjunto de verdades absolutas e irrefutables (1.5).

METODOLOGÍA

Descripción por escrito de los alumnos de su percepción de su propia personalidad y de cómo creen que sus compañeros les perciben. De esta forma, se tratará de aprovechar el egocentrismo propio de la adolescencia tardía (Mounoud, 2001) para motivar a los alumnos hacia el tema y para realizar la primera parte del proyecto.

Planteamiento (CM) de la pregunta central del proyecto: *¿Cómo determina la herencia genética vuestra personalidad?* Esto contribuirá a que los alumnos identifiquen el proyecto como la solución a este problema (EAN problema – solución). Además, les permitirá configurar un objetivo final común al del profesor en torno a cuya consecución centrar el feedback (Hattie & Timperley, 2007).

*Únicamente se especifican los objetivos del proyecto propios de la asignatura de Física y Química, los de la asignatura de Biología se muestran en el Anexo 1.

**Únicamente se especifican los contenidos del proyecto propios de la asignatura de Física y Química, los de la asignatura de Biología se muestran en el Anexo 1.

Separación (CM) en preguntas más concretas***: *¿Qué es una molécula? ¿Qué es un átomo?*

Explicación (CM y ABP) de la forma de evaluar el proceso y el producto del proyecto. Esto servirá para que centren su atención en aquellos aspectos importantes de las actividades. Los alumnos deberán escribir un pseudoartículo científico y como guía podrán utilizar una rúbrica (**Anexo I**) que, a su vez, se utilizará para la evaluación.

Análisis en grupos (AAI y AC) de un texto sobre la evolución histórica de los modelos atómicos adaptado a partir de un artículo (Doménech, Torregosa & Saval, 2013), de un libro de texto (Del Río et al, 2016) y de otros textos (**Anexo I**). Los alumnos se valdrán de este análisis para crear un dibujo del modelo atómico de Thomson o del modelo atómico de Rutherford, en función del apartado que hayan analizado. Asimismo, deberán reconocer en el texto los argumentos o evidencias a favor y los problemas o deficiencias de dicho modelo analizado. **EVAL.**

Presentación (AC) de los resultados del análisis de cada uno de los grupos al resto de grupos que hayan analizado su mismo modelo atómico. Presentación conjunta de todos los grupos que analizan cada uno de los modelos atómicos al profesor y, después, al resto de los grupos.

Resumen y conexión (CM y UAM) de ambos modelos por parte del profesor a partir de las conclusiones de los alumnos. Además, se les pedirá que, a partir de esta explicación, busquen los problemas conceptuales que presenta una [simulación](#)^(1.1). Esto servirá para que todos los alumnos puedan visualizar y comprender con mayor facilidad todos los modelos presentados.

Introducción (CM y UAM) por parte del profesor del modelo atómico de Bohr y de sus problemas. También se explicarán las características del modelo atómico actual.

Presentación (CM) por parte del profesor a los alumnos del concepto de molécula.

Recopilación (ABP) de cada alumno de todo el trabajo realizado en grupo e individualmente (tanto en la asignatura de Física y Química como en la asignatura de Biología) en un pseudoartículo científico que seguirá un esquema fijado previamente por el profesor. También deberán incluir unas conclusiones en las que comenten la relación de sus respuestas a la pregunta central del proyecto con la presentada por el profesor como portavoz de la comunidad científica. **EVAL.**

ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

Mayor nivel: Diseñar un experimento con el que tratar de probar su hipótesis o la de sus compañeros. Analizar las hipótesis de sus compañeros.

Menor nivel: Recopilar hipótesis de sus compañeros y elegir de manera justificada una de ellas.

UNIDAD DIDÁCTICA 2: El enlace químico

1ª Evaluación. 8 sesiones.

Justificación: Los enlaces químicos y el concepto de sustancia serán fundamentales para que los alumnos puedan configurar la visión de la realidad que proporciona la Química. Para ello también será muy importante que sean capaces de formular e identificar las distintas sustancias químicas.

*** Únicamente se especifican las preguntas del proyecto propias de la asignatura de Física y Química, las de la asignatura de Biología se muestran en el Anexo 1. 24

Estos configurarán, respectivamente, el modelo mental y el representacional del concepto de sustancia. Asimismo, resultará fundamental para su vida que se habitúen a utilizar modelos y analogías y que aprendan a buscar y seleccionar la información más relevante.

OBJETIVOS UD (OBJETIVOS ASIGNATURA)

2.1. Identificar las partículas subatómicas como los distintos componentes de un átomo (2, 4, 7).

2.2. Relacionar las propiedades de un elemento con su posición en la Tabla Periódica y su configuración electrónica (5, 9).

2.3. Explicar los distintos tipos de enlace químico a partir de la configuración electrónica de los elementos implicados y su posición en la Tabla Periódica (4, 7, 10).

2.4. Utilizar la regla del octeto y los diagramas de Lewis para predecir la estructura y fórmula de los compuestos iónicos y covalentes (4, 5).

2.5. Nombrar y formular compuestos inorgánicos ternarios según las normas de la IUPAC (5, 6).

2.6. Interpretar la información que ofrecen los subíndices de la fórmula de un compuesto (4).

NIVEL DE EXIGENCIA COGNITIVA

Los elementos se presentan como una sustancia de una clase de átomos, por lo que este contenido se desarrollará en un nivel formal inicial. La Tabla Periódica se tratará como una ordenación de las propiedades de los elementos en “familias”, por lo que se enmarcará en un nivel concreto avanzado.

CONTENIDOS (OBJETIVOS UD)

Conceptuales: Sistema Periódico y configuración electrónica (2.1 – 2.3). Enlace químico: iónico, covalente y metálico (2.3, 2.4). Formulación y nomenclatura de compuestos inorgánicos según las normas de la IUPAC (2.4 – 2.6).

Procedimentales: Identificación de los neutrones, los protones y los electrones como los componentes de un átomo (2.1). Organización de los elementos de la Tabla Periódica a partir de su configuración electrónica (2.2). Discusión de los distintos tipos de enlaces químicos presentes en un compuesto (2.3 – 2.6). Utilización de la regla del octeto y de los diagramas de Lewis para predecir la estructura y fórmula de los compuestos iónicos y covalentes (2.4). Formulación de compuestos inorgánicos ternarios según las normas de la IUPAC (2.5, 2.6).

Actitudinales: Apreciación de la utilidad de la Química actual para explicar la gran cantidad de sustancias existentes en la Naturaleza (2.3 – 2.6).

METODOLOGÍA

Reflexión (RP y AC) guiada de los alumnos en pequeños grupos sobre lo que han aprendido y cómo lo han hecho en la anterior unidad didáctica.

Utilización (UAM) de una analogía entre el átomo y un sistema planetario y de una [simulación](#)^(2.1) para que los alumnos sigan configurando su modelo mental del átomo. Con ella los alumnos

deberán tratar de responder a la pregunta: *¿El número de qué partículas (protones, neutrones y/o electrones) consideramos que caracteriza a un elemento?* Esto servirá para introducir el modelo representacional del nivel submicroscópico del concepto de elemento. Además, se explicará a los alumnos que, como se ha estudiado en la **UD 1**, el núcleo es mucho más pequeño que el tamaño del átomo, por lo que el modelo presentado en esta simulación no está a escala.

Debate (AC y CM) en el que los alumnos comenten por qué creen que el número de protones es el único que no puede cambiar en un determinado elemento e introducción de los conceptos de ion e isótopo. Esto servirá para que comprendan la organización de los elementos en la Tabla Periódica y sus distintas propiedades. Lo practicarán con otro apartado de la misma [simulación](#)^(2.1).

Creación (AC y CEC) en grupos de una estrofa con el nombre, utilidad y/o propiedades de tres elementos químicos asignados. Crearán un poema con las estrofas de todos los grupos. **EVAL.**

Planteamiento (CM) por parte del profesor de la pregunta: *Si tan solo se conocen 118 elementos químicos, ¿cómo es posible que existan más de 151 millones de sustancias*^(2.2)?

Introducción (CM) del concepto de enlace químico como solución al problema ya planteado (EAN problema – solución) y de los tipos de enlace químico que pueden existir.

Búsqueda de información (AC y AAI) en grupos sobre qué diferencia a cada uno de los enlaces, sobre qué es la configuración electrónica de un elemento y sobre qué es la regla del octeto. Se hará especial énfasis en que los alumnos busquen esta información en páginas web fiables.

Debate (AC y AAI) entre los alumnos sobre la información encontrada y sobre la fiabilidad de las fuentes de la que la hayan obtenido. Se seleccionarán aquellas fuentes de información fiables (instituciones públicas, investigadores, etc.).

Elaboración de un resumen individual sobre las características de los elementos que forman cada uno de estos enlaces, sobre qué es la configuración electrónica de un elemento y sobre la regla del octeto. Esto servirá para evaluar la comprensión de estos conceptos por parte de los alumnos y para que dispongan de la información más relevante en todo momento.

Resolución (RELPP) de ejercicios de lápiz y papel para que los alumnos obtengan la configuración electrónica de un elemento o de un ion a partir de su símbolo y viceversa. Utilizarán esta configuración electrónica, la regla del octeto y los diagramas de Lewis para obtener la geometría y la fórmula de diversos compuestos. Los alumnos podrán utilizar una [simulación](#)^(2.3) para comprobar la relación entre la configuración electrónica y su modelo mental del átomo.

Introducción (CM) a los estudiantes de forma sistemática de las reglas de la IUPAC para nombrar y formular compuestos.

Trabajo individual en el que los alumnos recopilen dichas normas. También reflexionarán sobre el significado de los distintos subíndices y superíndices presentes en compuestos neutros o cargados. Esto servirá para que los alumnos dispongan de una guía que utilizar para formular compuestos inorgánicos y para comprobar una comprensión no meramente mecánica de las reglas de la IUPAC para nombrar y formular compuestos. **EVAL.**

ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

Mayor nivel: Ayudar a sus compañeros a seleccionar, de forma razonada, las fuentes de información más fiables durante la búsqueda de información y el debate.

Menor nivel: Analizar las reflexiones de sus compañeros sobre los subíndices y los superíndices de los compuestos inorgánicos ternarios y elegir, de manera justificada, una de ellas.

UNIDAD DIDÁCTICA 3: Cambios químicos y sustancias

1ª Evaluación. 6 sesiones.

Justificación: Las fuerzas intermoleculares serán fundamentales para que los alumnos comprendan el concepto de sustancia. Asimismo, las reacciones químicas serán muy importantes para que comprendan los cambios que se pueden producir en dichas sustancias. Además, en esta unidad didáctica los alumnos aprenderán a extraer información de tablas y gráficos. Por último, se fomentará el desarrollo del espíritu crítico de los alumnos mediante la interiorización la importancia de contrastar cualquier tipo de información antes de aceptarla como veraz y fiable. Este será fundamental para una correcta integración de todos los alumnos en la sociedad.

OBJETIVOS UD (OBJETIVOS ASIGNATURA)

3.1. Reconocer la necesidad de que cualquier información esté contrastada con otras fuentes de información fiables antes de ser considerada veraz o correcta (4, 7).

3.2. Relacionar la intensidad y el tipo de las fuerzas intermoleculares con el estado de agregación y con las propiedades de distintas sustancias (2, 3, 9).

3.3. Interpretar gráficas o tablas con información sobre propiedades características de distintas sustancias (2, 3, 7).

3.4. Comprender el mecanismo de una reacción química (2, 5).

3.5. Interpretar reacciones químicas sencillas mediante la teoría de colisiones (2, 4, 5).

3.6. Justificar la ley de conservación de la masa a partir del concepto de reorganización atómica que tiene lugar en una reacción química (4, 10).

3.7. Conocer las diferencias entre una reacción y una ecuación química (5).

NIVEL DE EXIGENCIA COGNITIVA

Las reacciones químicas se presentan como choques entre las moléculas de las distintas sustancias, por lo que los contenidos se enmarcan en un nivel formal inicial. Las fuerzas intermoleculares se

tratan únicamente como la razón de que las distintas moléculas se mantengan unidas, por lo que se desarrollarán en un nivel concreto avanzado.

CONTENIDOS (OBJETIVOS UD)

Conceptuales: Fuerzas intermoleculares (3.2, 3.3). Reacciones y ecuaciones químicas (3.4 – 3.7).

Procedimentales: Reconocimiento de la necesidad de contrastar cualquier información con diversas fuentes fiables de información (3.1). Interpretación de gráficas y tablas con información sobre propiedades características de diversas sustancias a partir de las fuerzas intermoleculares presentes en ellas (3.2, 3.3). Comprensión del mecanismo de las reacciones químicas (3.4 – 3.6).

Actitudinales: Valoración de la importancia de contrastar cualquier información (3.1).

METODOLOGÍA

Trabajo (RP) individual de los alumnos en el que deberán dibujar varios elementos y compuestos a partir de sus símbolos, nombres o fórmulas. También deberán realizar una breve reflexión sobre cómo de bien consideran que estos modelos sirven para explicar la realidad. Esto servirá para evaluar la conexión realizada por los alumnos entre el modelo mental y el modelo representacional del nivel submicroscópico del concepto de sustancia. **EVALTRIM.**

Planteamiento (CM) a los alumnos de la reflexión: *Dado que los átomos y las moléculas tienen un tamaño tan reducido, será necesario que muchos de ellos se unan para formar un conjunto macroscópico que podamos percibir a simple vista. ¿Cómo se unen estas moléculas? ¿Qué propiedades tienen las sustancias debido a esas uniones?*

Análisis (AC y AAI) y contrastación en grupos de la información que se les proporcionará como respuesta a la anterior pregunta. En esta información se incluirán gráficos y tablas con las propiedades características de los distintos tipos de sustancias y las propiedades de las uniones entre moléculas. Parte de esta información será correcta, pero otra parte contendrá errores conceptuales típicos como la concepción de la materia continua (Kind, 2004). **EVAL.**

Debate (AC) en el que los alumnos, por grupos, defiendan qué información de la respuesta consideran correcta y en qué otras fuentes de información basan sus conclusiones. El profesor actuará como guía y como apoyo en caso de que los alumnos lleguen a conclusiones erróneas.

Trabajo (AC y RP) en grupo en el que los alumnos preparen una tabla resumen con los tipos de uniones entre moléculas y las propiedades de las sustancias debidas a esas uniones. Esto servirá para evaluar las relaciones establecidas por los alumnos entre el nivel submicroscópico y el nivel macroscópico de los modelos mentales y representacionales de sustancia. Además, les permitirá disponer en todo momento de la información relevante tratada en la unidad didáctica. **EVAL.**

Planteamiento (CM) a los alumnos de la pregunta: *Una vez que estas sustancias están formadas, ¿qué tipos de cambios pueden ocurrir en ellas?*

Introducción (CM) por parte del profesor de las diferencias entre cambios físicos y cambios químicos mediante una **experiencia de cátedra** (evaporación de agua y disolución de sal en agua como cambios físicos y reacción de un oso de gominola con clorato potásico como cambio químico). Se explicarán ambas experiencias a nivel submicroscópico para que los alumnos comiencen a configurar el nivel submicroscópico de su modelo mental de reacción química.

Visualización (UAM) del primer minuto de un [vídeo](#)^(3.1) en el que se realiza una analogía entre la teoría de colisiones y los choques entre personas. (Al final de ese minuto se utiliza la expresión: “suficientemente fuerte” para referirse a energía. Esto es un error que se indicará a los alumnos).

Utilización (UAM) de una [simulación](#)^(3.2) para que los alumnos, de forma individual, traten de justificar por escrito la ley de conservación de la masa a partir de la comprensión previa del mecanismo de una reacción química. También deberán tratar de responder a la pregunta: *¿En qué se diferencia una reacción química de una ecuación química?* De esta forma comenzarán a configurar también el nivel submicroscópico del modelo representacional de una reacción química.

ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

Mayor nivel: Analizar la analogía empleada para explicar la teoría de colisiones.

Menor nivel: Utilizar una guía durante la justificación de la ley de conservación de la masa.

UNIDAD DIDÁCTICA 4: La cantidad de sustancia

1ª Evaluación. 4 sesiones.

Justificación: Para que comprendan las reacciones químicas, los alumnos trabajarán en profundidad uno de los conceptos que más dificultades de comprensión suele presentar (Kind, 2004): la cantidad de sustancia. Además, los alumnos analizarán el hecho de que el conocimiento no es un constructo cerrado y completo, sino que está en constante cambio y evolución. Para ello estudiarán parte del desarrollo histórico de la teoría atomista.

OBJETIVOS UD (OBJETIVOS ASIGNATURA)

4.1. Comprender las soluciones a problemas complejos de la historia de la Química mediante la resolución de problemas análogos simplificados (1, 4, 6, 9).

4.2. Conocer la cantidad de sustancia como magnitud fundamental y el mol como su unidad en el Sistema Internacional de Unidades (2, 9).

4.3. Identificar la cantidad de sustancia como una magnitud creada para ser útil para relacionar magnitudes microscópicas y magnitudes macroscópicas (1, 3, 5, 9).

4.4. Realizar cálculos que relacionen la cantidad de sustancia, la masa atómica o molecular, la constante del número de Avogadro y/o la molaridad de una disolución (6).

4.5. Relacionar las magnitudes fundamentales con las derivadas a través de ecuaciones de magnitudes (6, 9).

NIVEL DE EXIGENCIA COGNITIVA

Las hipótesis de Avogadro no se tratarán directamente, sino mediante una analogía, por lo que se desarrollarán en un nivel formal inicial. La magnitud cantidad de sustancia únicamente se utilizará como un conjunto de partículas que relacionan el nivel microscópico con el macroscópico, pues se presentará haciendo énfasis en el proceso que llevo a su consolidación. Por ello, se enmarcará en un nivel concreto avanzado.

CONTENIDOS (OBJETIVOS UD)

Conceptuales: Cantidad de sustancia: el mol (4.2 – 4.4). Magnitudes fundamentales y derivadas (4.4, 4.5). Concentración molar (4.4).

Procedimentales: Utilización de analogías para comprender problemas complejos (4.1). Realización de cálculos que relacionen, mediante la cantidad de sustancia, magnitudes microscópicas con magnitudes macroscópicas (4.3 – 4.5). Manipulación de factores de conversión para relacionar magnitudes fundamentales con sus derivadas (4.4, 4.5).

Actitudinales: Aceptación del conocimiento como un constructo abierto y en constante modificación (4.2, 4.3). Interés por la evolución histórica del conocimiento científico (4.2, 4.3).

METODOLOGÍA

Reflexión (RP) poco guiada de los alumnos en pequeños grupos sobre lo que han aprendido y cómo lo han hecho en la anterior unidad didáctica. Esto servirá para que los alumnos revisen sus modelos mentales y representacionales de sustancia y reacción química.

Utilización de una analogía (CEC y UAM). Los alumnos, en pequeños grupos, recibirán tres cajas idénticas totalmente cerradas llenas con clips de distinto tamaño. La única información de la que dispondrán será que en las tres cajas hay el mismo número de clips (Arce de Sanabria, 1993). Con estos datos y mediante el uso de una báscula, deberán obtener toda la información posible sobre las masas de los distintos tipos de clips. En caso de que a ninguno de los alumnos se le ocurra relacionar las masas de los clips para obtener las masas relativas, el profesor podrá plantear alguna pregunta a modo de guía.

Introducción (CM) del profesor de la hipótesis de Avogadro para explicar la medición de las masas atómicas de los distintos elementos. Se buscará que los alumnos comprendan que el procedimiento que se llevó a cabo fue análogo al llevado a cabo por ellos en el laboratorio.

Análisis (AC y AAI) en grupos de un texto adaptado a partir de un artículo (Furió & Padilla, 2003). En él existen un gran número de datos históricos que sirven que los alumnos se familiaricen con algunas de las características del desarrollo científico y para fomentar el desarrollo de su visión del conocimiento como algo cambiante y en constante construcción. Pero, aun así, no aportan una información relevante al concepto de mol una vez formado. Por ello, los alumnos deberán ser capaces de seleccionar y resumir la información relevante siguiendo una breve guía. **EVAL.**

Planteamiento (CM y UAM) de la pregunta por parte del profesor a los alumnos: *¿Por qué crees que se estableció que un mol represente la cantidad de sustancia que contiene el mismo número de entidades elementales (átomos, iones o moléculas) como átomos hay en 12 gramos de ^{12}C ? ¿Por qué no escoger otra masa?* Los alumnos usarán una [simulación](#)^(4.1) para responder a estas preguntas de manera individual. Además, deberán encontrar el error presente en dicha simulación, que está relacionado con el cálculo de la masa molecular del helio y que servirá para ayudar a los alumnos a distinguir entre masa atómica y masa molecular. También tendrán que encontrar una analogía entre el número de Avogadro y alguna otra cantidad con la que estén más familiarizados. **EVAL. Resolución (RELPP)** de ejercicios de lápiz y papel en los que los alumnos utilicen factores de conversión para convertir una cantidad de sustancia expresada en moles en una masa expresada en gramos, en un volumen expresado en litros o en un número de átomos o moléculas. También realizarán cálculos de molaridad a partir de datos concretos de cantidad de soluto y de volumen de disolvente o viceversa. Estos ejercicios servirán para que los alumnos adquieran suficiente destreza matemática con estos factores.

ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

Mayor nivel: Analizar las deficiencias o problemas que se pueden derivar de utilizar la analogía de las cajas con los clips empleada en esta unidad didáctica.

Menor nivel: Utilizar una pequeña guía para utilizar la [simulación](#)^(4.1) y responder a las preguntas planteadas por el profesor.

UNIDAD DIDÁCTICA 5: Las reacciones químicas

1ª Evaluación. 7 sesiones.

Justificación: En esta unidad didáctica los alumnos desarrollarán más su capacidad para controlar variables y practicarán la emisión y la contrastación de hipótesis. También llevarán a cabo un gran número de cálculos estequiométricos para adquirir destreza matemática con ellos. Por el contrario, los alumnos no trabajarán en profundidad los gráficos de velocidad de una reacción, pues esto alargaría demasiado el tiempo dedicado a esta unidad didáctica.

OBJETIVOS UD (OBJETIVOS ASIGNATURA)

5.1. Conocer los postulados del modelo cinético – molecular (2, 4).

5.2. Discutir la influencia de la velocidad de una reacción química de diversos factores como la temperatura, la concentración de los reactivos, etc. (2, 5, 10).

5.3. Contrastar las hipótesis emitidas sobre el efecto de los distintos factores que afectan a la velocidad de una reacción química a través de experiencias de laboratorio (4, 10).

5.4. Utilizar el control de variables en experiencias de laboratorio (4).

5.5. Ajustar ecuaciones químicas tanto por tanteo como siguiendo un método aritmético (6).

5.6. Realizar cálculos estequiométricos con reactivos puros suponiendo un rendimiento completo de la reacción (5, 6).

5.7. Comprender que no es posible realizar medidas sin cometer imprecisiones (4, 9).

NIVEL DE EXIGENCIA COGNITIVA

La velocidad de una reacción química se entiende a partir de los puntos de contacto con el sólido y de la cantidad de choques de moléculas (identificadas con un modelo de bolas). Por tanto, se desarrollarán en un nivel concreto avanzado. Se intentará que los cálculos estequiométricos los puedan realizar tras una práctica adecuada, por lo que se enmarcarán en un nivel formal inicial.

CONTENIDOS (OBJETIVOS UD)

Conceptuales: Mecanismo, velocidad y energía de las reacciones (5.1 – 5.3). Cálculos estequiométricos (5.5, 5.6). Errores en la medida (5.7).

Procedimentales: Formulación de hipótesis sobre la influencia de diversos factores en la velocidad de una reacción química (5.2). Utilización del control de variables en experiencias de laboratorio (5.3, 5.4). Realización de ajustes de ecuaciones químicas y de cálculos estequiométricos (5.5, 5.6).

