

**Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato,  
Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas**

*Especialidad en Física y Química*

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**CURSO 2021/2022**

**Desarrollo de una propuesta didáctica del enlace químico para 4º ESO  
con lo aprendido a lo largo del Máster.**

**Development of a didactic proposal of the chemical bond for 4th ESO  
with what was learned throughout the Master.**

Autor: Oscar Lasaga Masip

Director: Jorge Pozuelo Muñoz

## Índice

I. INTRODUCCIÓN .....	2
a) Estudios previos y motivación por el Máster.....	2
b) Centro de prácticas, IES La Puebla de Alfindén.....	3
c) Presentación del trabajo .....	3
II. ANÁLISIS DIDÁCTICO ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MASTER.....	4
a) Actividad I: Estudio de la física en imágenes informales.....	5
b) Actividad II. Ley de desintegración radioactiva: un juego de azar.....	7
III. PROPUESTA DIDÁCTICA. El enlace químico en 4º de ESO. ....	9
a) Análisis de contenido.....	9
b) Dificultades de aprendizaje.....	10
c) Objetivos del currículo.....	11
d) Evaluación inicial.....	11
e) Metodología .....	12
f) Actividades .....	13
Actividad 1: Curvas de Morse .....	13
Actividad 2. Ficha 1: Regla del octeto y diagramas de Lewis de un elemento .....	14
Actividad 3. Ficha 2: Diagramas de Lewis de moléculas covalentes.....	15
Actividad 4. Dipolos y polaridad