Actitudinales: Sensibilización sobre la importancia de tomar datos con precisión en Química (5.7).

METODOLOGÍA

Trabajo (RP) individual en el que los alumnos deberán completar un mapa conceptual (**Anexo VII**) sobre las cuatro unidades didácticas anteriores. Esto servirá para evaluar su comprensión de los conceptos ya tratados y que serán necesarios para que puedan trabajar el nivel macroscópico del modelo representacional de las reacciones químicas. **EVALTRIM**.

Trabajo (UAM) individual en el que los alumnos deberán dibujar y describir el nivel submicroscópico del modelo mental que tengan de un sólido, de un líquido y de un gas. Esto servirá para explicitar las posibles ideas previas de los alumnos sobre el postulado del modelo cinético – molecular que establece que las partículas se encuentran en constante movimiento (Kind, 2004).

Trabajo (CM, UAM y AC) en grupos para responder a las preguntas realizadas antes (*Si juntamos ambos volúmenes en un mismo recipiente, ¿cuál será el volumen total?*) y después (*¿Por qué el volumen total no es igual a 100 mL?*) de la experiencia de cátedra llevada a cabo. Esta consistirá en mezclar 50 mL de agua con 50 mL de alcohol. Las preguntas servirán para explicitar las posibles ideas previas de los alumnos sobre la continuidad de la materia y el vacío entre las partículas (Trinidad – Velasco & Garritz, 2003), otro de los postulados del modelo cinético – molecular.

Recordatorio (CM) por parte del profesor del modelo cinético – molecular y de la teoría de colisiones. Se introducirá, a partir de este modelo y de esta teoría, el concepto de velocidad de una reacción y la influencia de los catalizadores en la misma.

Emisión de hipótesis (AC y CEC) en grupos basadas en la teoría de colisiones y en el modelo cinético – molecular sobre la influencia en la velocidad de una reacción química de los siguientes factores: la temperatura, el grado de división de los reactivos sólidos, la cantidad de reactivo sólido o líquido, la cantidad de reactivo gaseoso y la concentración de los reactivos disueltos.

Introducción (CM) por parte del profesor del concepto de error experimental y de cómo reducirlo. También se tratarán brevemente los errores experimentales que los alumnos podrán cometer en la siguiente práctica de laboratorio y cómo deberán expresar las medidas teniéndolos en cuenta. Asimismo, se explicará brevemente el concepto de energía de las reacciones químicas.

Práctica de laboratorio (PL, CEC y AC) en la que los alumnos dispondrán del material necesario para comprobar sus hipótesis con un tipo sencillo de reacción química. Únicamente se les proporcionará un breve guion con las ecuaciones químicas que pueden utilizar escritas, las instrucciones de uso del material y la *recomendación* de estudiar cómo afectan a la velocidad de la reacción cambios en esos factores de forma ordenada e individual. De esta forma, los alumnos estarán poniendo en práctica su capacidad para controlar variables y están asumiendo la necesidad de contrastación de las hipótesis ya introducida en la **UD 3**. Los alumnos deberán entregar, por grupos, un informe con el proceso seguido y con las conclusiones alcanzadas. **EVAL.**

Experiencia de cátedra (CM) en la que el profesor llevará a cabo una reacción química sencilla para la que habrá realizado previamente los cálculos estequiométricos precisos junto con los alumnos. Esta servirá para mantener que los alumnos sigan interesados en los contenidos y para que comprendan la utilidad de los cálculos estequiométricos para cualquier reacción química.

Resolución (RELPP) de ejercicios de lápiz y papel en los que los alumnos practiquen el ajuste de ecuaciones químicas y los cálculos estequiométricos. Los ejercicios tratarán de reacciones químicas de interés industrial o biológico. Asimismo, los alumnos tendrán que, en algunos ejercicios, dibujar el nivel microscópico del modelo mental de la reacción química que estén utilizando para comprobar que no están llevando a cabo meros cálculos mecánicos. **EVAL.**

ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

Mayor nivel: Abordar la resolución de un problema abierto sobre las restricciones de contaminación que se deberían imponer a las calderas de butano de Madrid.

Menor nivel: Utilizar una [simulación](#)^(5.1) para emitir sus hipótesis sobre la influencia de la temperatura en la velocidad de la reacción y otra [simulación](#)^(5.2) para emitir sus hipótesis sobre la influencia de la concentración de los reactivos disueltos en la velocidad de la reacción.

UNIDAD DIDÁCTICA 6: La química orgánica

2ª Evaluación. 8 sesiones.

Justificación: Al comprender la química orgánica, los alumnos podrán relacionar mucho más fácilmente el conocimiento de distintas disciplinas, pues les permitirá relacionar la Química y la

Biología. Además, servirá para que aumenten su alfabetización científica y para ejemplificar la importancia de la Química tanto en la industria como en la Naturaleza. Asimismo, los alumnos podrán seguir familiarizándose con algunas de las características de la actividad científica y de algunas de las formas en que puede influir en el medioambiente, tanto positivas como negativas.

OBJETIVOS UD (OBJETIVOS ASIGNATURA)

6.1. Reconocer la importancia de los compuestos orgánicos para la vida (2, 3, 5, 7).

6.2. Conocer los motivos por los que el carbono es el elemento que forma mayor número de compuestos (2, 7).

6.3. Nombrar y formular compuestos orgánicos mediante su fórmula molecular, semidesarrollada y desarrollada (2, 5).

6.4. Reconocer distintos compuestos orgánicos a partir de un modelo en tres dimensiones de los mismos (2, 4).

6.5. Valorar la importancia en la industria o en la naturaleza de distintos tipos de reacciones químicas (2, 3, 5).

6.6. Argumentar sobre la influencia de la Química en el medioambiente o en procesos biológicos (3, 5, 10).

NIVEL DE EXIGENCIA COGNITIVA

La química orgánica se trata de forma que los alumnos puedan reconocer algunas familias simples en términos de su grupo funcional común, por lo que se enmarcan en un nivel formal inicial.

CONTENIDOS (OBJETIVOS UD)

Conceptuales: Introducción a la química orgánica (6.1– 6.4). Reacciones de especial interés (6.5, 6.6).

Procedimentales: Formulación de compuestos orgánicos (6.3). Reconocimiento de distintos compuestos orgánicos a partir de un modelo en tres dimensiones de los mismos (6.4). Argumentación sobre la influencia de la Química en el medioambiente (6.6).

Actitudinales: Valoración de la importancia en la industria o en la naturaleza de distintos tipos de reacciones química (6.5, 6.6).

METODOLOGÍA

Reflexión (RP) individual de los alumnos sobre lo que han aprendido y cómo lo han hecho en las cinco primeras unidades didácticas. Contarán con una breve guía para llevarla a cabo. Aun así, mientras dejen claros unos puntos mínimos, podrán realizarla como consideren.

Trabajo en grupo (AC) en el que los alumnos buscarán información sobre la importancia de los compuestos orgánicos y la defenderán frente a sus compañeros.

Utilización (UAM), de manera individual, de un [simulador](#)^(6.1) en tres dimensiones de distintas moléculas orgánicas y de las reglas básicas para la formulación orgánica. Esto servirá para que los

alumnos configuren el nivel submicroscópico de su modelo mental de moléculas orgánicas. Asimismo, podrán relacionar dicho modelo mental con su modelo representacional. Sobre cada molécula aparece su nombre y, en la siguiente actividad, los alumnos trabajarán su formulación.

Creación (CEC), de manera individual, de unas tarjetas en las que se pueda encontrar: el dibujo modelizado de la molécula (para lo que podrán utilizar el [simulador](#)^(6.1) anterior); el nombre de la misma; y su fórmula semidesarrollada. En dicho [simulador](#)^(6.1) se recoge la representación de 85 compuestos orgánicos, de los que los alumnos deberán elegir 40. Los alumnos utilizarán estas tarjetas creadas con los distintos compuestos para practicar la formulación orgánica mediante una versión del clásico juego: *¿Quién es quién?* También se recomendará a los alumnos la configuración de una tabla con las normas de formulación de los compuestos orgánicos. **EVAL.**

Análisis (AC y AAI) y contrastación, en grupos, de la información que se les proporcionará sobre la importancia de distintos tipos de reacciones, tanto en la industria como en la naturaleza. Deberán seleccionar aquellas reacciones que de verdad sean especialmente relevantes y, en caso de no encontrarse entre la información proporcionada, averiguar el motivo por el que lo son.

Trabajo individual (ABP) en el que los alumnos llevarán a cabo la escritura de un pseudoartículo científico como el de la **UD I**. En este caso la guía será mucho más reducida, pues tan solo se proporcionará a los alumnos la pregunta central y los apartados que deberá tener el producto final. Además, los alumnos podrán elegir entre dos preguntas centrales: *¿Qué reacciones químicas están produciendo una mayor cantidad de gases de efecto invernadero en la Tierra y cómo podemos cambiarlo?* O *¿Qué compuestos orgánicos son fundamentales para una nutrición adecuada y por qué?* Los apartados que deberá tener el pseudoartículo científico serán una introducción en la que hablen de la importancia de los compuestos orgánicos para la vida y de la Química en la sociedad y una serie de apartados específicos de cada una de las preguntas. **EVAL.**

ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

Mayor nivel: Asumir el rol del profesor durante la práctica de la formulación orgánica con el juego del *¿Quién es quién?* y ayudar a sus compañeros controlando que no se equivoquen.

Menor nivel: Utilizar una guía más detallada y extensa para la práctica de la formulación orgánica y para la realización del pseudoartículo científico.

UNIDAD DIDÁCTICA 7: El movimiento

2ª Evaluación. 11 sesiones.

Justificación: Esta unidad didáctica resultará fundamental para que los alumnos se familiaricen y comprendan en profundidad el modo de proceder de los científicos. A su vez, esto será muy importante para que consigan superar el pensamiento acrítico como forma preferente de buscar explicaciones para lo que ocurre a su alrededor. En cuanto a dicha explicación, uno de los pilares fundamentales para comprender los fenómenos cotidianos será el estudio del movimiento.

Asimismo, las magnitudes propias de dicho estudio del movimiento suelen presentar dificultades para los alumnos debido a los significados poco precisos con los que se utilizan en situaciones cotidianas. Esto se utilizará para que los alumnos aprendan a diferenciar entre acepciones cotidianas de algunos términos y las acepciones que se emplean en ciencias. Por último, también será importante que los alumnos se familiaricen con la emisión y comprobación de hipótesis.
OBJETIVOS UD (OBJETIVOS ASIGNATURA)
7.1. Expresar el interés que puede tener el estudio del movimiento (3, 5).
7.2. Conocer los errores de comprensión relacionados con el movimiento que provoca la utilización de un pensamiento acrítico (3, 4, 5).
7.3. Comprender que no existen diferencias entre el tipo de movimiento de los astros y el de los objetos en la superficie de la Tierra (1, 2, 4, 9).
7.4. Reconocer las magnitudes necesarias para caracterizar movimientos sencillos (4, 8, 9, 10).
7.5. Utilizar la posición, la velocidad y la aceleración para caracterizar movimientos reales o inventados (2, 5, 6, 10).
7.6. Relacionar las magnitudes vigentes para estudiar el movimiento con la evolución histórica de las mismas (1, 2, 4, 9).
7.7. Reconocer las relaciones entre distintas magnitudes mediante la ecuación de dimensiones (6).
NIVEL DE EXIGENCIA COGNITIVA
La aceleración se presentará como una medida del cambio de la velocidad y la velocidad como una medida del cambio de la posición, por lo que se enmarcarán en un nivel formal inicial.
CONTENIDOS (OBJETIVOS UD)
Conceptuales: El movimiento (7.1 – 7.6). Ecuación de dimensiones (7.7).
Procedimentales: Identificación de las concepciones erróneas que provoca la utilización de un pensamiento acrítico (7.2, 7.3). Emisión de hipótesis sobre las magnitudes que caracterizan el movimiento (7.4). Caracterización de movimientos reales mediante la posición, la velocidad y la aceleración (7.5). Observación de las relaciones entre las magnitudes vigentes para estudiar el movimiento y su evolución histórica (7.6). Reconocimiento de las relaciones entre magnitudes características del movimiento mediante la ecuación de dimensiones (7.7).
Actitudinales: Valoración de la utilidad de la Física actual para explicar el movimiento (7.1 – 7.3). Aceptación de la necesidad de contrastar las hipótesis emitidas y de que la comunidad científica las compruebe (7.5, 7.6).
METODOLOGÍA
Planteamiento de la pregunta (CM, PG y AC) a los alumnos en pequeños grupos: <i>¿Qué interés puede tener el estudio del movimiento de: a) Un vehículo de transporte, b) Las piezas que forman</i>

un mecanismo, c) Un avión cuando aterriza o despegue, d) Un coche cuando frena, e) La Luna, el Sol y las estrellas, f) Otros movimientos que consideres importantes? Esto servirá para que los alumnos tomen conciencia de la importancia del estudio del movimiento.

Planteamiento de las preguntas (CM y AC): *¿Qué diferencias crees que existen entre el movimiento de los astros y el de los objetos en la superficie terrestre? ¿Por qué si se deja caer una piedra esta cae al suelo pero no ocurre lo mismo con la Luna?* Esto servirá para explicitar las ideas previas erróneas de los alumnos sobre las diferencias de estos dos tipos de movimientos.

Trabajo en grupo (AC) en el que cada uno de los alumnos recoja las respuestas a las dos preguntas anteriores de tres personas de su entorno. Cada grupo deberá ponerlas en común, clasificarlas y elaborar una tabla en la que indiquen el tipo de respuesta y el número de personas que la han proporcionado. Esto servirá para que los alumnos sean conscientes de los errores que provocan las estrategias de razonamiento inadecuadas típicas del pensamiento anticrítico cotidiano. Asimismo, servirá para que desarrollen su capacidad para llevar a cabo clasificaciones y para que, a medida que el tema avance, puedan utilizar estas respuestas como referencia y tener la sensación de avance.

Análisis (AAI y AC) en grupos de un fragmento de información sobre la perspectiva aristotélica como el que aparece en la página 152 del trabajo de Rafaela Verdú y Joaquín Martínez Torregosa (2004). Los alumnos deberán decidir si las ideas presentes en este breve texto serían razonables para las personas de hace 20 siglos y/o para las personas en la sociedad actual. Esto servirá para acercar a los alumnos la evolución histórica de los conceptos relacionados con el movimiento.

Planteamiento de las preguntas (CM y AC): *¿Cómo podemos caracterizar el movimiento de un objeto? ¿Cómo podemos distinguir un movimiento de otro?*

Emisión de hipótesis (CEC y AC) en pequeños grupos para tratar de responder a las preguntas anteriores. Así, deberán inventar y justificar una serie de magnitudes que consideren que sirven para caracterizar el movimiento de cualquier objeto. Esto, además de para que los alumnos aprendan los conceptos relacionados con el movimiento siguiendo un “procedimiento científico”, servirá para que el profesor y los alumnos sean conscientes de las ideas previas erróneas que tienen.

Puesta en común de las hipótesis de cada grupo. Esta concluirá con una selección y síntesis de las magnitudes más adecuadas. Los alumnos estudiarán estas magnitudes para una dimensión

Comprobación de las hipótesis (CEC y AC). Los alumnos deberán determinar qué tipos de movimientos podrían existir si tuviesen que estar caracterizados por las magnitudes ya establecidas. Asimismo, deberán elegir un número suficientemente elevado de movimientos reales para ver en qué medida pueden clasificarse en uno de estos tipos de movimiento definidos. **EVAL.**

Síntesis (CM) en la que el profesor, a partir de las conclusiones extraídas por los alumnos sobre la validez de las hipótesis emitidas, establezca las magnitudes y los tipos de movimientos más simples que son aceptados por la comunidad científica gracias al gran número de evidencias a su favor.

Resolución de ejercicios (RELPP) en los que los alumnos pongan a prueba las magnitudes previamente establecidas y la relación entre ellas valiéndose de la ecuación de dimensiones. **EVAL.**

ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

Mayor nivel: Realizar, durante la comprobación de las hipótesis, gráficas características de los distintos tipos de movimientos que están permitidos según las magnitudes “inventadas”.

Menor nivel: Ayudarse de una tabla con las definiciones de las magnitudes relevantes para caracterizar el movimiento y las relaciones entre ellas.

UNIDAD DIDÁCTICA 8: Fuerzas y vectores

2ª Evaluación. 4 sesiones.

Justificación: El concepto de fuerza suele entrañar un gran número de problemas de comprensión para los alumnos debido al gran número de ideas previas que tienen sobre él (Carrascosa & Gil, 1992). Esto se utilizará para que los alumnos comiencen a diferenciar entre las acepciones coloquiales de algunos términos y sus acepciones científicas. Asimismo, servirá para que los alumnos se familiaricen con un modo de pensamiento más crítico que el utilizado cotidianamente. Los alumnos identificarán este modo de pensamiento como el preferente en la ciencia al hacerse énfasis en la necesidad de contrastar todas las hipótesis emitidas. Por último, los alumnos adquirirán destreza matemática con la utilización de vectores para futuros problemas y ejercicios en los que estén involucradas magnitudes vectoriales.

OBJETIVOS UD (OBJETIVOS ASIGNATURA)

8.1. Identificar las diferencias entre magnitud escalar y magnitud vectorial (2).

8.2. Reconocer que una velocidad puede producir cambios en una o varias coordenadas de la posición (2).

8.3. Conocer que una aceleración puede producir cambios en el módulo o en la dirección de una velocidad (2).

8.4. Indicar que una aceleración es causada por una fuerza (2).

8.5. Representar vectorialmente velocidades, aceleraciones y fuerzas (2, 6).

8.6. Emitir hipótesis sobre magnitudes relacionadas con el movimiento (2, 4, 8).

8.7. Comprobar hipótesis sobre magnitudes relacionadas con el movimiento (2, 4, 8).

8.8. Realizar operaciones matemáticas con magnitudes vectoriales (6).

NIVEL DE EXIGENCIA COGNITIVA

Las fuerzas se tratarán como causantes de aceleraciones, por lo que se desarrollarán, al igual que las aceleraciones, en un nivel formal inicial.

CONTENIDOS (OBJETIVOS UD)

Conceptuales: Magnitudes escalares y vectoriales (**8.1 – 8.3, 8.5, 8.8**). Naturaleza vectorial de las fuerzas (**8.3 – 8.5**).

Procedimentales: Demostración de la relación entre las magnitudes necesarias para caracterizar cualquier movimiento (**8.2 – 8.4**). Representación vectorial de velocidades, aceleraciones y fuerzas (**8.5**). Emisión de hipótesis sobre el movimiento (**8.6**). Comprobación de hipótesis sobre el movimiento (**8.7**). Realización de operaciones matemáticas y descomposición de vectores (**8.8**).

Actitudinales: Aceptación de la necesidad de comprobar cualquier hipótesis emitida (**8.6, 8.7**).

METODOLOGÍA

Elaboración (RP) de forma individual de un mapa conceptual con las relaciones entre la posición, la velocidad, la aceleración y el sistema de coordenadas. Este servirá para evaluar la comprensión de los alumnos de las relaciones entre estas tres magnitudes y para comenzar a configurar el mapa conceptual que deberán realizar al final de este bloque de contenidos. **EVALTRIM**.

Planteamiento (PG, CM y AC) a los alumnos en grupos de la pregunta: *¿Cuánta información necesitamos para poder conocer completamente la posición de un objeto en el espacio?*

Emisión de hipótesis (CEC) en grupos sobre qué información necesitan utilizando una breve guía.

Comprobación de hipótesis (CEC). Cada grupo deberá construir su propio sistema de referencia en tres dimensiones y conseguir que los demás grupos puedan identificar distintos objetos de la clase indicándoles su posición únicamente con la información que habían considerado necesaria. Así, los alumnos podrán concluir, de forma guiada, que es necesario conocer las tres coordenadas de su posición. Este mismo procedimiento de emisión y comprobación de hipótesis se seguirá para responder a las preguntas: *¿Podemos caracterizar totalmente el movimiento de un objeto solo sabiendo cuánto cambia su posición en un tiempo determinado? Y ¿Es posible que exista una aceleración sobre un cuerpo sin que cambie el módulo de su velocidad?* La comprobación de las hipótesis emitidas para estas dos preguntas la llevarán a cabo mediante la caracterización de movimientos reales en más de una dimensión. De esta forma, los alumnos podrán concluir, entre todos, que es necesario también conocer la dirección y el sentido de la velocidad y de la aceleración para poder caracterizar el movimiento de un objeto. **EVAL**.

Planteamiento (CM) de las preguntas: *Si la magnitud que puede producir cambios en la velocidad de un objeto es la aceleración, ¿qué magnitud puede producir una aceleración? ¿Esta magnitud deberá ser vectorial o escalar?* Los alumnos tratarán de responderlas individualmente. Así, se podrá introducir el concepto de fuerza como magnitud vectorial causante de aceleraciones, no de velocidades, que es una de las ideas previas más comunes (Carrascosa & Gil, 1992).

Debate (AC) en el que los alumnos traten de responder, de forma argumentada, a la pregunta: *¿Puede un objeto moverse en un sentido si se está ejerciendo una fuerza sobre él en sentido opuesto?* Para hacerlo, los alumnos deberán, nuevamente, emitir y comprobar una hipótesis. En este caso deberán hacerlo reflexionando sobre ello a la vez que sus compañeros y tratando de apoyar sus hipótesis en casos reales. Esto servirá para que se acostumbren a reflexionar bajo presión, algo que les será útil tanto en su vida académica como fuera de ella. Además, permitirá que trabajen una idea previa muy común en los alumnos: que las fuerzas siempre van en el sentido del movimiento (Carrascosa & Gil, 1992).

Resolución de ejercicios de lápiz y papel (RELPP) en los que los alumnos practiquen las habilidades matemáticas necesarias para realizar cálculos y representaciones vectoriales. Serán muy importantes aquellos en los que los alumnos realicen descomposiciones vectoriales. **EVAL.**

ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

Mayor nivel: Asumir el rol del profesor durante la emisión y la comprobación de las hipótesis y analizar el procedimiento llevado a cabo por sus compañeros.

Menor nivel: Utilizar guías detalladas durante la emisión y la comprobación de hipótesis. Únicamente completar huecos en el mapa conceptual al comienzo de la unidad (**Anexo VIII**).

UNIDAD DIDÁCTICA 9: Leyes de Newton y Gravitación

2ª Evaluación. 10 sesiones.

Justificación: Las leyes de Newton y la ley de Gravitación Universal son fundamentales para la comprensión del movimiento. Asimismo, el análisis de la relevancia histórica de estas leyes permitirá a los alumnos comprender cómo se crea el conocimiento y que la ciencia no es un constructo cerrado y completo. También será importante para los alumnos la puesta en práctica de algunas características del pensamiento crítico como la necesidad de comprobar cualquier hipótesis o información antes de aceptarla como veraz o válida.

OBJETIVOS UD (OBJETIVOS ASIGNATURA)

- 9.1. Comprender que el estado natural de un cuerpo es el reposo o el M.R.U (2).
- 9.2. Utilizar la 2ª ley de Newton en la resolución de problemas con más de una fuerza (2, 6).
- 9.3. Reconocer el hecho de que las fuerzas actúan en pares (2).
- 9.4. Aplicar las leyes de Newton para la explicación de fenómenos cotidianos (2, 5, 6).
- 9.5. Representar las fuerzas de acción y reacción en situaciones de interacción entre objetos (2, 6).
- 9.6. Identificar las fuerzas implicadas en fenómenos cotidianos en los que hay cambios en la velocidad de un cuerpo (2, 5, 6).
- 9.7. Valorar la importancia histórica de las leyes de Newton y de la ley de Gravitación Universal (1, 3, 5, 9, 10).

9.8. Identificar las similitudes entre la fuerza peso sobre los objetos y la atracción gravitatoria de la Tierra sobre la Luna (2).

9.9. Justificar el motivo por el que las fuerzas de atracción gravitatoria solo son apreciables para objetos muy masivos (2, 4, 6).

9.10. Conocer las aplicaciones prácticas de los satélites artificiales y la problemática planteada por la basura espacial que generan (3, 5, 8).

NIVEL DE EXIGENCIA COGNITIVA

La segunda ley de Newton se presentará como una relación entre la masa, la fuerza y la aceleración. La tercera ley de Newton se mostrará mediante evidencias experimentales, sin tratar de que los alumnos comprendan realmente su necesidad. Así, se enmarcarán en un nivel formal inicial.

CONTENIDOS (OBJETIVOS UD)

Conceptuales: Leyes de Newton (9.1 – 9.7). Fuerzas de especial interés: peso, normal, rozamiento, centrípeta (9.5, 9.6). Ley de Gravitación Universal (9.7 – 9.10).

Procedimentales: Utilización de las leyes de Newton para explicar fenómenos cotidianos (9.1 – 9.6). Identificación de las similitudes entre el movimiento de los astros y el de objetos en la superficie terrestre (9.8).

Actitudinales: Valoración de la importancia histórica de las leyes de Newton y de la ley de Gravitación Universal (9.7). Interés por los beneficios de la exploración espacial (9.10).

METODOLOGÍA

Inclusión (RP) de forma individual del concepto de fuerza en el mapa conceptual preparado al comienzo de la anterior unidad didáctica. Una vez que se ha comprobado que los alumnos han comprendido las relaciones entre las cuatro magnitudes ya tratadas, se procederá a tratar de configurar una visión del mundo en la que las fuerzas son uno de los conceptos centrales.

Planteamiento (PG, CM y AC) a los alumnos de tres preguntas: *Si sobre un cuerpo en reposo se aplica una fuerza durante un tiempo determinado, ¿qué ocurrirá cuando se deje de aplicar dicha fuerza?; ¿qué ocurre si se aplica la misma fuerza sobre dos cuerpos de diferente masa?; y, ¿puede un objeto o un cuerpo acelerarse a sí mismo?*

Emisión de hipótesis (CEC) de forma individual sobre las preguntas anteriores.

Comprobación de las hipótesis (CEC) de forma individual mediante cualquiera de las dos primeras [simulaciones](#)^(9.1) que se les proporcionan. Los alumnos deberán realizar un informe sobre el procedimiento seguido y sobre cómo creen que deberían cambiar sus hipótesis en caso de que fuese necesario. Esto servirá para que los alumnos sean conscientes de sus ideas previas. **EVAL.**

Puesta en común (AC) de los alumnos de los resultados obtenidos y de las conclusiones extraídas. Así, podrán llegar, entre todos, a conclusiones similares a las leyes de Newton, lo que permitirá que se convenzan de la validez y necesidad de estas teorías.

Introducción (CM) de las leyes de Newton a partir con las conclusiones extraídas de los alumnos.

Análisis (AAI y AC) en grupos de un fragmento de texto sobre la importancia histórica de las leyes de Newton. Este será el resultado de una adaptación del apartado dos del artículo de José Sebastián M. Sebastián (2013). Después, los alumnos pondrán en común las conclusiones extraídas.

Introducción (CM) del profesor de fuerzas de especial interés: peso, normal, rozamiento, centrípeta (esta como una característica). Para ello se utilizarán breves experiencias de cátedra, preguntas, ejemplificaciones llevadas a cabo por los alumnos y diversas simulaciones^{(9.2) (9.3) (9.4)}.

Resolución de ejercicios (RELPP) en pequeños grupos mediante la aplicación de las leyes de Newton. Estos ejercicios harán especial énfasis en que las fuerzas actúan en pares y que no son algo que los objetos “tienen” (idea previa muy común en los alumnos) (Carrascosa & Gil, 1992).

Debate (AC) para responder a la pregunta: *¿a qué puede ser debido el peso de los cuerpos o la fuerza que actúa sobre la Luna?* Así, los alumnos podrán encaminarse hacia una perspectiva integradora. En este debate el profesor introducirá la ley de Gravitación Universal de Newton.

Planteamiento de la reflexión (CM y AC): *Si todo objeto con masa atrae y se ve atraído por otro cuerpo con masa, ¿por qué si dejamos dos objetos uno junto al otro no cambia su estado de movimiento?* Los alumnos deberán, en pequeños grupos, emitir una hipótesis, tratar de comprobarla mediante la utilización de una [simulación](#)^(9.5) y poner en común sus conclusiones.

Reflexión (RP) de los alumnos sobre la respuesta a la pregunta que se formuló en la **UD 7** de por qué cuando se lanza una piedra esta cae al suelo pero no ocurre lo mismo con la Luna. Los alumnos deberán tratar de responder de nuevo a esta pregunta con los nuevos conocimientos y mediante el uso de una [simulación](#)^(9.6) y un [vídeo](#)^(9.7). Después, se pondrán en común las conclusiones extraídas. Esto servirá para que los alumnos sean conscientes de su aprendizaje y tengan sensación de avance.

Trabajo grupal (AC) en el que los alumnos elaboren una presentación sobre una de las ventajas o los inconvenientes de la utilización de satélites artificiales y de la exploración espacial. **EVAL.**

ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

Mayor nivel: Tratar de reproducir y analizar los experimentos que llevaron a Galileo a concluir que el tiempo de caída de un cuerpo no depende de su masa.

Menor nivel: Utilizar guías detalladas durante la emisión y comprobación de hipótesis.

UNIDAD DIDÁCTICA 10: Movimientos y experimentos

2ª Evaluación. 7 sesiones.

Justificación: El estudio de determinados tipos de movimiento será fundamental para que los alumnos comprendan movimientos reales. Asimismo, los alumnos practicarán la toma de datos y

la expresión de resultados. Esta será muy importante para todos porque, independientemente de que se dediquen a las ciencias o no, deberán ser capaces de analizar y comprender tablas y gráficas. Por último, si los alumnos aceptan la necesidad de los límites de velocidad los respetarán por decisión propia. Esto facilitará el desarrollo de su autonomía y de su conciencia social.

OBJETIVOS UD (OBJETIVOS ASIGNATURA)

10.1. Utilizar herramientas de laboratorio para la toma de datos sobre varios movimientos (2, 4, 6, 8).

10.2. Preparar tablas y gráficas a partir de datos experimentales (4, 6, 8).

10.3. Expresar una medida usando el redondeo y las cifras significativas adecuadas (4, 6, 8).

10.4. Identificar distintos tipos de movimiento a partir de su trayectoria y velocidad (2, 4).

10.5. Comprender la insuficiencia de la velocidad media para caracterizar el M.R.U.A (2).

10.6. Resolver ejercicios de movimientos rectilíneos y circulares (2, 6).

10.7. Reconocer la necesidad de los límites de velocidad en las carreteras y en las ciudades (3, 5).

NIVEL DE EXIGENCIA COGNITIVA

El nivel de los contenidos será formal inicial, al igual que para las magnitudes del movimiento.

CONTENIDOS (OBJETIVOS UD)

Conceptuales: Movimientos rectilíneo uniforme, uniformemente acelerado y circular uniforme (10.4 – 10.7). Análisis de los datos experimentales (10.1 – 10.3). Expresión de resultados (10.2, 10.3).

Procedimentales: Utilización de herramientas de laboratorio para la toma de datos de un experimento (10.1). Elaboración de gráficas y tablas con datos experimentales (10.2). Expresión de datos experimentales usando adecuadamente el redondeo y las cifras significativas (10.3). Identificación de distintos movimientos a partir de su velocidad y su trayectoria (10.4, 10.5). Resolución de ejercicios y problemas relacionados con el movimiento (10.6).

Actitudinales: Aceptación de la necesidad de los límites de velocidad en carreteras y ciudades (10.7). Esfuerzo por llevar a cabo prácticas de laboratorio con precisión (10.2 – 10.4).

METODOLOGÍA

Trabajo individual (RP) en el que los alumnos completen el mapa conceptual que habían comenzado en las UD 8 y 9. Deberán introducir las leyes de Newton en él. Esto servirá para evaluar los conocimientos de los alumnos antes de trabajar con movimientos reales. **VALTRIM.**

Práctica de laboratorio (PL, AC, PG y CEC). Los alumnos, en pequeños grupos, utilizarán una guía detallada para llevar a cabo la toma y análisis de datos de un movimiento rectilíneo uniforme. Para ello, cada grupo dispondrá de un pequeño coche teledirigido con una única velocidad. Los alumnos deberán seguir las indicaciones para tomar los datos de la variación de la posición del coche con el tiempo y para representarlos en una gráfica. A partir de la gráfica, el profesor mostrará a los alumnos la obtención de las ecuaciones de un movimiento rectilíneo uniforme.

Práctica de laboratorio (PL, AC y CEC). La mitad de los alumnos, en pequeños grupos, seguirán un procedimiento análogo anterior para caracterizar el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. La otra mitad de los grupos tratará de caracterizar el movimiento circular uniforme. El guiado será mucho más reducido. Únicamente se indicarán las gráficas que se deberán obtener y se proporcionarán a los alumnos los experimentos que deberán utilizar. El profesor obtendrá, a partir de la puesta en común de las gráficas de los grupos, las ecuaciones de ambos movimientos.

Reflexión (RP) individual en la que los alumnos deberán explicar qué fuerzas actuaban sobre los cuerpos en los tres movimientos analizados y cómo influyen estas en dichos movimientos. También realizarán una tabla en la que se recojan todas las ecuaciones vistas y las características más relevantes de los movimientos estudiados. **EVAL.**

Resolución de ejercicios de lápiz y papel (RELPP) en los que los alumnos desarrollen la destreza matemática necesaria para aplicar las ecuaciones características de estos movimientos.

Trabajo y presentación grupal (AC) en el que los alumnos planteen las ventajas e inconvenientes de la limitación de velocidad en las ciudades y otras carreteras. **EVAL.**

ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

Mayor nivel: Llevar a cabo la estimación del error experimental cometido durante los experimentos. Tratar de deducir las ecuaciones de los movimientos a partir de las gráficas.

Menor nivel: Únicamente completar huecos en el mapa conceptual (**Anexo VIII**) y en la tabla con las características y las ecuaciones de los movimientos estudiados.

UNIDAD DIDÁCTICA 11: Presión y flotabilidad

3ª Evaluación. 9 sesiones.

Justificación: En primer lugar, los contenidos de esta unidad didáctica serán fundamentales para que los alumnos comprendan el clima y la flotabilidad de los objetos. Pero, además, estos les permitirán relacionar contenidos de Química con contenidos de Física, lo que facilitará que conciban el conocimiento como un constructo profundamente interrelacionado. Asimismo, la utilización de la ciencia para desmontar fenómenos “misteriosos” facilitará que los alumnos desarrollen un espíritu crítico fundamental para evitar timos y engaños.

OBJETIVOS UD (OBJETIVOS ASIGNATURA)

11.1. Comprender algunos sucesos “paranormales” que pueden ser explicados con un estudio sistemático y riguroso (2, 3, 4, 5).

11.2. Relacionar la presión de un gas con el nivel submicroscópico del modelo de sustancia (2, 4).

11.3. Reconocer que el efecto de una fuerza depende tanto de su intensidad como de la superficie sobre la que actúa (2).

11.4. Interpretar fenómenos naturales y aplicaciones tecnológicas mediante los principios de la hidrostática (2, 3, 4, 5).

11.5. Aplicar el principio de Arquímedes y la 2ª ley de Newton a las distintas flotabilidades de los objetos (2, 3, 6).
11.6. Realizar cálculos sobre la relación entre fuerza y presión y el principio de Arquímedes (6).
11.7. Relacionar los fenómenos atmosféricos del viento y la formación de frentes con la diferencia de presiones atmosféricas entre distintas zonas (2, 5, 7).
NIVEL DE EXIGENCIA COGNITIVA
La relación peso/volumen de los objetos no se utilizará aún como un argumento explicativo, por lo que la flotabilidad se desarrollará en un nivel concreto avanzado. En cambio, se hará especial énfasis en distinguir la fuerza de la presión, por lo que se enmarcará en un nivel formal inicial.
CONTENIDOS (OBJETIVOS UD)
Conceptuales: Presión (11.1 – 11.7). Principios de la hidrostática (11.3 – 11.6). Física de la atmósfera (11.7).
Procedimentales: Utilización de un análisis riguroso y sistemático para explicar fenómenos “paranormales” (11.1). Explicación de la flotabilidad de un objeto mediante el principio de Arquímedes y la 2ª ley de Newton (11.5, 11.6). Realización de cálculos matemáticos sobre la relación entre presión y fuerza y el principio de Arquímedes (11.6). Selección de la información más relevante entre una gran cantidad de la misma (11.7).
Actitudinales: Apreciación de la utilidad del pensamiento crítico para explicar fenómenos que se presentan como místicos o misteriosos (11.1).
METODOLOGÍA
Experiencia de cátedra (CM) en la que se rompa una tabla de madera gracias a la presión atmosférica sobre una hoja de periódico. Esta servirá para llamar la atención de los alumnos mediante la presentación de un fenómeno “mágico”. El profesor presentará la explicación del fenómeno mediante la introducción del concepto de presión y de las dos definiciones principales que se van a tratar: la presión atmosférica y la presión como fuerza por unidad de superficie.
Trabajo en grupo (AC y CEC) en el que los alumnos deberán seleccionar un experimento en el que esté involucrada la presión. Después, deberán llevar a cabo una presentación dramatizada para el resto de sus compañeros presentando el experimento como “magia” y, tras ello, explicar su fundamento teórico. Cada uno de los alumnos deberá elaborar un breve informe en el que indique cuál podría ser la explicación a los experimentos de sus compañeros antes de su explicación. Así, los alumnos podrán darse cuenta de que muchos de los fenómenos que se presentan como paranormales no son más que el resultado de la falta de un estudio riguroso de los mismos. EVAL.
Utilización (UAM y AC) de una simulación ^(11.1) para que, en pequeños grupos, traten de relacionar el concepto de presión de un gas con la teoría cinética de los gases. Asimismo, deberán tratar de

encontrar una explicación al hecho de que un aumento de la temperatura o del número de moles, manteniendo las demás variables constantes, provoque un aumento en la presión.

Introducción (CM y AC) del profesor, a partir de la presión de un gas, de la presión de un líquido. Se introduce así el principio de Pascal y se explica la relación entre presión y fuerza por unidad de superficie. Se utilizarán algunas experiencias de cátedra sencillas como jeringuillas con varios agujeros. Después, se plantea una pregunta a los alumnos para que la respondan en grupos: *¿se te ocurre alguna forma de utilizar esta propiedad de los líquidos de forma que sea útil en tu vida?*

Experiencia de cátedra (CM) en la que se muestre a los alumnos la flotabilidad de un objeto. Se hará un símil con la fuerza normal para plantearles las preguntas: *¿por qué unos objetos flotan y otros no? ¿qué fuerzas actúan sobre cada uno de ellos?* Después, se procederá a la explicación del principio de Arquímedes y de su deducción a partir del teorema fundamental de la hidrostática. Se hará énfasis en que cuando un objeto flota en reposo, el empuje no es mayor que el peso.

Utilización (UAM) de una [simulación](#)^(11.2) en la que los alumnos se valdrán del principio de Arquímedes para, de forma individual y con poco guiado, responder a las preguntas: *¿por qué un objeto que inicialmente flota en un fluido se hunde cada vez más a medida que aumentamos su masa dejando fijo su volumen? ¿por qué un objeto que no flota en un fluido determinado sí lo puede hacer en otros?* Estas preguntas servirán para que los alumnos sean conscientes de sus posibles ideas previas y para que practiquen la emisión y comprobación de hipótesis. **EVAL.**

Resolución de ejercicios de lápiz y papel (RELPP) en los que los alumnos practiquen la relación entre presión y fuerza y la utilización de la 2º ley de Newton junto con el principio de Arquímedes.

Análisis de información (AAI y AC) proporcionada a los alumnos en grupos sobre los efectos de la presión atmosférica en el clima y sobre el uso de mapas de isobaras. Los alumnos deberán seleccionar y contrastar aquella información que consideren relevante para su puesta en común.

ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

Mayor nivel: Relacionar la densidad de los distintos objetos de la [simulación](#)^(11.2) con los valores de las fuerzas que aparecen sobre ellos.

Menor nivel: Utilizar un mayor guiado durante el uso de simulaciones y una explicación teórica de los fenómenos estudiados durante las experiencias de cátedra.

UNIDAD DIDÁCTICA 12: La energía

3ª Evaluación. 7 sesiones.

Justificación: Con los contenidos de esta unidad didáctica, los alumnos podrán explicar los movimientos analizados en la **UD 10** de una forma alternativa. Esto les permitirá comprender que puede existir más de una forma correcta de explicar un mismo fenómeno y que este se comprende en profundidad cuando se pueden utilizar varias de ellas. Asimismo, los alumnos identificarán las diferencias entre las acepciones cotidianas de determinados términos (como calor o energía

(González Arias, 2006)) y las acepciones utilizadas en ciencia. Esto les permitirá diferenciar entre aquellas formas de energía que la ciencia considera válidas y aquellas utilizadas por las pseudociencias y otros timos con el fin de proporcionar credibilidad a sus afirmaciones.

OBJETIVOS UD (OBJETIVOS ASIGNATURA)

12.1. Relacionar el principio de la conservación de la energía con su evolución histórica (1, 9).

12.2. Diferenciar las energías mensurables como la energía cinética, la energía potencial gravitatoria o elástica y la energía térmica de las utilizadas con fines pseudocientíficos (3, 4, 5, 10).

12.3. Identificar cuándo se puede aplicar el principio de la conservación de la energía mecánica (2).

12.4. Comprender que es necesario aplicar el principio general de la conservación de la energía en aquellas situaciones en las que existe disipación de la misma (2).

12.5. Reconocer el rozamiento como una conversión de la energía cinética en térmica (2, 5).

12.6. Interpretar movimientos de especial interés a partir de sus energías (2, 3, 4, 5).

12.7. Resolver ejercicios y problemas de transformaciones entre energía cinética y potencial (2, 6).

NIVEL DE EXIGENCIA COGNITIVA

El trabajo se presentará como el producto de fuerza por desplazamiento y la energía cinética como una consecuencia de la velocidad de los objetos, por lo que se enmarcarán en un nivel formal inicial.

CONTENIDOS (OBJETIVOS UD)

Conceptuales: Principio de conservación (12.1 – 12.7). Energía mecánica (12.3, 12.7). Energía cinética y potencial (12.6, 12.7).

Procedimentales: Relación de la evolución histórica de la termodinámica con los principios vigentes (12.1). Diferenciación de aquellas formas de energía mensurables de las que utilizan las pseudociencias (12.2). Identificación de las situaciones en las que se debe aplicar el principio general de la conservación de la energía y de las situaciones en las que se debe aplicar la conservación de la energía mecánica (12.3 – 12.6). Interpretación de distintos movimientos de especial interés a partir de sus energías (12.6). Realización de cálculos sobre transformaciones de energía potencial en energía cinética y viceversa (12.7).

Actitudinales: Aceptación de que la comprensión de un concepto es más profunda si se puede explicar de distintas formas (12.5).

METODOLOGÍA

Análisis (AAI) de forma individual de un texto sobre la historia de la termodinámica adaptado del artículo de Stefan Pohl-Valero y Favio Cala Vitery (2011) y de un libro de texto (Del Río et al, 2016). Los alumnos deberán elaborar un resumen con la información más relevante. **EVAL.**

Introducción (CM) teórica del concepto de energía como algo mensurable. Así, se introducirán las dos posibles acepciones de este término: indicar el lugar de donde provienen o se almacenan

diferentes formas de energía (eólica, solar, etc.); y designar un tipo específico de energía (mecánica, cinética, etc.) (González Arias, A., 2006). Después, se abordará en profundidad la segunda de estas acepciones y el principio de conservación. Para ello, se utilizará una [simulación](#)^(12.1) en la que se observa la conservación de la energía, tanto si hay rozamiento como si no lo hay. Se hará especial énfasis en que estas formas de energía sí pueden ser medidas y, por tanto, sus resultados pueden ser contrastados. Los alumnos deberán elaborar un breve mapa conceptual con estos conceptos.

Trabajo en grupo (AC y CEC) en el que los alumnos busquen otras “formas” de energía (vital, piramidal, etc.) y analicen su falta de validez al no poder ser medidas ni contrastar sus afirmaciones.

Resolución de ejercicios (RELPP) anti-intuitivos en los que los alumnos utilicen las distintas ecuaciones de la energía cinética, mecánica y potencial. Asimismo, podrán volver a trabajar determinadas ideas previas que ya abordaron en las unidades didácticas de dinámica y cinemática.

Práctica de laboratorio (AC y CEC). La mitad de los alumnos, en grupos, llevará a cabo el mismo experimento que se utilizó en la **UD 10** para caracterizar el M.R.U.A (un plano inclinado). Con él buscarán estudiar la energía disipada debido al rozamiento durante la caída. La otra mitad buscará obtener el valor de la aceleración de la gravedad mediante un movimiento de caída de graves. Tan solo se les proporcionará el objetivo de la práctica y el experimento que utilizarán. Deberán presentar los datos en una tabla o gráfica. Esto servirá para que los alumnos realicen mediciones de aquellas energías que se han presentado como válidas por su mensurabilidad. **EVALTRIM.**

Resolución de un problema (RELPP) en el que los alumnos deberán dar una solución argumentada a la siguiente situación: *Se quiere atravesar un río con una carga muy pesada. Para ello, se están considerando dos opciones: construir un puente o cavar un túnel. En términos energéticos, ¿cuál facilitaría más el paso de la pesada carga? Ignora el hecho de que una de las dos opciones pueda ser más difícil de construir.* **EVAL.**

ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

Mayor nivel: Llevar a cabo la construcción de una montaña rusa con loopings con la última parte de la [simulación](#)^(12.1) utilizada por el profesor durante la introducción.

Menor nivel: Únicamente completar los huecos en un mapa conceptual proporcionado por el profesor (**Anexo IX**). También podrán utilizar una guía detallada de lo que deberán realizar para resolver el último problema planteado sobre la necesidad de cruzar un río.

UNIDAD DIDÁCTICA 13: Trabajo, calor y potencia

3ª Evaluación. 6 sesiones.

Justificación: En esta unidad didáctica los contenidos reciben un enfoque algo más alejado de la mera comprensión de la realidad. Así, los alumnos se familiarizarán con las energías renovables y comprenderán la necesidad de utilizarlas de forma generalizada para poder abordar los problemas climáticos tan acuciantes que sufre nuestro planeta. Asimismo, los alumnos tratarán de refutar los

argumentos negacionistas con evidencias. Además, trabajarán los conceptos de calor, trabajo y potencia en relación a la definición de energía, pero haciendo especial énfasis en sus diferencias (García Hourcade & Rodríguez de Ávila, 1985). Esto servirá para que desarrollen actuaciones concretas en términos de ahorro energético, tanto en el centro como en sus hogares.

OBJETIVOS UD (OBJETIVOS ASIGNATURA)

13.1. Conocer las evidencias sobre la existencia de un cambio climático (2, 3, 4, 5, 7).

13.2. Cuestionar los argumentos negacionistas que defienden que el ser humano no es el causante del cambio climático (2, 3, 4, 5, 7).

13.3. Reconocer las energías renovables como una opción contra el cambio climático (3, 5, 10).

13.4. Identificar las diferencias entre las definiciones coloquiales de trabajo, calor y potencia y las utilizadas en ciencia (2, 4).

13.5. Resolver ejercicios en los que se deban tener en cuenta el criterio de signos del calor y del trabajo y las unidades utilizadas para expresar la potencia (6).

13.6. Utilizar medidas o propuestas concretas para reducir el consumo energético o para utilizar energías renovables (3, 5).

NIVEL DE EXIGENCIA COGNITIVA

El calor será tratado como una forma de transferencia de energía, por lo que se enmarcará en un nivel formal inicial.

CONTENIDOS

Conceptuales: Formas de intercambio de energía: el trabajo y el calor (13.4, 13.5). Trabajo y potencia (13.4, 13.5).

Procedimentales: Identificación del ser humano como causante principal del cambio climático mediante el estudio de evidencias (13.1, 13.2). Reconocimiento de las energías renovables como una posible solución al cambio climático (13.3). Descripción de las diferencias entre las definiciones coloquiales y las científicas de distintos conceptos (13.4). Realización de ejercicios sobre el calor, el trabajo y la potencia (13.5). Utilización de medidas concretas para reducir el consumo energético o para utilizar fuentes de energía renovables (13.6).

Actitudinales: Sensibilización sobre la necesidad de utilizar energías renovables para ralentizar el cambio climático producido por el ser humano (13.2, 13.6).

METODOLOGÍA

Introducción (CM) del profesor del fenómeno del cambio climático mediante el uso de un [vídeo](#)^(13.1) (hasta el minuto 6:39) y de los argumentos negacionistas de que sea debido a la acción humana.

Trabajo en grupo (AC y CEC) en el que los alumnos busquen información sobre estos argumentos y traten de refutarlos aportando evidencias. Cada grupo elegirá únicamente uno de

estos argumentos. Antes de presentar sus conclusiones, todos los grupos que estudien el mismo argumento deberán ponerse de acuerdo y llevar a cabo una presentación conjunta. **EVALTRIM.**

Presentación (CM) de las energías renovables como posible solución a medio plazo para el cambio climático (EAN problema – solución). Para ello se utilizarán distintos vídeos para cada una de las principales energías renovables ([solar](#)^(13.2), [eólica](#)^(13.3) e [hidráulica](#)^(13.4)). Los alumnos deberán encontrar el error que aparece en el vídeo sobre la energía eólica relacionado con el viento (“fuerza” del viento) y elaborar una tabla con las magnitudes características de estas energías. Esto último servirá para reforzar la definición de energía proporcionada en la anterior unidad didáctica. **EVAL.** **Análisis (AAI)** individual de expresiones coloquiales proporcionadas por el profesor como: “Mañana hará más calor”; “¡Eso es mucho trabajo!” etc. Los alumnos deberán indicar a qué creen que se refieren. Esto servirá para explicitar algunas de las ideas previas de los alumnos sobre el calor (García Hourcade, J. L. & Rodríguez de Ávila, C., 1985) y el trabajo.

Introducción (CM) de la diferencia entre calor y temperatura a partir de las respuestas de los alumnos, lo que permitirá explicar la diferencia entre la definición “coloquial” y la utilizada en ciencia. También se hará énfasis en el hecho de que el calor es una transferencia de energía, no algo que los cuerpos tienen. Asimismo, se presentarán a los alumnos las distintas formas de propagación del calor. Después, también a partir de las respuestas de los alumnos, se introducirá el trabajo como otra forma de transferencia de energía mediante la realización de una fuerza que actúe durante un desplazamiento. Por último, se introducirá el concepto de potencia como el ritmo al que se consume o se produce energía por unidad de tiempo. Los alumnos deberán incluir estos tres conceptos en el mapa conceptual sobre la energía comenzado en la anterior unidad didáctica.

Resolución de ejercicios (RELPP) sobre los criterios de signos del calor y el trabajo, los ángulos entre fuerza y desplazamiento en el trabajo y los cambios de unidades más usuales de la potencia.

Trabajo grupal (AC) en el que los alumnos podrán elegir entre dos opciones: *a) Construir un colector solar casero; b) Investigar sobre las casas de bajo consumo y realizar propuestas de cambio para sus hogares.* Estos trabajos se realizarán en pequeños grupos y se presentarán los resultados en vídeo o en un soporte digital. Ambas opciones servirán para que los alumnos conozcan acciones concretas que pueden realizar para reducir el consumo de energía. **EVAL.**

ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

Mayor nivel: Asumir el papel del profesor y ayudar a sus compañeros en la elaboración de los mapas conceptuales o en su revisión.

Menor nivel: Utilizar una lista de fuentes de información o [vídeos](#)^(13.5) en los que apoyarse durante su búsqueda de evidencias que refuten los argumentos negacionistas.

UNIDAD DIDÁCTICA 14: El calor y las máquinas térmicas	3ª Evaluación. 6 sesiones.
<p>Justificación: La realización de un servicio en su centro permitirá a los alumnos reconocer la aplicabilidad de sus aprendizajes y desarrollar habilidades sociales, pues se implicarán para ayudar a otros compañeros. Asimismo, dicho servicio les permitirá desarrollar sus capacidades para trazar planes concretos basados en estudios que avalen su fiabilidad. Además, la familiarización con el desarrollo histórico de las máquinas térmicas mejorará la visión de la ciencia de los alumnos y les permitirá comprender cómo se desarrolla el conocimiento y la tecnología.</p>	
OBJETIVOS UD (OBJETIVOS ASIGNATURA)	
14.1. Relacionar cualitativamente el calor con los efectos que produce en los cuerpos (2, 5).	
14.2. Identificar la energía interna como la energía característica de los objetos por ser materia (2).	
14.3. Trazar un plan que reduzca el gasto energético de las aulas y suavice su temperatura (3, 4, 5).	
14.4. Reconocer la relevancia histórica de las máquinas térmicas (1, 3, 5, 7, 9).	
14.5. Conocer la evolución histórica de las máquinas térmicas (1, 3, 4, 5, 7, 9).	
NIVEL DE EXIGENCIA COGNITIVA	
La energía interna se tratará relacionada con la energía cinética y potencial de las partículas de un cuerpo, pero sin desarrollar un modelo concreto. Así, se enmarcará en un nivel concreto avanzado.	
CONTENIDOS	
Conceptuales: Efectos del calor sobre los cuerpos (14.1 – 14.3). Máquinas térmicas (14.4, 14.5).	
Procedimentales: Relación del calor con los efectos que produce sobre los cuerpos (14.1). Confección de un plan de ahorro energético para el centro (14.3). Interpretación de la evolución histórica de las máquinas térmicas (14.5).	
Actitudinales: Esfuerzo por reducir el consumo energético del centro (14.3). Apreciación de la importancia histórica de las máquinas de vapor (14.4, 14.5).	
METODOLOGÍA	
<p>Planteamiento (CM) a los alumnos de la pregunta: <i>¿Tendrán las partículas de cualquier objeto algún tipo de energía por sí solas? ¿Qué tipos?</i> Deberán tratar de responder individualmente a estas preguntas mediante el uso de una simulación^(14.1). Esto servirá para evaluar el aprendizaje previo de los alumnos de la teoría cinética de la materia y para permitir introducir la energía interna.</p> <p>Introducción (CM) por parte del profesor de la magnitud energía interna a partir de las respuestas de los alumnos a las anteriores preguntas. También se explicará que, dado que el trabajo y el calor son transferencias de energía entre cuerpos, esta energía interna podrá cambiar debido a ellos. Así, se podrán presentar a los alumnos mediante experiencias de cátedra muy sencillas los distintos efectos del calor sobre los cuerpos: cambio de temperatura, equilibrio térmico, cambio de estado y dilatación. Estas únicamente se utilizarán para ilustrar la teoría durante su explicación.</p>	

Aprendizaje servicio (ApS y AC). Los alumnos llevarán a cabo, en grupos, el estudio de los cambios de temperatura en distintas clases a lo largo de la mañana. Después, analizarán la influencia del uso de las persianas en dicha temperatura y diseñarán un plan de uso en el que se regule la temperatura de las aulas a unos valores aceptables y se reduzca lo máximo posible el uso de luces artificiales. Deberán presentar un informe escrito en el que se presente todo el proceso y los cambios de temperatura que se consiguen mediante la regulación de las persianas y de las luces. Esto servirá para que los alumnos comprendan la aplicabilidad de sus aprendizajes y la utilidad de un estudio sistemático basado en parámetros y magnitudes mensurables y contrastables. **EVAL.**

Introducción (CM) de las máquinas térmicas mediante una [simulación](#)^(14.2) y varias ilustraciones.

Análisis de la información (AAI y CEC) sobre la evolución de las máquinas térmicas (adaptada del artículo de Esteban Moreno Gómez y José María López Sancho (2012)) en grupos para que lleven a cabo la creación de una representación teatral. Así, los alumnos dramatizarán el contexto en el que se crearon estas máquinas y la importancia histórica que tuvieron. **EVAL.**

Trabajo individual (RP) en el que los alumnos terminen de configurar el mapa conceptual comenzado en la **UD 12** sobre la energía añadiendo los conceptos tratados en esta unidad didáctica.

ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

Mayor nivel: Asumir el rol de directores de las representaciones teatrales de sus compañeros.

Menor nivel: Únicamente completar huecos en el mapa conceptual pedido (**Anexo IX**).

UNIDAD DIDÁCTICA 15: Proyecto de investigación*

3ª Evaluación. 6 sesiones.

Justificación: Para finalizar el curso, resultará fundamental que los alumnos puedan poner en práctica el cambio metodológico y actitudinal que han experimentado en el resto de unidades didácticas. Así, los alumnos practicarán una vez más la búsqueda, selección y análisis de información sobre el tema que elijan. Además, podrán revisar algunos contenidos tratados a lo largo del curso o profundizar en otros que les resulten interesantes. De esta forma, mejorará su actitud e interés hacia la ciencia. Por último, dado que únicamente se les pedirá que sus proyectos cumplan con unos requisitos mínimos de forma y contenido, los alumnos desarrollarán enormemente su autonomía y capacidad de trabajo y toma de decisiones. Esto estará estrechamente relacionado con el cuarto principio motivacional de Alonso Tapia (1991).

OBJETIVOS UD (OBJETIVOS ASIGNATURA)

15.1. Seleccionar la información relevante y contrastada sobre un tema relacionado con la Física y/o la Química (**3, 4, 5, 7**).

15.2. Utilizar la información seleccionada para extraer conclusiones sobre un tema relacionado con la Física y/o la Química (**2, 4, 9, 10**).

15.3. Elaborar un proyecto de investigación a partir de una pequeña guía (**4, 10**).

*Únicamente se especificarán los objetivos y contenidos mínimos que deberá cumplir cada proyecto de investigación. Dado que, mientras que el tema elegido esté relacionado con la Física y/o la Química, los alumnos dispondrán de una gran capacidad de elección, será imposible especificar en más detalle cómo se desarrollará el proyecto. Tampoco será posible especificar el nivel de exigencia cognitiva de los contenidos tratados, aunque solo se permitirán aquellos que se desarrollen entre un nivel concreto avanzado y un nivel formal inicial.

15.4. Defender un proyecto de investigación aplicando las TIC (4, 10).
CONTENIDOS (OBJETIVOS UD)
Conceptuales: Proyecto de investigación (15.1 – 15.4).
Procedimentales: Selección de la información relevante y contrastada sobre un tema relacionado con la Física y/o la Química (15.2). Utilización de una selección de información para extraer conclusiones sobre la misma (15.3). Elaboración de un proyecto de investigación (15.4). Defensa de un proyecto de investigación aplicando las TIC (15.5).
Actitudinales: Interés por la Física y/o la Química (15.1). Sensibilización de la necesidad de seleccionar y contrastar la información antes de considerarla válida o veraz (15.2).
METODOLOGÍA
Presentación (ABP) a los alumnos de los apartados que deberá tener todo proyecto de investigación y de una serie de recomendaciones para llevarlos a cabo. Asimismo, se les explicará la necesidad de contrastar toda la información recabada y de citar las fuentes de información utilizadas. Por último, se proporcionará a los alumnos una lista de posibles temas entre los que podrán elegir uno o proponer otro que el profesor valorará. Los proyectos de investigación deberán llevarse a cabo individualmente o en parejas.
Entrega (AAI, CEC y ABP) de la búsqueda y selección preliminar de información llevada a cabo por los alumnos. Esto servirá para que el profesor evalúe, junto con una plantilla de observación, el proceso seguido por los alumnos, así como para proporcionar a los alumnos el feedback adecuado sobre esa información. Después, los alumnos extraerán las conclusiones que consideren adecuadas y elaborarán una memoria del proyecto de investigación. Esto servirá para evaluar el producto.
Defensa (CEC y ABP) frente al resto de los compañeros del proyecto realizado. Esta únicamente deberá cubrir unos puntos mínimos y esenciales, pero no tendrá un formato tan rígido como la memoria del proyecto. Los alumnos podrán utilizar las TIC que consideren oportunas.
ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD
Mayor nivel: Elaborar un proyecto de investigación sobre un tema más complicado que los contenidos tratados en 4º de ESO.
Menor nivel: Realizar el proyecto de investigación en parejas y con una mayor supervisión del profesor, así como con guías más detalladas y específicas.

8. Atención a la diversidad

Como se ha podido observar en las distintas unidades didácticas, se han realizado propuestas concretas que tratan de adaptar las distintas actividades llevadas a cabo por los alumnos a sus distintos ritmos de aprendizaje. Asimismo, en todo momento se contempla la posibilidad de realizar actividades de refuerzo o de ampliación, en caso de ser necesario. Pero el pilar fundamental en torno al que se

organiza toda la atención a la diversidad de esta programación didáctica es intentar reducir al mínimo posible las comparaciones entre alumnos. De esta forma se estará aplicando el octavo principio motivacional de Alonso Tapia (1991) y se estará fomentando la comparación de los alumnos con ellos mismos. Además, esta reducción de las comparaciones permitirá introducir en el aula niveles ligeramente distintos sin que esto afecte significativamente a la motivación de los alumnos. Para poder llevar a cabo estas medidas será necesario tener en cuenta la enorme fuente de resistencias a las mismas que supondrán los alumnos. Es decir, únicamente será posible aplicarlas si se consigue desarrollar un clima de aula colaborativo, de forma que cada alumno se preocupe por su propio aprendizaje y por ayudar a los demás más que por la posible comparación con otros. Para todo esto será fundamental conseguir motivar adecuadamente a los alumnos, como se trata de llevar a cabo en un gran número de actividades.

Por último, cabe indicar que las actividades de atención a la diversidad para alumnos con un mayor ritmo de aprendizaje serán siempre voluntarias. De esta forma se pretende evitar que las vean como un “castigo por destacar” y más como una motivación extra para aumentar sus conocimientos sobre temas interesantes. Si estos alumnos decidiesen no realizarlas, podrían emplear el tiempo que les “sobre” en algunas actividades para llevar a cabo trabajos más complejos y elaborados o para ayudar a sus compañeros. En cambio, las actividades para alumnos con un menor ritmo de aprendizaje serán obligatorias, pues estas serán una ayuda para poder mantenerse al ritmo de la clase y, sin ellas, muy probablemente acabarían desmotivándose hacia el aprendizaje de las ciencias.

9. Actividades extraescolares

Como se puede apreciar en el apartado general de objetivos, se pretende conseguir que los alumnos comprendan la importancia de la ciencia y la tecnología en la sociedad y que desarrollen una actitud positiva hacia la ciencia en general y hacia su aprendizaje en particular. Precisamente por ello, aunque no se ha desarrollado ninguna actividad extraescolar en las unidades didácticas, podría resultar muy interesante su realización. Esta ausencia de actividades extraescolares es debida a que las metodologías planteadas requieren un mayor tiempo de trabajo por parte de los alumnos, por lo que se ha debido encontrar un equilibrio muy complicado entre la realización más o menos autónoma de actividades y el escaso número de sesiones disponibles (105). Aun así, la realización de determinadas actividades extraescolares (museos, planetario, observación de estrellas en las afueras de la ciudad, parque de atracciones, etc.) podrían resultar muy útiles para motivar a los alumnos hacia la ciencia y para que fuesen conscientes de la omnipresencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad actual.

Cabe también mencionar que, aunque el principal objetivo de estas actividades extraescolares sería el de motivar a los alumnos, es posible que se pudiese tratar de forma introductoria o conclusiva alguno de los contenidos desarrollados en esta programación didáctica.

10. Conclusiones

En conclusión, a partir de las propuestas realizadas en esta programación didáctica se pretende superar la limitación actual de algunas de las asignaturas de ciencias, pues en ocasiones quedan reducidas a una mera adquisición de conocimientos científicos. Así, se busca producir un cambio metodológico en los alumnos que les permita aplicar las mejores características de la actividad científica a su vida cotidiana. Asimismo, se busca mejorar la actitud de los alumnos hacia la ciencia de forma que dejen de apreciarla como una actividad misteriosa y complicada de la que desconfiar. Y todo esto se trata de conseguir sin renunciar a la adquisición de conocimientos científicos por parte de los alumnos. Más bien al contrario, se ha intentado que esta adquisición se produjese de forma contextualizada históricamente y sin renunciar a la creatividad inherente a la investigación científica.

Como puede apreciarse, la creación de una programación didáctica que responda a todos estos y a otros objetivos no es fácil. Especialmente debido al reducido número de horas del que se dispone para tratar un currículum excesivamente largo. Pero, aun así, se ha tratado de llevar a cabo de la mejor forma posible, argumentando y justificando en todo momento las decisiones tomadas.

11. Bibliografía

- Abrami, P. C., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Waddington, D. I., Wade, A., & Persson, T. (2015). Strategies for Teaching Students to Think Critically: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 85, 275 – 314.
- Anderson, L., & Krathwohl, A. (2000). Taxonomy of Teaching and Learning: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. *Educational Psychology*, 41, 479 – 480.
- Arce de Sanabia, J. (1993). Relative Atomic Mass and the Mole: A Concrete Analogy to Help Students Understand These Abstract Concepts. *Applications and Analogies*, 70, 233 – 234.
- Bakalis, N. (2005). *Handbook of Greek philosophy: from Thales to the stoics: analysis and fragment*. Indiana: Trafford Publishing.
- Bensaude, B., & Stengers, I. (1997). *Historia de la química*. Madrid: Addison-Wesley.
- Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A Theory of Knowledge. *Journal of Chemical Education*, 10, 873 – 878.
- Burnet, J. (1892). *Early Greek philosophy*. Montana: Kessinger.
- Caamaño, A. (2014). La estructura conceptual de la química: realidad, conceptos y representaciones simbólicas. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 78, 7 – 20.
- Campanario, J.M. (2002). *La enseñanza de las ciencias en preguntas y respuestas*. https://www.cad.unam.mx/programas/actuales/cursos_diplo/cursos/cursos SEP 2012/00/secundaria/mat_particip_secun/01_biologia/arch_particip_bio/S4P2.pdf.

- Campanario, J. M., & Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18, 155 – 169.
- Campos, A. L. (2010). Neuroeducación: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano. *La Educ@ción*, 143, 1 – 14.
- Carrascosa, J., & Gil, D. (1985). La <<metodología de la superficialidad>> y el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 3, 113 – 120.
- Carrascosa, J. & Gil, D. (1992). Concepciones alternativas en mecánica. Dinámica: Las fuerzas como causa del movimiento. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. *Enseñanza de las Ciencias*, 10, 314 – 328.
- Carrascosa, J., Martínez Sala, C., Aparicio, J., & Domínguez, C. (2016). *Física y Química. 4º ESO*. Valencia.
- Casado, A. M., Castejón, F. J., Jalvo, F. (1999). Análisis de Materiales Curriculares Para Matemáticas. *Clasé*, 8, 45 – 51.
- Coca, D. M. (2015). Estudio de las motivaciones de los estudiantes de secundaria de física y química y la influencia de las metodologías de enseñanza en su interés. *Educación XXI*, 18, 215 – 235.
- Cuéllar, A. I. (Sin fecha). Desarrollo cognitivo en la adolescencia. *Universidad de Valencia*.
- Deci, E. L., & Ryan, R. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum.
- Decreto 48/2015, de 14/05/2015, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria y Bachillerato para la Comunidad de Madrid. B.O.C.M nº 118, 20 de mayo.
- Del Río, E. A., Larrondo, F., Martínez Salmerón, F., Bolea, S. (Ed.). (2016). *Física y Química. 4.º ESO*. Andalucía: Mc Graw Hill.
- Doménech, J. L., Torregosa, J. M., Savall, F. (2013). ¿Los modelos atómicos de Thomson y Rutherford que se presentan habitualmente en las clases se corresponden con sus aportaciones? *Enseñanza de las Ciencias*, 31, 29 – 43.
- Enguita, M. F. (2010). La Institución Escolar En La Sociedad De La Información Y El Conocimiento. En Feito, R. (Ed.), *Sociología De La Educación Secundaria*, 9 – 24. Barcelona: Graó.
- Furió, C. & Padilla, K. (2003). La evolución histórica de los conceptos científicos como prerrequisito para comprender su significado actual: el caso de la “cantidad de sustancia y el “mol”. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 17, 55 – 74.
- Furió, C., Vilches, A., Guisasola, J., & Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, 19, 365 – 376.
- García Hourcade, J. L., & Rodríguez de Ávila, C. (1985). Preconcepciones sobre el calor de 2º de B.U.P. *Enseñanza de las Ciencias*, 3, 188 – 193.
- Gardner, H. (1995). *Inteligencias múltiples. La teoría en la práctica*. Barcelona: Paidós.
- Gil, D. (1983a). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1, 26 – 33.
- Gil, D. (1983b). Los programas–guía de actividades: una concreción del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 3, 3 – 12.
- Gil, D. (1986). La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las Ciencias*, 4, 111 – 121.
- Gil, D., Furió, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez – Torregosa, J., Guisasola, J., ..., & Pessoa de Carvalho, A. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos,

resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17, 311 – 320.

- Gil, D., Macedo, B., Martínez – Torregosa, J., Silfredo, C., Valdés, P., & Vilches, A. (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago de Chile: Andros Impresores.
- González Arias, A. (2006). El concepto “energía” en la enseñanza de las ciencias. *Revista Iberoamericana de Educación*, 38, 1 – 7.
- Gozálvez, V., Traver, J. A., & García, R. (2011). El aprendizaje cooperativo desde una perspectiva ética. *Estudios Sobre Educación*, 21, 181 – 197.
- Grenze, T., Vidal, M. C., Sánchez Gómez, D., de Luis, J. L., & Brandi, A. (2016). *Física y Química. Serie Investiga. 4º ESO*. Madrid: Santillana.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77, 81 – 112.
- Heilbron, J. L. (1981). Rutherford-Bohr atom. *American Journal of Physics*, 49, 223 – 231.
- Heilbron, J. L., & Kuhn, T. S. (1969). The genesis of the Bohr atom. *Historical Studies in the Physical Sciences*, 1, 211 – 290.
- Iborra, A. (2001). Desarrollo cognitivo en la adolescencia. (Tesis doctoral). Juanjo Zacarés (coord). *Universidad de Valencia*.
- IES Palas Atenea. (2018). Proyecto Educativo de Centro.
- Iglesias, A., Oliva, J. M., Rosado, L. (1989). Propuesta de un modelo constructivista para la enseñanza/aprendizaje de la Física en educación secundaria. *Revista de Educación*, 289, 333 – 356.
- Ivic, I. (1994). Lev Semionovich Vygotski (1896 – 1934). *Perspectivas: Revista Trimestral de Educación Comparada*, 24, 773 – 799.
- Jiménez – Taracido, L., & Otero, J. C. (2018). La educación científica frente al pensamiento anticrítico en la vida diaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 37, 117 – 135.
- Johnson, P. (2014). An evidence-based approach to introductory chemistry. *School Science Review*, 95, 89 – 97.
- Kind, V. (2004). Beyond Appearances: Students’ misconceptions about basic chemical ideas. *School of Education*.
- Kuhn, T. S. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Kragh, H. (2010). *Before Bohr: Theories of atomic structure 1850-1910*. Aarhus: University of Aarhus.
- Lindberg, D. C. (2007). *The Beginnings of Western Science: The European Scientific Tradition in Philosophical, Religious and Institutional Context*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lloyd, G. (1968). *Aristotle: the growth and structure of his thought*. Cambridge: Cambridge University Press.
- March, A. F. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio Siglo XXI*, 24, 35 – 56.
- McGuee, M., & Bouchard, T. J. (1998). Genetic and environmental influences on human behavioral differences. *Annual Review of Neuroscience*, 21, 1 – 24.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81 – 97.
- Moreno Gómez, E., & Sancho, J. L. (2012). Breve historia de la máquina de vapor. *CSIC*.
- Morin, E. (1999). *La Mente Bien Ordenada*. Barcelona: Marcial Pons.

- Mounoud, P. (2001). El desarrollo cognitivo del niño: Desde los descubrimientos de Piaget hasta las investigaciones actuales. *Contextos Educativos*, 4, 53 – 77.
- Nahum, T., Mamlok – Naaman, R., Hofstein, A., & Kronik, L. (2008). A New “Bottom – up” Framework for Teaching Chemical Bonding. *Journal of Chemical Education*, 85, 1680 – 1685.
- Occelli, M., & Valeiras, N. (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 31, 133 – 152.
- Oliva, J. M. (2008). Qué conocimientos profesionales deberíamos tener los profesores de ciencias sobre el uso de analogías. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5, 15 – 28.
- Paul, C.; Potter, W. H.; Weiss, B. (2014). Grading by Category: A simple method for providing students with meaningful feedback on exams in large courses. *The Physics Teacher*, 52, 485 – 488.
- Pérez, V. G., Martí, J. A. T., & López, R. G. (2011). El aprendizaje cooperativo desde una perspectiva ética. *Estudios Sobre Educación*, 21, 181 – 197.
- Pintrich, P. R.; Marx, R. W.; Boyle, R. A. (1993). Beyond Cold Conceptual Change: The Role of Motivational Beliefs and Classroom Contextual Factors in the Process of Conceptual Change. *Review of Educational Research*, 63, 167 – 199.
- Pohl-Valero, S., & Vitery, F. C. (2010). Energía, entropía y religión. Un repaso histórico. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas*, 130, 37 – 52.
- Posner, G., Strike, K., Hewson, P., & Gertzog, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211 – 227.
- Pozo, J. I., Gómez, M. A., Limón, M., & Sanz, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: Las Ideas de los Adolescentes sobre la Química*. Madrid: Gráficas Juma.
- Ramírez, E. G. (2013). *Metodología activa: favoreciendo los aprendizajes*. Madrid: Santillana.
- Raviolo, A., Garritz, A., Sosa, P. (2011). Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8, 240 – 254.
- Recio, J., Muñoz, J. M., Ramírez, L., San Emeterio, J. L., Sevilla, I., & Villasuso, J. (2016). *Física y Química 4º ESO*. Cide@ad.
- Rodríguez, M. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. *Revista Electrónica d'Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa*, 3, 29 – 50.
- Rovira, J. M. P., Casares, M. G., García, X. M., Serrano, L. R. (2011). Aprendizaje – servicio y Educación para la Ciudadanía. *Revista de Educación*, 45 – 67.
- Rutherford, E. (1911). The scattering of α and β particles by matter and the structure of the atom. *Philosophical Magazine*, 21, 669 – 688.
- Sánchez Ron, J. M. (2001). *Historia de la física cuántica*. Barcelona: Critica.
- Scerri, E. R. (2007). *The periodic table: its story and its significance*. Oxford: Oxford University Press.
- Sebastiá, J. S. M. (2013). Las Leyes de Newton de la mecánica: Una revisión histórica y sus implicaciones en los textos de enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 27, 199 – 217.
- Shayer, M., & Adey, P. (1984). *La ciencia de enseñar ciencia*. Madrid: Narcea SA.
- Steinberg, A. (1997). *Real Learning, Real Work: School-to-work as High School Reform (Transforming Teaching)*. Londres: Routledge.
- Skinner, B. F. (1994). *Sobre el Conductismo*. Barcelona: Planeta De Agostini.
- Taber, K. S. (2013). Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 14, 156 – 168.

- Tapia, J. A. (1991). *Motivación y Aprendizaje en el aula*. Madrid: Santillana.
- Thomson, J. J. (1904a). *Electricity and Matter*. New Haven: Yale University Press.
- Thomson, J. J. (1904b). On the structure of the atom: an investigation of the stability and periods of oscillation of a number of corpuscles arranged at equal intervals around the circumference of a circle; with application of the results to the theory of atomic structure. *Philosophical Magazine*, 7, 237 – 265.
- Trinidad – Velasco, R., & Garritz, A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Investigación Educativa*, 14, 72 – 85.
- Verdú, R. (2004). *La estructura problematizada de los temas y cursos de Física y Química como instrumento de mejora de su enseñanza y aprendizaje* (Tesis doctoral). Torregosa, J. M. (Coord.). Valencia: Universitat de Valencia.

12. Webgrafía

- (13.2) [ACCIONA]. (2014, noviembre 5). *¿Qué es la energía solar fotovoltaica? | Sostenibilidad*. [Archivo de vídeo]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=h20bJDZCaCk>
- (13.3) [ACCIONA]. (2013, mayo 14). *¿Qué es la energía eólica? | Sostenibilidad*. [Archivo de vídeo]. Recuperado de: https://youtu.be/Ext_rwcbE7g
- (2.2) American Chemical Society. (s.f.). CAS Registry – The gold standard for chemical substance information. Recuperado de: <https://www.cas.org/support/documentation/chemical-substances>
- (2.3) [Build an atom]. (s.f.). Recuperado de: <http://www.keithcom.com/atoms/index.php>
- (13.4) [EcologíaVerde]. (2018, septiembre 16). *¿Qué es la ENERGÍA HIDRÁULICA? – TIPOS DE ENERGÍA*. [Archivo de vídeo]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=UJaNNUO9uIA>
- (5.2) FQSB. (s.f.a). *Factor que afecta la velocidad de reacción: la concentración*. [Animación]. Recuperado de: http://www.fisica-quimica-secundaria-bachillerato.com/animaciones-flash-interactivas/quimica/cinetica-quimica_factor_concentracion.htm
- (5.1) FQSB. (s.f.b). *Factor que afecta la velocidad de reacción: la temperatura*. Recuperado de: http://www.fisica-quimica-secundaria-bachillerato.com/animaciones-flash-interactivas/quimica/cin-etica-quimica_factor_temperatura.htm
- (6.1) Gibanel, P. (2014). *Galería visual 3D de moléculas. Química del carbono*. [Animación]. Recuperado de: http://iesbinef.educa.aragon.es/fiqui/jmol/organica.htm?_USE=HTML5
- (9.7) [Khan Academy]. (2011, junio 12). *Gravity for astronauts in orbit | Centripetal force and gravitation | Physics | Khan Academy*. [Archivo de vídeo]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=olZV-ixRTcY&index=33&list=PLza0Shqw0Oz3AgPpyFVix96l7lMS9cK-HA>
- (4.1) [Moles y masas moleculares]. (s.f.) Recuperado de: <http://iespoetaclaudio.centros.educa.jcyl.es/sitio/upload/moles.swf>
- (3.2) PhetColorado. (2019a). *Balancing chemical equations*. [Animación]. Recuperado de: https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-chemical-equations/latest/balancing-chemical-equations_es.html
- (2.1) PhetColorado. (2019b). *Build an atom*. [Animación]. Recuperado de: https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_en.html

- (11.2) PhetColorado. (2019c). *Density and buoyancy*. [Animación]. Recuperado de: https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/buoyancy_es.html
- (14.2) PhetColorado. (2019d). *Energy forms and changes*. [Animación]. Recuperado de: https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_en.html
- (12.1) PhetColorado. (2019e). *Energy skate park basics*. [Animación]. Recuperado de: https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_es.-html
- (9.1) PhetColorado. (2019f). *Forces and motion basics*. [Animación]. Recuperado de: https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_es.html
- (9.6) PhetColorado. (2019g). *Gravity and orbits*. [Animación]. Recuperado de: https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_es.html
- (9.5) PhetColorado. (2019h). *Gravity force lab*. [Animación]. Recuperado de: https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-force-lab/latest/gravity-force-lab_es.html
- (9.2) PhetColorado. (2019i). *Hooke's law*. [Animación]. Recuperado de: https://phet.colorado.edu/sims/html/hookes-law/latest/hookes-law_es.html
- (9.3) PhetColorado. (2019j). *Masses and springs*. [Animación]. Recuperado de: https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs/latest/masses-and-springs_es.html
- (9.4) PhetColorado. (2019k). *Pendulum lab*. [Animación]. Recuperado de: https://phet.colorado.edu/sims/html/pendulum-lab/latest/pendulum-lab_es.html
- (1.1) (Im 1) (Im 2) PhetColorado. (2019l). *Rutherford scattering*. [Animación]. Recuperado de: https://phet.colorado.-edu/sims/html/rutherford-scattering/latest/rutherford-scattering_es.html
- (11.1) (14.1) PhetColorado. (2019m). *States of matter*. [Animación]. Recuperado de: https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter/latest/states-of-matter_es.html
- (13.1) [QuantumFracture]. (2018, octubre 25). *Lo que Trump (y Tú) Deberíais Saber sobre el Cambio Climático*. [Archivo de vídeo]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=kHb4XY5VLVc>
- (13.5) [QuantumFracture]. (2018, diciembre 4). *El Cambio Climático es Culpa Nuestra y Puedo Convencerte*. [Archivo de vídeo]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=JQHtjT-c7U>
- (An 1) [Stated Clearly]. (2012, agosto 30). *What is DNA and How Does it Work?* [Archivo de vídeo]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=zwibgNGe4aY>
- (3.1) [TED en español]. (2015, octubre 27). *Si las moléculas fueran personas...* - George Zaidan y Charles Morton [Archivo de vídeo]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=7tGRa0Uo5mY>

Anexo I

Unidad didáctica 1: El átomo

Temporalización: 1ª Evaluación. 6 sesiones.

Esta unidad didáctica resultará fundamental para el correcto devenir del resto del curso, pues en ella se deberá comenzar a configurar el cambio actitudinal y metodológico en los alumnos que les permita hacerse responsables de su aprendizaje. Así, se tratará de mostrar punto por punto las propuestas que se llevarán a cabo para alcanzar los propuestos de la unidad didáctica y de la asignatura.

Objetivos y contenidos de Biología necesarios para el proyecto

Cabe mencionar que únicamente se describirán las sesiones impartidas en la asignatura de Física y Química. Las impartidas en la asignatura de Biología serán necesarias para completar el proyecto, por lo que deberán seguir un esquema común acordado por ambos profesores, pero el desarrollo concreto de sus clases dependerá en exclusiva del profesor de Biología. Sí se formularán a continuación (*Tabla 8*) los objetivos y contenidos conceptuales de la asignatura de Biología que serán importantes en el proyecto y que no se han presentado en la ficha de la unidad didáctica. Estos podrán ser ampliados en caso de que el profesor de Biología así lo considere, pues únicamente se han formulado aquellos imprescindibles para un correcto desarrollo del proyecto. Asimismo, será función del profesor de Biología determinar cuáles son los contenidos procedimentales y actitudinales necesarios. Los objetivos estarán formulados a partir de los estándares de aprendizaje evaluables del BOCM (Decreto 48, 2015, pp. 39 – 40) y los contenidos conceptuales se obtendrán de aquellos que aparecen en el BOCM (Decreto 48, 2015, pp. 38).

Tabla 8. Objetivos y contenidos conceptuales de Biología necesarios para el proyecto.

OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA DE BIOLOGÍA NECESARIOS PARA EL PROYECTO
B.1. Comprender el papel de los aminoácidos en la formación de proteínas.
B.2. Conocer la importancia de las proteínas para el correcto funcionamiento de las células.
B.3. Conocer la relación del ADN con la formación de proteínas.
B.4. Comprender cómo se expresa la información genética.
B.5. Relacionar la función del ADN como portador de la información genética con el concepto de gen.
B.6. Expresar la importancia de las mutaciones en la diversidad genética y en la evolución.
B.7. Relacionar la replicación del ADN con la conservación de la información genética.
B.8. Indicar los mecanismos de la evolución y la importancia de la selección natural en ella.
CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA DE BIOLOGÍA NECESARIOS PARA EL PROYECTO

Conceptuales: ADN y Genética molecular (B.1 – 7). Proceso de replicación del ADN (B.1 – 3, 5 – 7). Gen (B.5). Expresión de la información genética (B.4 – 7). Mutaciones (B.6, 8). Origen y evolución de los seres vivos (B.6, 8).

Justificación de la unidad didáctica y el proyecto

Conviene, antes de comenzar con la unidad didáctica en sí, realizar una breve revisión de las justificaciones organizativas de la unidad didáctica. Asimismo, como se ha podido observar a lo largo de toda esta programación didáctica, uno de sus pilares fundamentales es la motivación de los alumnos. Por tanto, se explicitarán a continuación las relaciones entre las distintas actividades realizadas en la unidad didáctica y los principios motivacionales de Alonso Tapia (1991).

En primer lugar, mediante la colaboración entre asignaturas se tratará de que los alumnos comprendan que el conocimiento está muy relacionado entre sí. Asimismo, se estará aplicando el séptimo principio motivacional de Alonso Tapia (1991). Es decir, ejemplificar aquellas actitudes y valores que queremos transmitir a los alumnos mediante la cooperación entre profesores.

En segundo lugar, se pretende captar la atención de los alumnos a partir de un tema directamente relacionado con ellos: su personalidad. Este es un tema que, casi con total seguridad, les resultará muy interesante, pues se estará aprovechando el egocentrismo propio de la adolescencia tardía (Mounoud, 2001). Cabe mencionar que este egocentrismo al que se hace referencia no se trata del egocentrismo infantil al que se refería Piaget, sino a un egocentrismo adolescente centrado en la autoconciencia (Iborra, 2001). Además, así se estará tratando de aplicar el segundo principio motivacional de Alonso Tapia (1991).

En tercer lugar, se buscará iniciar el bloque dedicado a la Química con un concepto que puede resultar muy complejo para los alumnos: el átomo (Trinidad – Velasco & Garritz, 2003). Esto será necesario porque, a partir de él, los alumnos podrán trabajar el concepto de sustancia, un concepto central dentro de la Química (Johnson, 2014; Raviolo, Garritz & Sosa, 2011). Asimismo, permitirá reducir la abstracción de los contenidos de química mediante la introducción sistemática de los tres niveles de representación presentes en la Química y de los tres componentes de cada uno de ellos. Esto permitirá reducir la exigencia cognitiva a la que los alumnos se enfrentarán en la asignatura.

En cuarto lugar, permitirá a los alumnos comenzar a formar su propio conocimiento mediante el análisis de la evolución histórica del modelo mental de los científicos sobre el átomo (Doménech, Torregosa & Saval, 2013). Así, a la vez que configuran su propio modelo mental, estudiarán cómo se construye el conocimiento en la ciencia.

En quinto lugar, el análisis de información llevado a cabo permitirá a los alumnos comenzar a valorar la necesidad de contrastar cualquier información antes de considerarla válida. Esto permitirá a los alumnos comenzar a superar la “metodología de la superficialidad” (Carrascosa & Gil, 1985) y familiarizarse con el modo de proceder de los científicos.

En sexto lugar, los alumnos podrán darse cuenta de que la ciencia no es un conjunto de verdades inmutables, sino que suelen aparecer contradicciones y desacuerdos entre científicos. Esto lo podrán observar al estudiar la relación de la herencia genética con la personalidad, pues es un tema en el que no existe consenso actualmente entre los expertos (McGuee & Bouchard, 1998).

Y, en séptimo y último lugar, los alumnos podrán comenzar a trabajar, además del nivel submicroscópico del concepto de sustancia, su relación con sus niveles intermedio y macroscópico mediante el estudio del ADN y de la genética.

Metodología

A continuación se presenta una tabla resumen (*Tabla 9*) de la división de las actividades por sesiones que se desarrollará más adelante.

Tabla 9. Relación de las actividades realizadas y de las sesiones en que se divide la unidad didáctica.

	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4	Sesión 5	Sesión 6
Actividad 1						
Actividad 2						
Actividad 3						
Actividad 4						
Actividad 5						
Actividad 6						
Actividad 7						
Actividad 8						
Actividad 9						
Actividad 10						

Sesión 1

Para comenzar la sesión convendrá realizar algún tipo de actividad que capte la atención de los alumnos y les muestre el interés del tema que se va a tratar. Así, nos estaremos valiendo del primer principio motivacional de Alonso Tapia (1991). Para ello se pedirá a algunos de los alumnos que comenten algún rasgo de su personalidad que crean que es similar al de sus progenitores. Así, dado que no todos los alumnos podrán describirse a sí mismos ni a sus familias en profundidad, se les pedirá que escriban brevemente dos descripciones (**Actividad 1**): una en la que se describan su percepción de ellos mismos y otra en la que describan el modo en que creen que les ven sus compañeros. De esta forma se estará utilizando el egocentrismo propio de la adolescencia tardía (Mounoud, 2001) para

motivar a los alumnos hacia el tema. Pero, además, en esta actividad los alumnos estarán reflexionando sobre su propia personalidad y sobre el modo en que les gustaría que los demás les percibiesen, lo que ayudará a que salgan de su propio punto de vista y traten de comenzar a configurar adecuadamente su identidad. Esto servirá para que conciban el propósito del proyecto como algo con valor para ellos incluso fuera de la escuela. Por último, esta actividad permitirá al profesor comenzar a conocer a todos sus alumnos en profundidad, lo que será muy útil para futuras distribuciones en grupos y para determinar la mejor forma de tratar a cada uno de ellos. Esta primera actividad deberá ocupar en torno a la mitad de la sesión, pues, como ya se ha comentado, jugará un papel central a la hora de determinar el modo en que los alumnos se van a enfrentar a la asignatura. Además, permitirá al profesor comenzar a observar los patrones de trabajo de los alumnos durante la redacción de ambas descripciones.

Después, se aprovechará que los alumnos acaban de realizar sus propias descripciones para plantearles (**Actividad 2**) la pregunta central a la que deberán tratar de responder a lo largo del proyecto: *¿Cómo determina la herencia genética vuestra personalidad?* Así, nuevamente se tratará de captar la atención de los alumnos planteándoles una pregunta cuya redacción les sitúa en el centro del proceso de enseñanza – aprendizaje y que servirá para aplicar el segundo principio motivacional de Alonso Tapia (1991). Además, esto debería permitir a los alumnos establecer un objetivo para esta primera unidad didáctica común al que les plantea el profesor, pues este último está totalmente centrado en una de las características más importantes para ellos en la adolescencia tardía: su identidad. Asimismo, facilitará que los alumnos identifiquen el proyecto que se explicará a continuación como la respuesta a esta pregunta, lo que servirá para que identifiquen la estructura de alto nivel problema – solución tan típica de la ciencia a lo largo de toda la unidad didáctica. Este proyecto seguirá las indicaciones y recomendaciones realizadas por Adria Steinberg en su libro: “Real Learning, Real Work: School-to-Work As High School Reform (Transforming Teaching)” (Steinberg, 1997).

Estas dos primeras actividades podrían considerarse un mero planteamiento de la unidad didáctica. Un planteamiento centrado en captar la atención de los alumnos y en tratar de comenzar a producir un cambio actitudinal en ellos. Por ello, como se verá en la tabla en la que se relacionan los objetivos de la unidad didáctica con sus contenidos y se indica en qué actividad se tratan (*Tabla 10*), la relación de estas dos con los objetivos será mucho más superficial que la de las demás actividades. Aun así, este cambio actitudinal será fundamental para que el profesor pueda renunciar paulatinamente a parte de su autoridad y responsabilidad en la dirección de la clase. Una renuncia imprescindible para que los alumnos, siguiendo un guion proporcionado por el profesor, puedan tomar las riendas de su aprendizaje e involucrarse en el mismo, lo que facilitará que se produzca un aprendizaje significativo en ellos (Rodríguez, 2011).

Tabla 10. Relación de los objetivos de la unidad didáctica con las actividades realizadas. También se indica la relación de los objetivos con los contenidos de la unidad. Se utilizan las siguientes abreviaturas: contenido conceptual (C.C.), contenido procedimental (C.P.), contenido actitudinal (C.A.).

	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7	Actividad 8	Actividad 9	Actividad 10
Objetivo 1 (C.C.1, C.P.1, C.A.1)			X	X	X	X				
Objetivo 2 (C.C.2, C.P.4, C.A.2)					X	X				
Objetivo 3 (C.C.2, C.P.3, C.A.2)					X	X				
Objetivo 4 (C.C.1, C.C.3, C.P.2, C.A.1)	X	X	X	X	X	X				
Objetivo 5 (C.C.1, C.C.3, C.A.3)					X	X	X	X	X	X

Una vez que se ha planteado la unidad didáctica y el proyecto que se va a realizar, conviene presentar a los alumnos las preguntas más concretas en las que se dividirá la pregunta central del proyecto (**Actividad 3**). Esto servirá, en primer lugar, para que no traten de responder a dicha pregunta central en base a su propia experiencia, sin reflexionar sobre ello y haciendo gala de la “metodología de la superficialidad” (Carrascosa & Gil, 1985) que se quiere erradicar a lo largo de todo el curso. Además, permitirá a los alumnos entrar en contacto con la forma de proceder de los científicos cuando se tienen que enfrentar a una pregunta demasiado general. Es decir, dividir dicha pregunta en otras más concretas que puedan responder y que puedan permitir configurar, conjuntamente, la respuesta a la pregunta general. Así, se plantearán a los alumnos las preguntas: *¿Qué es la herencia genética? ¿Qué son los genes? ¿Qué es el ADN? ¿Qué es una molécula? ¿Qué es un átomo?* Dado que es muy probable que los alumnos sean incapaces de responder con precisión a estas preguntas, durante este planteamiento se deberá hacer especial énfasis en el hecho de que las respuestas a las mismas las averiguarán a medida que avance la realización del proyecto. Asimismo, se deberá mostrar lo más claramente posible la relación entre todas estas preguntas y entre ellas y la pregunta central del proyecto. De esta forma, se tratará de evitar algún tipo de efecto negativo sobre la motivación de los alumnos y se intentará que sigan percibiendo la estructura de alto nivel problema – solución entre estas preguntas y el proyecto. Por último, se explicará a los alumnos que, si bien todas ellas están estrechamente relacionadas entre sí, tan solo las dos últimas se responderán en la asignatura de Física y Química. Las otras tres preguntas se responderán en la asignatura de Biología. Esto facilitará que los alumnos conciban el conocimiento que se presenta en las distintas asignaturas como un conjunto interrelacionado y no como parcelas de conocimiento totalmente aisladas entre sí.

Para terminar la sesión, será necesario presentar a los alumnos la forma de evaluar el proceso y el producto del proyecto en la asignatura de Física y Química (**Actividad 4**). Convendrá que estas evaluaciones sean comunes tanto en la asignatura de Física y Química como en la de Biología, pues

de esta forma se podrá hacer uso del séptimo principio motivacional de Alonso Tapia (1991) y ejemplificar la cooperación que se pretende que los alumnos pongan en práctica. Así, se explicará a los alumnos la evaluación continua que se realizará a lo largo de todo el proceso mediante una plantilla de observación como la que se muestra a continuación (*Tabla 11*) (como ya se ha comentado, la evaluación de los objetivos propios de la unidad didáctica a través de la observación únicamente servirá para complementar su evaluación a través de otras pruebas) y a través de sus distintos informes tras la actividad grupal:

Tabla 11. Plantilla de observación utilizada a lo largo de la unidad didáctica para evaluar el trabajo y la evolución de los alumnos.

Escala de valoración	Alumno 1	Alumno 2	Alumno 3	Alumno 4
1. Nunca lo hace.				
2. Lo hace aproximadamente una de cada cuatro veces				
3. Lo hace aproximadamente una de cada dos veces.				
4. Lo hace siempre.				
OBSERVACIONES SOBRE EL TRABAJO COOPERATIVO				
Dividir adecuadamente el trabajo entre todos los miembros del grupo.				
Pedir ayuda en caso de necesitarla.				
Desempeñar el rol asignado por el profesor dentro del grupo.				
Ayudar a sus compañeros en caso de solicitárselo.				
Defender sus ideas de forma argumentada, razonada y respetuosa.				
Participar activamente en los debates grupales.				
OBSERVACIONES SOBRE EL TRABAJO INDIVIDUAL				
Realizar la parte del trabajo asignada.				
Presentar los resultados y las conclusiones de forma clara y ordenada.				
Utilizar adecuadamente y con cuidado las herramientas o informaciones proporcionadas por el profesor.				
Seguir las instrucciones proporcionadas por el profesor/Justificar por qué no sigue las instrucciones proporcionadas por el profesor.				
Seleccionar fuentes de información fiables en caso de tener que recopilar información como parte de su trabajo.				
OBSERVACIONES SOBRE LA ACTITUD				
Respetar a todos sus compañeros y a su profesor por igual.				
Demostrar una actitud positiva hacia la ciencia y hacia su aprendizaje.				
Mostrar interés por los temas tratados.				
OBSERVACIONES SOBRE OBJETIVOS PROPIOS DE LA UD				
Reconocer las evidencias a favor o en contra de un determinado modelo atómico.				
Dibujar un esquema de un determinado modelo atómico a partir de su descripción.				
Reconocer la necesidad de que cualquier hipótesis esté de acuerdo con el cuerpo de conocimientos de la disciplina o con el resultado de una investigación.				
Comprender que la ciencia no son verdades absolutas, sino que pueden existir contradicciones y desacuerdos entre expertos.				

También se les presentará la rúbrica holística utilizada para evaluar el análisis del texto de la siguiente sesión (*Tabla 12*), de forma que puedan utilizarla, junto con el esquema que se les proporcionará (*Tabla 14*), de modelo:

Tabla 12. Rúbrica holística utilizada para evaluar el análisis entregado por los alumnos sobre el texto analizado.

Nivel de ejecución	Análisis de un texto
5	Entrega el análisis del texto dando respuesta a todos los puntos clave que se indican en el esquema proporcionado a los alumnos para servir de modelo durante dicho análisis. La información que resalta en el texto es suficiente para dar respuesta a todos los puntos planteados en el esquema. Identifica todas las características más relevantes del modelo analizado e interpreta correctamente todas ellas. Identifica todas las fortalezas y debilidades del modelo analizado e interpreta correctamente todas ellas. Además, describe adecuadamente la evolución del modelo analizado a medida que surgen nuevas evidencias a su favor o en su contra.
4	Entrega el análisis del texto tratando de dar respuesta a todos los puntos clave que se indican en el esquema entregado a los alumnos para servir de modelo durante dicho análisis. La información que resalta en el texto es suficiente para dar respuesta a todos los puntos planteados en el esquema. Identifica todas las características más relevantes del modelo analizado e interpreta correctamente casi todas ellas. Identifica todas las fortalezas y debilidades del modelo analizado e interpreta correctamente casi todas ellas.
3	Entrega el análisis del texto tratando de dar respuesta a todos o casi todos los puntos clave que se indican en el esquema entregado a los alumnos para servir de modelo durante dicho análisis. La información que resalta en el texto es suficiente para dar respuesta a casi todos los puntos planteados en el esquema, aunque alguno está incompleto. Identifica casi todas las características más relevantes del modelo analizado, pero interpreta incorrectamente alguna de ellas. Identifica casi todas las fortalezas y debilidades del modelo analizado, pero interpreta incorrectamente alguna de ellas.
2	Entrega el análisis del texto tratando de dar respuesta a la mayoría de los puntos clave que se indican en el esquema entregado a los alumnos para servir de modelo durante dicho análisis. La información que resalta en el texto es importante, pero insuficiente para dar respuesta a los puntos resaltados en el esquema. Identifica varias de las características más relevantes del modelo analizado, pero interpreta incorrectamente alguna de ellas y no resalta alguna de las características fundamentales. Identifica varias de las fortalezas y debilidades del modelo analizado, pero interpreta incorrectamente alguna de ellas y no resalta alguna de las más relevantes.
1	Entrega el análisis del texto sin atender a ninguno o a casi ninguno de los puntos clave que se indican en el esquema entregado a los alumnos para servir de modelo durante dicho análisis. La información que resalta como importante del texto es irrelevante o ha sido mal interpretada. Tan solo identifica alguna de las características relevantes del modelo analizado. Tan solo indica alguna de las fortalezas y de las deficiencias del modelo atómico analizado.

0	No entrega el análisis del texto o lo entrega copiado de internet o de algún otro compañero.
Criterios adicionales de penalización	
Cada falta de ortografía será penalizada con 0.25 puntos sobre 10. Solo se penalizará una vez cada falta.	
Cada error en la acentuación será penalizado con 0.1 puntos sobre 10. Solo se penalizará una vez cada error.	
Se podrá penalizar el cómputo global del análisis con hasta 1 punto sobre 10 por una mala sintaxis o fallos graves de redacción.	
Se podrá penalizar el cómputo global del análisis con hasta 0.5 puntos sobre 10 por una presentación o limpieza deficientes.	

Al presentar a los alumnos estos modos de evaluación se facilitará que comiencen a hacerse cargo de su propio aprendizaje y que centren su atención en los aspectos relevantes del texto que deberán analizar. Además, podrán apreciar la importancia del proceso de trabajo llevado a cabo a lo largo de toda la unidad didáctica. Esto podrán hacerlo mediante la comparación de esta rúbrica holística con la que se utilizará para evaluar el producto del proyecto.

La rúbrica con la que se evaluará el producto del proyecto (*Tabla 13*), también les será proporcionará a los alumnos. Pero, antes de presentársela, se deberá concretar y explicar en qué consistirá este producto. Es decir, se indicará a los alumnos que deberán escribir un pseudoartículo científico con un esquema determinado (que se les proporcionará más adelante) en el que den respuesta a las preguntas planteadas en ambas asignaturas a lo largo de la unidad didáctica. Además, se les explicará que esos pseudoartículos científicos estarán disponibles para todo el que desee leerlos en un blog propio de la asignatura. Los alumnos podrán decidir si desean que sus aportaciones sean anónimas o lleven indicado su nombre.

Tabla 13. Rúbrica holística utilizada para evaluar el pseudoartículo científico entregado por los alumnos al final de la unidad didáctica.

Nivel de ejecución	Pseudoartículo científico
5	Además de lo realizado en el anterior nivel de ejecución, demuestra un mayor nivel de complejidad y argumentación en sus respuestas. También analiza cómo contribuye la respuesta a cada una de las preguntas concretas a la respuesta dada en las conclusiones a la pregunta central. Asimismo, plantea alguna posible forma de comprobar su respuesta dada o busca información que la apoye.
4	Entrega el proyecto tratando de dar respuesta a todos los puntos clave que se indican en el esquema entregado a los alumnos para servir de modelo durante su realización. Presenta una descripción de su personalidad distinta a la que presentó al comienzo de la unidad didáctica pero justificando adecuadamente los cambios y las distintas versiones o presenta una descripción de su personalidad similar a la proporcionada al comienzo de la unidad didáctica. Justifica adecuadamente la división de la pregunta central en otras más concretas. Responde adecuadamente a todas las preguntas concretas planteadas. Relaciona correctamente todas las respuestas dadas a

	las preguntas concretas. Responde a la pregunta central del proyecto llevando a cabo una argumentación correcta. Considera imprescindible comprobar de alguna forma la respuesta antes de considerarla válida. Relaciona esto último con la falta de verificación de las hipótesis emitidas por los filósofos griegos sobre la estructura de la materia. Explica correctamente la necesidad de contrastar las respuestas dadas y la presentada por el profesor como la aceptada por la comunidad científica.
3	Entrega el proyecto tratando de dar respuesta a todos o a casi todos los puntos clave que se indican en el esquema entregado a los alumnos para servir de modelo durante su realización. Presenta una descripción de su personalidad distinta a la que presentó al comienzo de la unidad didáctica pero justificando adecuadamente los cambios y las distintas versiones o presenta una descripción de su personalidad similar a la proporcionada al comienzo de la unidad didáctica. Justifica adecuadamente la división de la pregunta central en otras más concretas. Responde adecuadamente a todas o a casi todas las preguntas concretas planteadas. Relaciona correctamente entre sí algunas de las respuestas dadas a las preguntas concretas, pero otras no las relaciona o lo hace insuficientemente. Responde a la pregunta central del proyecto llevando a cabo una argumentación correcta. Considera importante comprobar de alguna forma la respuesta antes de considerarla válida. Explica correctamente la necesidad de contrastar las respuestas dadas y la presentada por el profesor como la aceptada por la comunidad científica.
2	Entrega el proyecto tratando de dar respuesta a la mayoría de los puntos clave que se indican en el esquema entregado a los alumnos para servir de modelo durante su realización. Presenta una descripción de su personalidad totalmente distinta a la que presentó al comienzo de la unidad didáctica sin justificar adecuadamente los cambios y las distintas versiones. No justifica adecuadamente la división de la pregunta central en otras más concretas. No responde adecuadamente a varias de las preguntas concretas planteadas. Relaciona incorrectamente entre sí la mayoría de las respuestas dadas a las preguntas concretas. Responde a la pregunta central del proyecto llevando a cabo una argumentación insuficiente o errónea. Estima que convendría comprobar de alguna forma la respuesta, pero no lo juzga imprescindible antes de considerarla válida. Explica insuficientemente o de forma incorrecta la necesidad de contrastar las respuestas dadas y la presentada por el profesor como la aceptada por la comunidad científica.
1	Entrega el proyecto sin atender a ninguno o a casi ninguno de los puntos clave que se indican en el esquema entregado a los alumnos para servir de modelo durante su realización. No describe su personalidad o la percepción que tienen otros de ella. No divide la pregunta central en otras más concretas o no responde adecuadamente a ninguna o a casi ninguna de las preguntas. No relaciona entre sí las respuestas a ninguna de las preguntas. No responde a la pregunta central del proyecto o considera suficiente con dar esta respuesta sin argumentarla ni comprobarla. No explica la necesidad de contrastar las hipótesis o respuestas dadas ni la respuesta presentada por el profesor como la aceptada por la comunidad científica.
0	No entrega el pseudoartículo científico o lo entrega copiado de internet o de algún otro alumno.
Criterios adicionales de penalización	
Cada falta de ortografía será penalizada con 0.25 puntos sobre 10. Solo se penalizará una vez cada	

falta.

Cada error en la acentuación será penalizado con 0.1 puntos sobre 10. Solo se penalizará una vez cada error.

Se podrá penalizar el cómputo global del pseudoartículo con hasta 1 punto sobre 10 por una mala sintaxis o fallos graves de redacción.

Se podrá penalizar el cómputo global del pseudoartículo con hasta 0.5 puntos sobre 10 por una presentación o limpieza deficientes.

Esta rúbrica permitirá a los alumnos comprender la importancia de todo el trabajo realizado durante la unidad didáctica de cara a elaborar un producto final de calidad. Es decir, orientará la atención de los alumnos al proceso más que al producto, lo que permitirá aplicar el quinto principio motivacional de Alonso Tapia (1991). Asimismo, facilitará que los alumnos configuren un esquema mental de lo que se les pedirá al final de la unidad y que centren su atención en sus aspectos relevantes.

Sesión 2

Antes de comenzar con esta sesión, será importante que los alumnos hayan trabajado, al menos superficialmente, los conceptos de herencia genética, gen y ADN. El modo de llevar a cabo este trabajo dependerá del profesor de Biología, aunque será necesario que, al menos, hayan trabajado los conceptos presentados en este [vídeo](#)^(An 1). Asimismo, será necesario que los alumnos tengan claro que el ADN, constituyente fundamental de su organismo y del de todos los seres vivos, es un conjunto muy grande de átomos. Esto permitirá presentar los distintos modelos atómicos a lo largo de esta sesión como algo directamente relacionado con los alumnos, lo que facilitará poder captar su atención.

Así, se podrá volver a plantear a los alumnos la pregunta: *¿Qué es un átomo?*, a partir de lo aprendido en la asignatura de Biología. Después, se les explicará que serán ellos los que tratarán de descubrir la respuesta a esta pregunta, así como las características más relevantes de los distintos modelos que se han propuesto a lo largo de la historia para describirlos (**Actividad 5**). Además, el profesor procederá a dividir a los alumnos en pequeños grupos de cuatro personas a partir de la complejidad de las descripciones de los alumnos de su personalidad. Se tratará de situar, en cada uno de los grupos, a un alumno que haya realizado dicha descripción con un nivel alto de complejidad, a un alumno que la haya realizado con un nivel bajo de complejidad y a dos alumnos que la hayan realizado con un nivel medio de complejidad. Después, se repartirán cuatro roles dentro del grupo: portavoz (de cara a otros grupos y al profesor), gestor del ruido (responsable de que las conversaciones dentro del grupo no molesten a otros), moderador (durante los debates y conversaciones internas se asegurará de que todos se escuchen y respeten entre sí) y secretario (se encargará de redactar y presentar al profesor las conclusiones a las que lleguen de manera grupal). Una vez que esto esté hecho, se proporcionará a todos los grupos el **Apartado 1** del texto mostrado en la siguiente tabla (*Tabla 14*), a la mitad de los grupos el **Apartado 2** y a la otra mitad el **Apartado 3**. Por último, se explicará a los

alumnos que también tendrán que llevar a cabo el dibujo del modelo atómico que se les ha asignado. Así, los grupos que hayan analizado el modelo atómico de Thomson deberán llevar a cabo un dibujo de la primera versión propuesta en 1904 por Thomson y los grupos que hayan analizado el modelo atómico de Rutherford deberán llevar a cabo un dibujo de dicho modelo. Se pedirá a los alumnos que se centren en representar adecuadamente las características más relevantes de los distintos modelos.

Tabla 14. Texto que deberán analizar los alumnos durante el estudio de los distintos modelos atómicos.

Apartado 1. Lo analizarán todos los grupos
<p><i>¿A qué nos referimos cuando hablamos de átomos?</i></p> <p>Ya en la antigua Grecia, algunos de los filósofos más importantes de la historia trataron de dar respuesta a la pregunta de cómo estaba constituida la materia. Una pregunta, a todas luces, fundamental para poder comprender la realidad. ¿Estamos formados por las mismas sustancias que conforman las sillas y las mesas? ¿Y qué hay de los peces y otros animales? ¿Y de las plantas?</p> <p>Tales de Mileto, uno de estos filósofos griegos, propuso, en el siglo VI antes de Cristo, que todas las cosas del universo estaban formadas por una materia básica o elemento: el agua (Lindberg, 2007). Después de él, Anaxímenes, otro filósofo griego, propuso que esta materia básica era el aire. Pero, esto no es todo, Heráclito propuso, más adelante, que lo que lo conformaba todo era el fuego (Bakalis, 2005). A pesar los esfuerzos de todos estos filósofos, Empédocles pensaba que ninguno de ellos estaba en lo cierto, pues lo que debía conformar todas las cosas eran varios elementos: el agua, el aire, el fuego y la tierra (Burnet, 1892). Algo parecido creía Aristóteles (Lloyd, 1968), que pensaba que los elementos a los que se refería Empédocles no eran más que combinaciones de dos propiedades opuestas: frío y calor; humedad y sequedad.</p> <p>Precisamente estas ideas de Aristóteles fueron las que se impusieron durante más de 2000 años, cuando el desarrollo de un nuevo modo de “hacer ciencia” comenzó a sustituir estas ideas y pensamientos por otros que pudiesen ser contrastados y replicados por distintos científicos. No es este el lugar para revisar en detalle toda esta evolución del conocimiento, pues es algo que nos llevaría un tiempo excesivamente largo. Por ello, nos centraremos en la evolución de los distintos modelos atómicos sin analizar en profundidad la búsqueda previa y posterior de distintas sustancias. Todos estos avances pueden asociarse a la búsqueda constante de los científicos de concepciones globalizadoras, pues esta les empujó a buscar las similitudes y diferencias entre distintas sustancias hasta llegar a un modelo atómico que las integrase a todas ellas (Verdú & Torregosa, 2004).</p>
Apartado 2. Lo analizarán la mitad de los grupos
<p><i>Modelo atómico de Thomson</i> (Doménech, Savall & Torregosa, 2013)</p> <p>Así, con el objetivo de explicar la diversidad de sustancias existentes en la naturaleza, Dalton, a principios del siglo XIX, propone que los elementos están formados por átomos. Para Dalton, los átomos de los distintos elementos eran distintos entre sí, aunque carecían de una estructura interna. Este modelo no satisfizo a muchos científicos, pues un gran número de químicos creían que la materia debía estar compuesta por unidades elementales idénticas. Así, pronto se cuestionó ese carácter macizo pero distinto para cada elemento que defendía Dalton. En este sentido, Prout, a mediados de la década de 1810, propuso que los átomos de los diferentes elementos estaban constituidos por átomos de hidrógeno (Bensaude y Stengers, 1997). Esto significaría que realmente existía un único tipo de materia que se presentaría en diferentes estados de combinación (Scerri, 2007). Con el transcurso del siglo se fueron proponiendo sucesivos modelos en los cuales los átomos estaban formados por partículas subatómicas, aunque ninguno de ellos contaba con apoyo empírico (Kragh, 2010).</p> <p>Con el objetivo de tratar de encontrar un modelo atómico coherente y que pudiese ser apoyado con evidencias tanto experimentales como teóricas, J. J. Thomson propuso, por primera vez, un</p>

modelo cuantitativo para el átomo. La base la constituían los electrones (corpúsculos, los llamó inicialmente), partículas con carga negativa que él había detectado unos años atrás. Fue el primer modelo que se prestaba a ser refinado tanto teórica como experimentalmente (Heilbron y Kuhn, 1969).

En un primer momento, en 1897, Thomson se limitó a sugerir que los electrones eran partículas subatómicas. Se reafirmó en esta idea cuando, al determinar la masa de los electrones, constató que esta era unas mil veces menor que la masa del átomo más ligero, el de hidrógeno. William Thomson, *lord Kelvin*, en 1901 había imaginado el átomo como una esfera de carga positiva y que contenía los electrones. Ya en 1904, J. J. Thomson, influido por esta imagen propuesta por *lord Kelvin*, presentó un modelo mucho más elaborado del átomo constituido por una esfera sin fricción cargada positivamente en cuyo interior se encontraban los electrones (Thomson, 1904a y b). El volumen de la esfera, aunque de dimensiones atómicas era, según Thomson, muy superior al del electrón. Además, como reconocía el propio Thomson, la existencia de la esfera positiva era puramente especulativa (Kragh, 2010), pues no había ninguna evidencia de su existencia como sí las había de la existencia de los electrones. Thomson atribuía la práctica totalidad del peso atómico a los electrones, con lo cual resultaba que un átomo tenía que estar formado por un gran número de electrones. Para el caso del átomo más ligero, el de hidrógeno, Thomson supuso que contendría unos 1000 electrones.

Asimismo, Thomson intuyó que las propiedades de los elementos debían estar relacionadas con la distribución de los electrones en el átomo. Así, trató de determinar cuál debía ser esta distribución para que los átomos fuesen estables. Demostró matemáticamente que, para que se cumpliesen las condiciones de equilibrio que él suponía que eran las correctas, se podía encontrar una distribución no demasiado compleja para dos, tres o hasta cuatro electrones dentro de la esfera de carga positiva. El problema surgía cuando el número de electrones era demasiado grande. Además, Thomson también consideró que los electrones podrían estar en movimiento y demostró matemáticamente que el conjunto era estable si se les distribuía a intervalos regulares en un anillo que se movía a velocidad constante alrededor del centro de la esfera. Al igual que ocurría cuando estaban en reposo, cuando el número de electrones que se querían distribuir era superior a 7 u 8, el sistema exigía más de un anillo para ser estable (Thomson, 1904b).

Este modelo gozó de un gran prestigio entre los años 1904 y 1910, fundamentalmente gracias a los desarrollos matemáticos realizados por Thomson respecto a las distribuciones de electrones. Pero, aun así, sus enormes deficiencias no pasaron por alto a la comunidad científica. Esto es debido a que este modelo atómico, entre otras cosas, no se correspondía con ningún elemento real. Además, existían un gran número de dificultades matemáticas a la hora de enfrentarse a un átomo de 1000 electrones y Thomson ni siquiera conocía cual era exactamente dicho número. Estos problemas se hicieron aún más relevantes cuando se descubrió que el número de electrones de los átomos era muy inferior al que Thomson había sugerido inicialmente.

Esta reducción del número de electrones tenía consecuencias para su modelo de átomo, pues se hacía evidente que había que buscar en otros lugares la masa del átomo. Además, con un átomo con tan pocos electrones, sí era posible comparar sus predicciones cuantitativas con las propiedades física y químicas de las sustancias elementales. Retos que el modelo de Thomson no conseguía superar y que hacían necesario otro modelo con el que explicar los átomos. Un modelo que aún tuvo que esperar bastantes años antes de ser propuesto y que están analizando otros grupos.

Apartado 3. Lo analizarán la mitad de los grupos

Modelo atómico de Rutherford (Doménech, Savall & Torregosa, 2013)

Además del gran número de obstáculos que presentaba el modelo atómico de Thomson y que están analizando otros grupos, también cabe mencionar sus problemas para explicar la dispersión de partículas alfa (partículas cargadas positivamente). Es decir, cuando se hacía que partículas alfa atravesasen láminas metálicas delgadas. Esto, al igual que muchos otros fenómenos,

no podía ser explicado por el modelo atómico de Thomson, por lo que se hacía preciso reconsiderar el modelo que describía la estructura de la materia.

Cabe señalar que la preocupación inicial de Rutherford estaba muy alejada de la estructura del átomo; su interés tenía que ver con el comportamiento y la naturaleza de las partículas alfa (Kragh, 2010). Fueron los resultados de dispersión obtenidos al hacer pasar partículas alfa a través de láminas metálicas delgadas los que le llevaron a la estructura atómica.

En el artículo que publicaron en 1909, Geiger y Marsden presentaron los resultados obtenidos al hacer pasar estas partículas alfa a través de finas láminas de aluminio, platino, oro... En él informaron de que, para el caso de una fina lámina de platino, aproximadamente 1 de cada 20000 partículas alfa eran reflejadas. Este resultado no podía ser explicado con el modelo de Thomson con un número de electrones pequeños, algo que el mismo Thomson aceptaba en 1909. Había, pues, que rendirse a la evidencia, los resultados de Geiger y Marsden eran sorprendentes y están en el origen del interés de Rutherford por la estructura del átomo (Heilbron, 1981).

Aunque visto en retrospectiva las implicaciones de los resultados de Geiger y Marsden nos pueden parecer evidentes, hay que reconocer que hubieron de pasar casi dos años para que Rutherford diera a conocer su modelo, que pasó desapercibido durante otros dos años. No fue hasta 1913 cuando la comunidad se fijó en él (Heilbron y Kuhn, 1969). Sin duda, Rutherford intentó explicar estas observaciones con el modelo atómico de Thomson y necesitó tiempo para asegurarse de su imposibilidad (Sánchez Ron, 2001). Es un ejemplo que evidencia que el tránsito de los datos experimentales a los modelos o teorías es bastante más complejo de lo que se suele creer.

Rutherford empieza su artículo de 1911 indicando que las grandes desviaciones de las partículas alfa no pueden ser debidas a una acumulación de pequeñas desviaciones, como suponía Thomson (Rutherford, 1911). Proponía, en cambio, que estas grandes desviaciones se debían producir en un único encuentro, algo imposible de producirse con el modelo atómico de Thomson. Así, propuso un modelo en el que existía una carga central rodeada por una esfera cargada con signo opuesto. De esta forma, tanto la carga central como la carga de la partícula alfa estaban concentradas en un punto y la esfera cargada hacía que los átomos fuesen neutros. Con esta suposición y aceptando un número de electrones pequeño para un átomo, determinó la proporción de partículas alfa que debían desviarse en una dirección dada. Este valor se aproximaba en buena medida al obtenido experimentalmente por Geiger y Marsden, por lo que se podía considerar que el modelo atómico de Rutherford, cuyo objetivo era explicar la dispersión de las partículas alfa, era todo un éxito.

A pesar de este éxito, el modelo de Rutherford presentaba algunas deficiencias. Por ejemplo, en su artículo de 1911, Rutherford propuso un átomo que consistía en una esfera electrificada con una carga puntual en su centro (la carga de la esfera era opuesta a la del centro y el núcleo era extremadamente pequeño comparado con el radio de la esfera), pero no decía nada respecto a la distribución de los electrones. Sí comenta, en un punto de su artículo, las similitudes entre su modelo y el propuesto por Nagaoka en 1903, que consideraba que el átomo tenía un núcleo en su centro y electrones orbitando a su alrededor como planetas alrededor del Sol. Pero, debido probablemente a las grandes deficiencias ya demostradas del modelo de Nagaoka, no desarrolló en un primer momento un modelo similar a este. Estas deficiencias eran, fundamentalmente, su falta de estabilidad. Así, cualquier pequeño desplazamiento de los electrones en sus órbitas provocaba el “desgarro” del átomo (Heilbron & Kuhn, 1969).

Solo a partir de 1913, Rutherford hablaría de electrones girando alrededor de la carga positiva central, pero para esa época ya se debatían otros modelos e ideas. Por tanto, parece aconsejable limitar el modelo de Rutherford a un átomo nuclear rodeado por una esfera cargada eléctricamente, sin ninguna consideración sobre cómo se encuentran los electrones. Esto no supone ningún demérito respecto a sus aportaciones, pues su objetivo era explicar la dispersión de las partículas alfa y esto lo conseguía plenamente.

Un último aspecto que es necesario resaltar de su artículo es que, si bien considera que el núcleo está cargado positivamente, Rutherford indica, explícitamente, que sus predicciones teóricas

serían las mismas si la carga del centro de la esfera fuese negativa. Pero, aun así, un año después, en 1912, ya no tenía dudas sobre el signo de la carga central: debía ser positiva. Seguramente en ello influyeron las aportaciones de Bohr, cuyo modelo será explicado por el profesor a continuación.

Además, se proporcionará a los alumnos, junto con el texto anterior, un esquema (*Tabla 15*) que podrán utilizar, junto con la rúbrica ya entregada, como referencia durante el análisis del texto.

Tabla 15. Esquema que los alumnos podrán utilizar como referencia para el análisis del texto.

Esquema proporcionado a los alumnos para orientar el análisis del texto
Apartado 1
<p>A continuación se presentan una serie de preguntas y puntos clave que deberíais tratar de responder mediante el análisis del texto que se os ha proporcionado. Aun así, es posible que consideréis que alguno de los puntos que aquí se comentan no son importantes o que deberían aparecer otros que son importantes bajo vuestro punto de vista. Mientras justificuéis adecuadamente vuestra decisión de incluir otros puntos o de no considerar importantes algunos de los planteados, sois libres de orientar el análisis como consideréis.</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Por qué los filósofos griegos se preguntaban por la composición de la materia? - ¿Qué tenían en común todas las ideas expresadas por los filósofos griegos (incluido Aristóteles)? - ¿Por qué los científicos buscaron similitudes y diferencias entre las distintas sustancias?
Apartado 2
<ul style="list-style-type: none"> - ¿Cómo era el modelo atómico de Dalton? - ¿Qué distinguía al modelo de J. J. Thomson de todos los presentados hasta ese momento? - ¿Cuáles eran las características del modelo presentado por Thomson inicialmente? ¿En qué año lo presentó? - ¿Qué otras características incluyó en su siguiente revisión del modelo? - ¿Qué problemas presentaba el modelo atómico de Thomson? ¿Qué fortalezas tenía?
Apartado 3
<ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué fenómeno era incapaz de explicar el modelo atómico de Thomson e hizo que Rutherford se interesase por la estructura de la materia? - ¿Por qué tardó Rutherford tanto tiempo en presentar un modelo atómico que encajase con los resultados experimentales? - ¿Cuáles eran las características del modelo presentado por Rutherford inicialmente? ¿En qué año lo presentó? - ¿Cuáles eran las similitudes de su modelo y el de Nagaoka? - ¿Qué problemas presentaba el modelo atómico de Rutherford? ¿Qué fortalezas tenía?

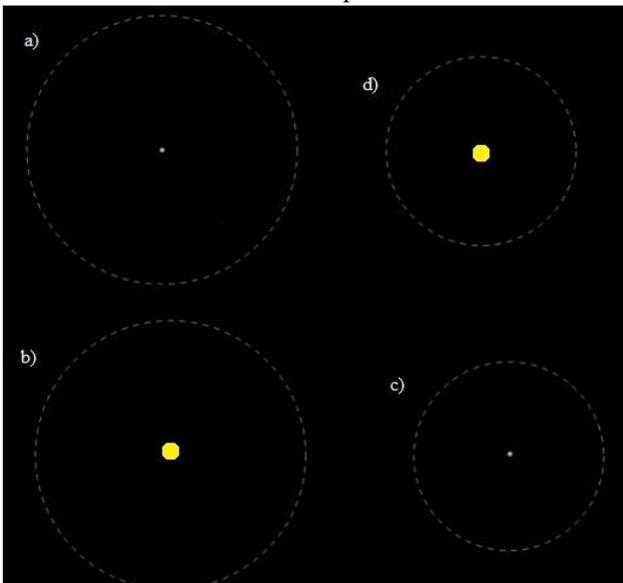
Durante toda la sesión, los alumnos deberán analizar el texto que se les ha proporcionado y llevar a cabo el dibujo del modelo atómico que se les ha asignado. En caso de no disponer de tiempo suficiente, el portavoz del grupo podrá enviar por correo electrónico al profesor el análisis del texto y el dibujo del modelo atómico antes de la siguiente sesión. El análisis del texto se evaluará con la rúbrica holística ya presentada (*Tabla 12*), mientras que el dibujo de los modelos atómicos se evaluará con la siguiente plantilla de corrección (*Tabla 16*):

Tabla 16. Plantilla de corrección para los dibujos de los distintos modelos atómicos.

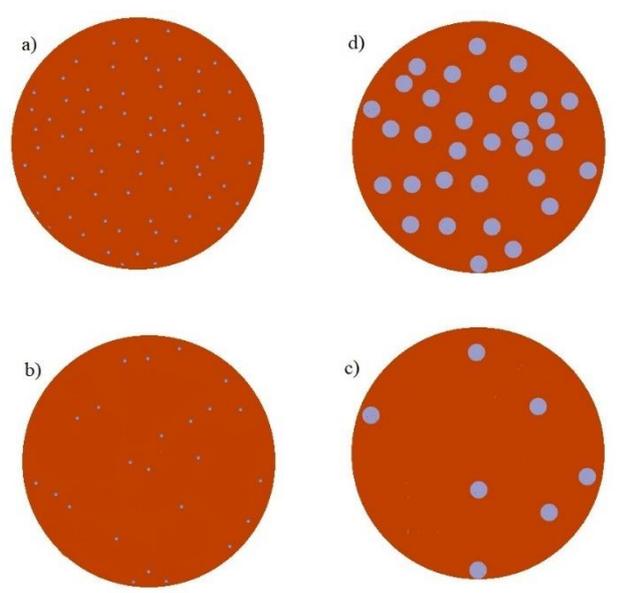
Plantilla de corrección de los modelos atómicos de Thomson y de Rutherford
<p>La gran mayoría de los dibujos asociados a estos modelos que se pueden encontrar en internet son erróneos, una mezcla de distintos modelos y/o refuerzan errores conceptuales comunes durante el</p>

estudio de dichos modelos. Por tanto, si el dibujo de los alumnos se asimila a una de estas representaciones típicas de los modelos atómicos, se considerará totalmente erróneo.

Esquema del modelo atómico de Rutherford

Opciones	Respuesta correcta	Interpretaciones comunes que cubren las distintas opciones
<p>Imagen 1. Imagen de creación propia a partir de una simulación^(1m 1). Distintas ilustraciones del modelo atómico de Rutherford representativas de distintos errores conceptuales.</p> 	<p>- Opción a): 50% de la calificación.</p> <p>- Indicación de que el núcleo está cargado positivamente y la esfera que se encuentra a su alrededor está cargada negativamente: 50% de la calificación.</p>	<p>a) Un núcleo puntual y una esfera cargada con un radio muy grande.</p> <p>b) Núcleo no puntual y esfera cargada con un radio muy grande.</p> <p>c) Núcleo puntual y esfera cargada con un radio no muy grande.</p> <p>d) Núcleo no puntual y esfera cargada con un radio no muy grande.</p>

Esquema del modelo atómico de Thomson

Opciones	Respuesta correcta	Interpretaciones comunes que cubren las distintas opciones
<p>Imagen 2. Imagen de creación propia a partir de una simulación^(1m 2). Distintas ilustraciones del modelo atómico de Thomson representativas de distintos errores conceptuales.</p> 	<p>- Opción a): 50% de la calificación.</p> <p>- Indicación de que la esfera está cargada positivamente y los electrones que se encuentran en ella están cargados negativamente: 50% de la calificación.</p>	<p>a) Una esfera cargada positivamente mucho mayor que los electrones que contiene y un número de electrones grande.</p> <p>b) Una esfera cargada positivamente mucho mayor que los electrones que contiene y un número de electrones pequeño.</p> <p>c) Una esfera cargada positivamente no mucho mayor que los electrones que contiene y un número de electrones pequeño.</p> <p>d) Una esfera cargada positivamente no mucho mayor que los electrones que contiene y un número de electrones grande.</p>

Si alguno de los dibujos de los distintos grupos no estuviese claramente contemplado en alguna de las cuatro opciones representadas, únicamente se considerarían válidos aquellos de los que se pudiese desprender una interpretación similar a la recogida en la plantilla de corrección para la opción correcta. Por último, cabe resaltar que, aunque los alumnos sean los que analicen el texto durante toda la sesión, el profesor deberá utilizar la plantilla de observación presentada (*Tabla 11*) para evaluar el trabajo y el proceso de los alumnos.

Antes de terminar la sesión, se deberá explicar a los alumnos la necesidad de preparar una breve presentación de cinco minutos con las conclusiones extraídas y con el dibujo del modelo atómico realizado. Esto servirá para poner en común los resultados de todos los grupos.

Sesión 3

Los distintos grupos que hayan analizado cada modelo atómico dispondrán de un cuarto de la sesión para, a través de sus portavoces, poner en común las conclusiones extraídas por cada uno de ellos y llegar a un acuerdo sobre cuáles deben presentarse al resto de sus compañeros. Este acuerdo se comunicará al profesor que, si lo considera adecuado, dará el visto bueno a los alumnos para que procedan con la presentación al resto de sus compañeros. Esta presentación la llevará a cabo uno de los portavoces elegido por sorteo (**Actividad 6**). Dado que cada uno de estos portavoces dispondrá de, aproximadamente, cinco minutos para presentar sus conclusiones, aún restarán unos veinte minutos de la sesión.

Estos veinte minutos se emplearán, en primer lugar, para que los alumnos vuelvan a distribuirse en grupos. Después, aquellos grupos que hayan analizado el modelo atómico de Thomson usarán una [simulación^{\(1.1\)}](#) para tratar de encontrar los errores y los aciertos que se cometen en ella al representar el modelo atómico de Rutherford (**Actividad 7**). Los grupos que hayan analizado el modelo atómico de Rutherford utilizarán esa misma [simulación^{\(1.1\)}](#) para tratar de encontrar los errores y los aciertos que se cometen en ella al representar el modelo atómico de Thomson. Después, se presentarán brevemente las conclusiones de uno de los grupos que haya analizado cada uno de los distintos modelos. Los demás grupos podrán suscribir o criticar estas conclusiones, así como el profesor. Esto servirá para comprobar que todos los alumnos han comprendido y trabajado ambos modelos atómicos, así como para seguir evaluando el trabajo y la actitud de los alumnos.

Sesión 4

Dado que esta sesión será casi exclusivamente magistral, será muy importante tratar de mantener en todo momento la atención de los alumnos y alentarles a participar y a hacer preguntas. La sesión se comenzará con un resumen realizado por el profesor de las características más importantes

de cada uno de los dos modelos que se discutieron en la sesión anterior. Asimismo, se presentarán a los alumnos una serie de ilustraciones correctas de ambos modelos atómicos, entre las que se incluirá una imagen del modelo atómico de Thomson en el que se distribuyan los electrones en anillos, como propuso Thomson en una segunda versión del modelo. Estas imágenes se muestran a continuación:

Imagen 3. Esquema del modelo atómico de Rutherford.

Imagen de creación propia a partir de la **Imagen 1.**

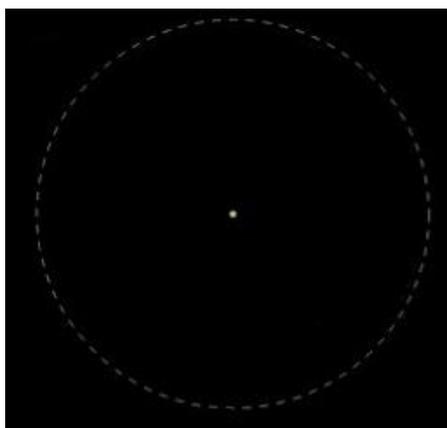


Imagen 4. Esquema del modelo atómico de Thomson sin

anillos. Imagen de creación propia a partir de la **Imagen**

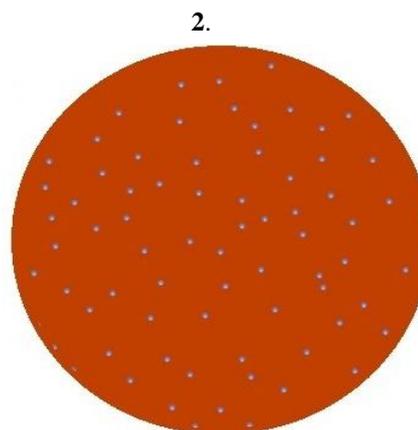
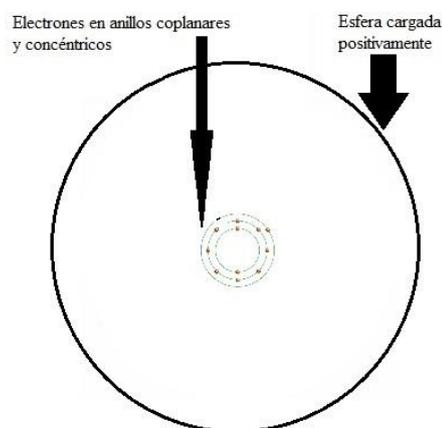


Imagen 5. Esquema del modelo atómico de Thomson tras proponer la distribución de electrones en anillos coplanarios y concéntricos. Imagen de creación propia.



Después, se presentará a los alumnos, a partir de las deficiencias de los dos modelos ya estudiadas, el modelo atómico de Bohr (**Actividad 8**). En este caso se renunciará a la contextualización histórica más allá de indicar que Bohr trabajó en el equipo de Rutherford durante la creación del modelo atómico de Rutherford y, posteriormente, propuso su propio modelo atómico. Asimismo, no se otorgará a los alumnos nuevamente el protagonismo de su aprendizaje para poder explicar el modelo atómico de Bohr y, de forma superficial, el modelo atómico actual, en un periodo de tiempo reducido. La información presentada a los alumnos sobre estos dos últimos modelos atómicos ha sido extraída del libro de texto seleccionado (Del Río et al, 2016) y se explicará con el apoyo de una presentación de PowerPoint. A continuación se muestran las diapositivas utilizadas para dicho fin:

Imagen 6. Diapositiva 1.



Imagen 7. Diapositiva 2.

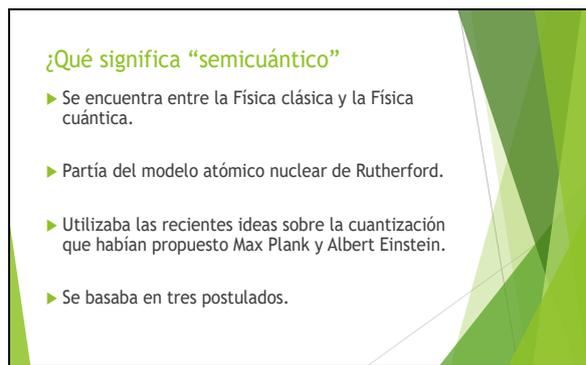


Imagen 8. Diapositiva 3.

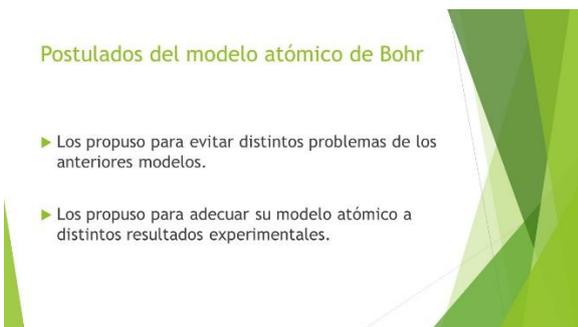


Imagen 9. Diapositiva 4.

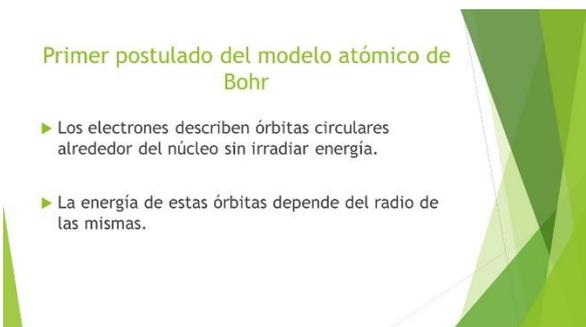


Imagen 10. Diapositiva 5.

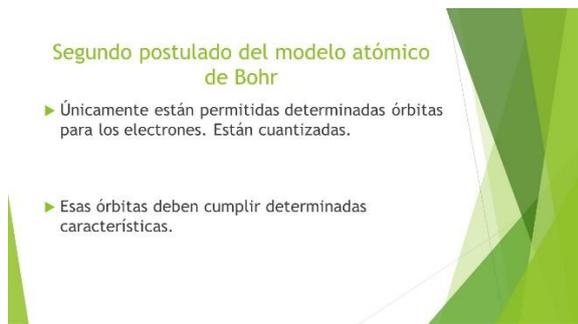


Imagen 11. Diapositiva 6.

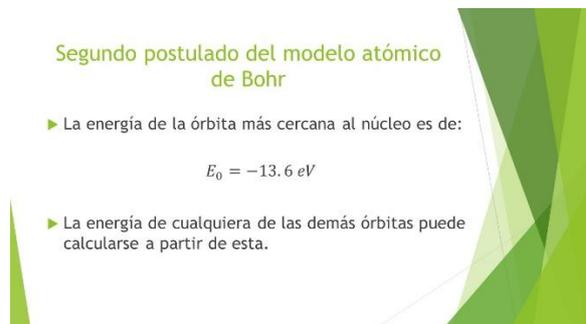


Imagen 12. Diapositiva 7.

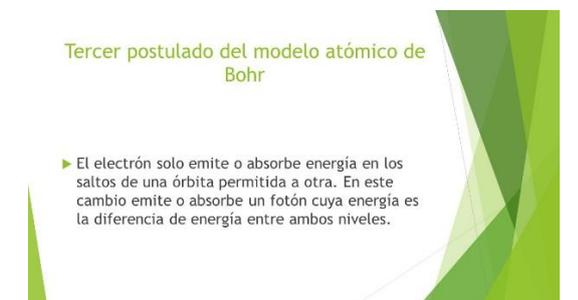


Imagen 13. Diapositiva 8.

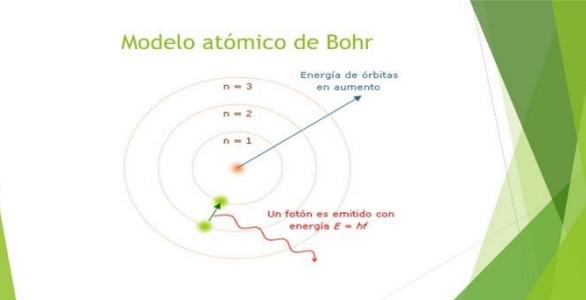


Imagen 14. Diapositiva 9.**Desventajas del modelo atómico de Bohr**

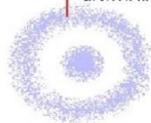
- ▶ Sus explicaciones se podían aplicar relativamente bien al átomo de hidrógeno, pero no a los demás elementos.
- ▶ En el modelo inicial únicamente se consideraba necesario un número "cuántico": n . Esto tuvo que ser pronto modificado para incluir otros tres.

**Imagen 15.** Diapositiva 10.**Modelo atómico actual**

- ▶ Los electrones son entendidos como una dualidad onda-partícula.
- ▶ No se puede determinar con total precisión de forma simultánea la posición y la velocidad de los electrones.
- ▶ Los electrones tienen probabilidades de estar en una zona o en otra, no se mueven en órbitas circulares fijas.
- ▶ Un orbital es una zona con una **alta probabilidad** de que el electrón esté en ella.

**Imagen 16.** Diapositiva 11.**Modelo atómico actual**

Orbitales: los electrones con diversos valores de momento angular ocupan regiones del espacio como éstas. La intensidad del sombreado indica la probabilidad de encontrar un electrón a esa distancia.



Por último, se introducirá a los alumnos muy brevemente el concepto de molécula como la unión de varios átomos (**Actividad 9**). Esto solo servirá para explicar el hecho de que el ADN es una molécula muy larga y para indicar a los alumnos algunos de los conceptos que se tratarán en profundidad en futuras unidades didácticas. El primero de estos hechos permitirá a los alumnos seguir relacionando los conocimientos trabajados en las dos asignaturas. Y el segundo de ellos facilitará poder despertar el interés de los alumnos en futuras unidades didácticas, así como que establezcan relaciones entre ellas.

Durante la sesión no se llevará a cabo ningún tipo de evaluación, ni siquiera de la actitud de los alumnos, pues resultará muy complicado observar todos los objetivos plasmados en la plantilla de observación a la vez que se trata de explicar a los alumnos nuevos conceptos. Por tanto, la sesión estará centrada en ayudar a los alumnos a resumir las conclusiones extraídas sobre los modelos atómicos de Thomson y Rutherford. Además, se tratará de que comprendan las características más importantes de los modelos atómicos actual y de Bohr. Asimismo, se buscará conseguir que los alumnos sigan configurando su modelo mental del átomo mediante la utilización de imágenes que representen los modelos ya comentados.

Sesión 5

Esta sesión se comenzará entregando a los alumnos un esquema que podrán utilizar de referencia durante la realización del pseudoartículo científico que se les pide (**Actividad 10**). Este esquema se presenta a continuación:

Tabla 17. Esquema que los alumnos podrán utilizar como modelo durante la redacción del pseudoartículo científico.

Esquema proporcionado a los alumnos para orientar la creación de un pseudoartículo científico como producto del proyecto realizado.	
Introducción	
<ul style="list-style-type: none"> - Descripción de tu percepción de tu propia personalidad. - Descripción de cómo crees que es percibida tu personalidad por otros. - Explicación de cómo crees que ha cambiado (si lo ha hecho) tu percepción de tu personalidad tras reflexionar sobre ello y tras aprender qué es la herencia genética, el ADN, los átomos, etc. 	
Pregunta central del proyecto	
<p><i>¿Cómo determina la herencia genética tu personalidad?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Explicación de por qué se divide esta pregunta en otras más concretas. - Planteamiento de las preguntas más concretas en que se divide: <i>¿Qué es la herencia genética? ¿Qué son los genes? ¿Qué es el ADN? ¿Qué es una molécula? ¿Qué es un átomo?</i> - Respuesta a cada una de estas preguntas. Asegúrate de indicar de dónde has obtenido la información presentada y de explicar, al menos superficialmente, los modelos atómicos tratados a la hora de responder a la última de estas preguntas. Recuerda, no todas las fuentes de información son válidas. Céntrate en las fuentes de información de instituciones públicas y/o educativas, libros, artículos científicos, buenos divulgadores científicos, etc. Blogs, Wikipedia y otras páginas de acceso público no son fiables, cualquier puede modificarlas. También deberías presentar estas respuestas lo más conectadas entre sí que puedas. 	
Conclusiones	
<ul style="list-style-type: none"> - Presenta tu respuesta a la pregunta central del proyecto lo más argumentada posible. - Responde a la pregunta: <i>¿Es suficiente con dar una respuesta a la pregunta planteada como hacían los antiguos filósofos griegos al pensar sobre la estructura de la materia?</i> 	
Último apartado	
<p>(se proporcionará a los alumnos esta parte del esquema después de la explicación del profesor de la necesidad de contrastar las respuestas dadas o hipótesis con el cuerpo de conocimientos de la disciplina o con experimentos replicables y después de presentar la respuesta actual de los expertos a la pregunta central del proyecto)</p>	
<ul style="list-style-type: none"> - Explicación de por qué es necesario contrastar las hipótesis o respuestas dadas con experimentos que otros puedan replicar o con investigaciones previas de otros investigadores. - Breve resumen de la respuesta de los expertos de la disciplina a la pregunta central del proyecto. 	

Después, se pedirá a los alumnos que comiencen a trabajar en dicho pseudoartículo científico.

Este se llevará a cabo de forma individual, pero los alumnos podrán pedirse ayuda entre sí o al profesor. Esto servirá para que aprendan a pedir feedback cuando realmente lo necesitan. Además, facilitará que se cree un clima de aula colaborativo propicio para el aprendizaje. El profesor deberá seguir utilizando la plantilla de observación para evaluar el proceso de trabajo de los alumnos.

Al finalizar la sesión, los alumnos deberían haber completado al menos un cuarto del pseudoartículo, de forma que puedan acabarlo en las dos siguientes sesiones de Biología y el comienzo de la sexta sesión de Física y Química.

Sesión 6

El comienzo de la sesión se empleará para que los alumnos terminen su pseudoartículo científico en caso de necesitarlo y para que el profesor pueda resolver las dudas que planteen los

alumnos. Después, cuando todos (o casi todos) los alumnos hayan acabado, se planteará a los alumnos la reflexión: *Ahora que todos habéis respondido a la pregunta central del proyecto, ¿qué debemos hacer? ¿Cómo podemos saber cuál es la respuesta correcta? ¿Bastará con, como hacían los filósofos griegos estudiados, formular nuestras respuestas para poder considerarlas correctas?*

Tras un breve periodo de reflexión, se permitirá a los alumnos exponer sus ideas y conclusiones con respecto a esta pregunta. Después, se les explicará que, como se tratará a lo largo de todo el curso, una de las características fundamentales de la actividad científica es la necesidad de contrastar cualquier respuesta o hipótesis. Estas deben ser contrastadas a través de experimentos o a través del cuerpo de conocimientos de la disciplina, pues dichos conocimientos ya aceptados han sido previamente comprobados y corroborados. Asimismo, se indicará que esta característica del pensamiento científico debería generalizarse para el pensamiento cotidiano, pues evitaría la difusión de bulos y mitos sin sentido. Para tratar de ejemplificar esto último, convendría mostrar a los alumnos la difusión de algún bulo que haya ocurrido poco tiempo antes de esta sesión. Por último, se presentará a los alumnos la respuesta a la pregunta central aceptada actualmente por los expertos de la disciplina y que, por tanto, está de acuerdo con su cuerpo de conocimientos. Es decir, se explicará a los alumnos que, actualmente, no existe un consenso entre los expertos sobre la heredabilidad de la personalidad (McGue & Bouchard, 1998), por lo que son necesarias mejores y más extensas investigaciones para dar respuesta a esa pregunta. Esto servirá, además de para plantear a los alumnos una línea de investigación muy interesante para su futuro, para mostrarles que la ciencia no son verdades inmutables y absolutas, sino que son comunes los desacuerdos y las contradicciones entre científicos.

Por último, se proporcionará a los alumnos el último apartado del esquema del proyecto para que completen el pseudoartículo científico y puedan entregárselo al profesor.

Atención a la diversidad

A los alumnos con un mayor nivel de desarrollo cognitivo o con un mayor ritmo de aprendizaje se les podrá plantear la posibilidad de analizar las distintas hipótesis de sus compañeros para buscar fallos o errores en las argumentaciones. Asimismo, se les podrá proponer la posibilidad de diseñar, de forma totalmente teórica, un experimento con el que tratar de probar su hipótesis o la de sus compañeros.

A los alumnos con un menor nivel de desarrollo cognitivo o con un menor ritmo de aprendizaje se les podrán proporcionar las respuestas de algunos de sus compañeros a la pregunta central del proyecto para que, en lugar de elaborar su propia respuesta, únicamente tengan que elegir de manera

justificada una de ellas. Asimismo, se les podrá guiar de forma más detallada durante la creación del pseudoartículo científico, pues es posible que no comprendan correctamente lo que deben realizar.

Tabla de especificaciones de la unidad didáctica

A continuación se presenta la tabla de especificaciones (*Tabla 18*) en la que se puede apreciar en qué pruebas de evaluación (análisis del texto y pseudoartículo individual) se ha tratado cada uno de los objetivos de Física y Química del proyecto. También se comentan los objetivos de la asignatura de Biología que se han evaluado con alguna de estas dos pruebas y los que deberán ser evaluados por el profesor de Biología con alguna otra prueba.

Tabla 18. Tabla de especificaciones de las evaluaciones de la unidad didáctica.

Tabla de especificaciones. Unidad Didáctica 1: El átomo		
Objetivos de Física y Química	Número de pruebas de evaluación	Prueba(s) de evaluación
1.1. Conocer la investigación en ciencia como una labor colectiva en constante evolución.	2	Análisis en grupos del texto proporcionado y pseudoartículo individual
1.2. Reconocer las evidencias a favor o en contra de un determinado modelo atómico.	1	Análisis en grupos del texto proporcionado
1.3. Dibujar un esquema de un determinado modelo atómico a partir de su descripción.	1	Análisis en grupos del texto proporcionado
1.4. Reconocer la necesidad de que cualquier hipótesis esté de acuerdo con el cuerpo de conocimientos de la disciplina o con el resultado de una investigación.	2	Análisis en grupos del texto proporcionado y pseudoartículo individual
1.5. Comprender que la ciencia no es un conjunto de verdades absolutas, sino que pueden existir contradicciones y desacuerdos entre expertos.	2	Análisis en grupos del texto proporcionado y pseudoartículo individual
Objetivos de Biología evaluados con alguna de las pruebas		Prueba de evaluación
B.4. Comprender cómo se expresa la información genética.		Pseudoartículo individual
B.6. Expresar la importancia de las mutaciones en la diversidad genética y en la evolución.		Pseudoartículo individual
B.7. Relacionar la replicación del ADN con la conservación de la información genética.		Pseudoartículo individual
B.8. Indicar los mecanismos de la evolución y la importancia de la selección natural en ella.		Pseudoartículo individual
Objetivos de Biología no evaluados		
B.1. Comprender el papel de los aminoácidos en la formación de proteínas.		
B.2. Conocer la importancia de las proteínas para el correcto funcionamiento de las células.		
B.3. Conocer la relación del ADN con la formación de proteínas.		
B.5. Relacionar la función del ADN como portador de la información genética con el concepto de gen.		

Anexo II

En este anexo se recoge una tabla resumen (*Tabla 1*) con los distintos niveles taxonómicos de los objetivos de cada unidad didáctica (siguiendo la taxonomía de Bloom (Anderson & Krathwohl, 2000)). En cada celda se indica el número de objetivos de cada unidad didáctica para cada nivel taxonómico. Las celdas en negro indican que ese nivel no está presente en la unidad didáctica:

Tabla 1. Correspondencia entre los objetivos de las unidades didácticas y los distintos niveles taxonómicos de la taxonomía de Bloom (Anderson & Krathwohl, 2000).

	UD 1	UD 2	UD 3	UD 4	UD 5	UD 6	UD 7	UD 8	UD 9	UD 10	UD 11	UD 12	UD 13	UD 14	UD 15
Conocimiento	2	1	2	2	1	1	3	2	2	1	3	2	2	3	
Compresión	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	1	1	
Aplicación	1	3	2	1	3	1		2	3	3	2	2	2	1	3
Análisis			1		1		1	1				1	1		
Síntesis								1							
Evaluación						2			2						2

Anexo III

En este anexo se recoge una tabla (*Tabla 3*) en la que se relaciona cada unidad didáctica con las competencias trabajadas. Estas pueden encontrarse en el BOCM (Decreto 48, 2015, pp. 12 – 13). Como puede verse, en la gran mayoría de las unidades didácticas se tratan casi todas las competencias. Esto es debido a que en todas ellas se estarán trabajando las tres primeras competencias (comunicación lingüística, pues en todas ellas los alumnos deben comunicarse entre sí y con el profesor de forma adecuada oralmente y/o por escrito; competencia matemática y competencias básicas de ciencia y tecnología, pues en todas ellas se trabajan, al menos, las competencias básicas en ciencias; y competencia digital, pues en todas ellas los alumnos deberán utilizar simulaciones, vídeos o herramientas digitales para presentar sus resultados y/o para buscar, analizar y contrastar información). La cuarta competencia (aprender a aprender) será trabajada por los alumnos en todas las unidades didácticas en las que deban llevar a cabo una reflexión sobre su aprendizaje. La quinta competencia (competencias sociales y cívicas) será trabajada en todas las unidades didácticas en las que se lleve a cabo un aprendizaje cooperativo. La sexta competencia (sentido de iniciativa y espíritu emprendedor) será trabajada por los alumnos siempre que lleven a cabo la emisión de hipótesis. Y la séptima competencia (conciencia y expresiones culturales) será trabajada por los alumnos siempre que lleven a cabo una creación artística o una actividad de concienciación sobre algún problema cultural (pseudociencias, cambio climático, etc).

Tabla 3. Relación de las unidades didácticas con las competencias básicas trabajadas.

	UD 1	UD 2	UD 3	UD 4	UD 5	UD 6	UD 7	UD 8	UD 9	UD 10	UD 11	UD 12	UD 13	UD 14	UD 15
Competencia 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Competencia 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Competencia 3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Competencia 4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Competencia 5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Competencia 6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Competencia 7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Anexo IV

En este anexo se recoge una tabla (*Tabla 4*) con los principios motivacionales de Alonso Tapia (1991) trabajados con cada una de las distintas metodologías elegidas. Esta aportación es fundamental, pues la motivación debería ser el eje central en torno al que centrar cualquier propuesta educativa (sin renunciar a un aprendizaje de calidad). Solo un cambio actitudinal profundo de los alumnos permitirá que se produzcan el cambio metodológico y conceptual necesario para que aprendan ciencia de manera adecuada. A pesar de su relevancia se ha debido presentar esta tabla en un anexo debido a la limitación de espacio:

Tabla 4. Relación de las metodologías y actividades de uso frecuente con los principios motivacionales de Alonso Tapia (1991).

	Primer principio	Segundo principio	Tercer principio	Cuarto principio	Quinto principio	Sexto principio	Séptimo principio	Octavo principio
ABP								
ApS								
AC								
CM								
PG								
AAI								
CEC								
RELPP								
RP								
UAM								

Anexo V

En este anexo se recoge una tabla (*Tabla 5*) (Casado, Castejón & Jalvo, 1999) en la que se valoran los aspectos más relevantes del libro de Mc Graw Hill Education (Del Río et al, 2016) seleccionado y de los demás libros de texto evaluados. Estos son: el libro de texto de Santillana de la serie Investiga (Grenze, Vidal, Sánchez Gómez, de Luis, Braña & Brandi, 2016); el libro de texto del Ministerio de Educación, Política Social y Deporte (Recio, García Cebrián, Muñoz, Ramírez, San Emeterio, Sevilla & Villasuso, 2009); y el libro de texto desarrollado por, entre otros, Jaime Carrascosa, uno de los principales defensores de los programas-guía (Carrascosa, Martínez Sala, Aparicio, Domínguez, 2016). Como puede observarse, el libro más completo de todos es el seleccionado. Además, como ya se ha comentado, sus características son perfectamente complementables con las actividades realizadas a lo largo del curso.

Tabla 5. Análisis de las características más relevantes de los libros de texto considerados para la asignatura.

Aspectos que analizar sobre el contenido	Valoración				
	0	0.5	1	1.5	2
Los contenidos conceptuales y procedimentales se relacionan entre sí.		X	X	X	X
Los contenidos se apoyan en el uso de tablas, esquemas, gráficos, imágenes...		X	X	X	X
El nivel de dificultad de los contenidos es adecuado al curso.			X	X	X
El material es adecuado para el aprendizaje de los contenidos procedimentales especificados.	X	X	X	X	X
Aspectos que analizar sobre las actividades	Valoración				
	0	0.5	1	1.5	2
Para cada contenido se prevén las actividades necesarias para facilitar su aprendizaje.		X	X	X	X
Las actividades propuestas son en general adecuadas para la consecución del aprendizaje de los contenidos.		X	X	X	X
Para el aprendizaje de los contenidos, se da una adecuada progresión de las actividades.		X	X	X	X
Se muestra la solución de los ejercicios.		X	X	X	X
Aparecen ejercicios y problemas resueltos.	X	X	X	X	X
Los ejercicios y problemas aparecen clasificados de acuerdo al apartado del tema del que tratan.			X	X	X
Aspectos que analizar sobre la evaluación	Valoración				
	0	0.5	1	1.5	2
Incluye propuestas de autoevaluación	X	X	X	X	X
Las propuestas de autoevaluación se encuentran en función del aprendizaje de los contenidos que se pretende alcanzar.	X	X	X	X	X

Aspectos que analizar sobre materiales informativos	Valoración				
	0	0.5	1	1.5	2
Los conceptos están expuestos de forma clara.			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Las frases no son excesivamente largas ni rebuscadas.		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
La densidad informativa es adecuada.	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
Existen introducciones que pretenden facilitar la conexión de los nuevos contenidos con los aprendizajes previos.		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hay elementos que potencian la motivación.	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Existen síntesis y resúmenes que facilitan realmente la comprensión de los aspectos esenciales del texto.		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
Aparecen reseñas históricas que ayudan a contextualizar la información.		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
La síntesis y los resúmenes son adecuados a los contenidos que analiza el libro.			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Aspectos que analizar sobre materiales con propuestas de actividades	Valoración				
	0	0.5	1	1.5	2
Se proponen actividades o se sugieren pautas para realizar una evaluación inicial.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Existen actividades que pretenden promover la motivación y ayudar a conectar con la realidad.		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Se plantean interrogantes que ayudan a reflexionar.		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
Se proponen actividades de búsqueda de información.		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
Se proponen actividades grupales.		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Aparecen ejercicios resueltos.	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Se plantean actividades mediante guiones de prácticas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Las actividades promueven el uso de recursos interactivos.		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Se proponen trabajos prácticos, experimentales.		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Aspectos que analizar sobre la atención a la diversidad	Valoración				
	0	0.5	1	1.5	2
Se explicitan distintos niveles de realización de las actividades.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
Se proponen actividades de ampliación.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
Se proponen actividades de refuerzo.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
Puntuación total (sobre 64)	Editorial				
	Libro Mc Graw Hill Education. Andalucía. (51) X				
	Libro Santillana. Madrid. (43) X				
	Libro (Carrascosa, Martínez Sala, Aparicio, Domínguez, 2016). (29.5) X				
	Libro del Ministerio de Educación, Política Social y Deporte. (25.5). X				

Anexo VI

En este anexo se recoge la tabla (*Tabla 6*) utilizada como plantilla de observación a lo largo de todo el curso. Únicamente se ha indicado para cuatro alumnos, pues es el número de miembros típico en las actividades grupales. Aun así, esta podrá ser tan amplia como se desee. Cabe también indicar que se han indicado los objetivos propios del trabajo cooperativo o de la actitud de los alumnos. Pero, como ya se ha comentado, esta plantilla de observación se podrá utilizar para complementar la evaluación de algunos objetivos propios de las unidades didácticas. Como puede apreciarse a continuación, tanto el trabajo individual como el trabajo cooperativo son dos pilares fundamentales que se evalúan mediante la observación. Asimismo, la actitud y los objetivos propios de las unidades didácticas también son importantes, aunque estos últimos también se evaluarán con otras pruebas.

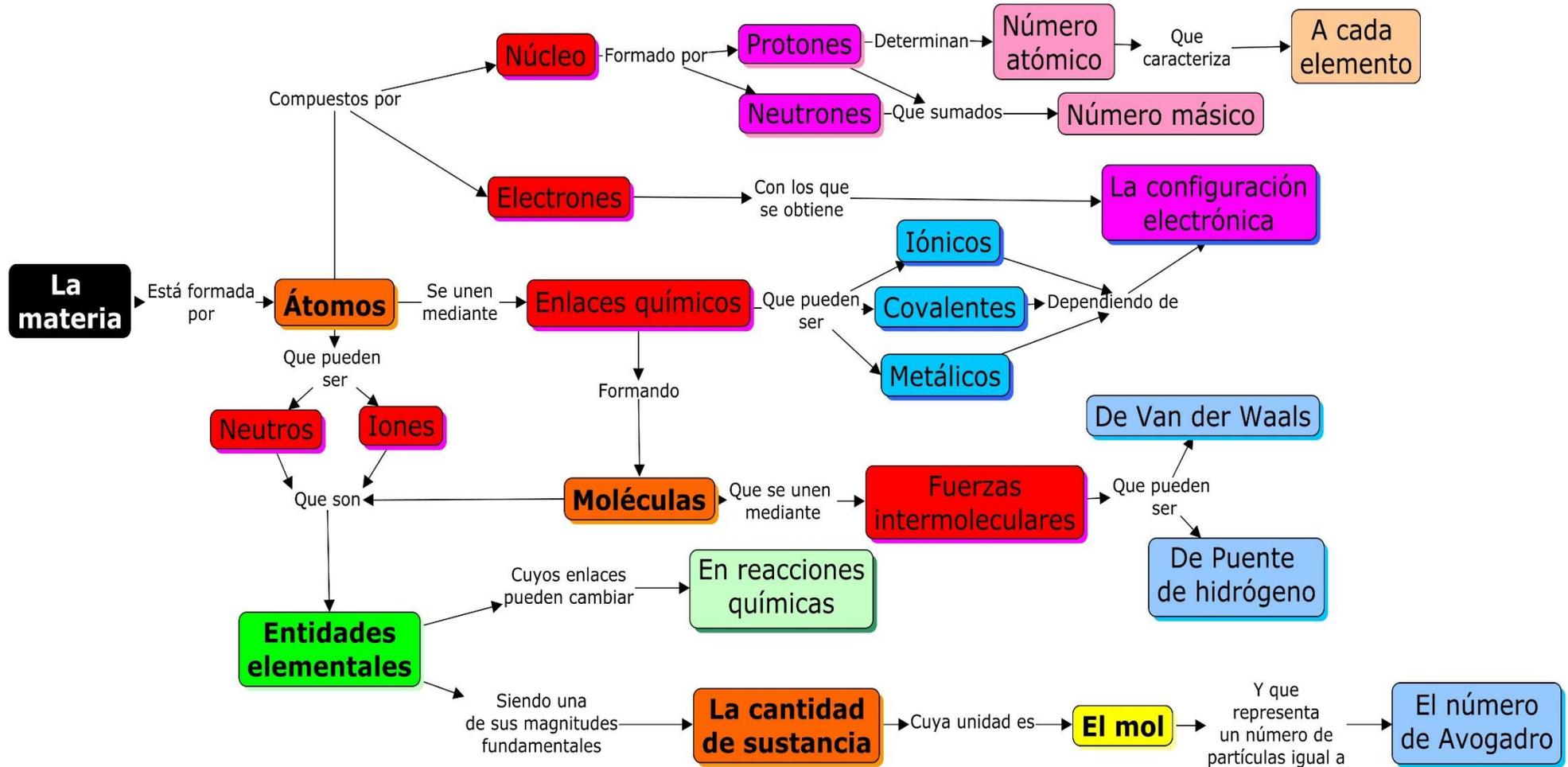
Tabla 6. Plantilla de observación utilizada en todas las actividades grupales o individuales que deban realizar los alumnos durante las clases.

Escala de valoración	Alumno 1	Alumno 2	Alumno 3	Alumno 4
5. Nunca lo hace.				
6. Lo hace aproximadamente una de cada cuatro veces				
7. Lo hace aproximadamente una de cada dos veces.				
8. Lo hace siempre.				
OBSERVACIONES SOBRE EL TRABAJO COOPERATIVO				
Dividir adecuadamente el trabajo entre todos los miembros del grupo.				
Pedir ayuda en caso de necesitarla.				
Desempeñar el rol asignado por el profesor dentro del grupo.				
Ayudar a sus compañeros en caso de solicitárselo.				
Defender sus ideas de forma argumentada, razonada y respetuosa.				
Participar activamente en los debates grupales.				
OBSERVACIONES SOBRE EL TRABAJO INDIVIDUAL				
Realizar la parte del trabajo asignada.				
Presentar los resultados y las conclusiones de forma clara y ordenada.				
Utilizar adecuadamente y con cuidado las herramientas o informaciones proporcionadas por el profesor.				
Seguir las instrucciones proporcionadas por el profesor/Justificar por qué no sigue las instrucciones proporcionadas por el profesor.				
Seleccionar fuentes de información fiables en caso de tener que recopilar información como parte de su trabajo.				
OBSERVACIONES SOBRE LA ACTITUD				
Respetar a todos sus compañeros y a su profesor por igual.				
Demostrar una actitud positiva hacia la ciencia y hacia su aprendizaje.				
Mostrar interés por los temas tratados.				
OBSERVACIONES SOBRE OBJETIVOS PROPIOS DE LA UD				
Objetivo 1.				
⋮				
Objetivo 10.				

Anexo VII

En este anexo se presenta el mapa conceptual completo de las primeras cuatro unidades didácticas. Este se podrá utilizar para que los alumnos únicamente deban completar sus huecos o como referencia para evaluar los elaborados por ellos.

Imagen 17. Mapa conceptual sobre la materia. Corresponde a los contenidos de las cuatro primeras unidades didácticas.



Anexo IX

En este anexo se presenta el mapa conceptual completo de las unidades didácticas 12, 13 y 14. Este se podrá utilizar para que los alumnos únicamente deban completar sus huecos o como referencia para evaluar los elaborados por ellos.

Imagen 19. Mapa conceptual sobre la energía y su transferencia. Corresponde a los contenidos de las unidades didácticas 12, 13 y 14.

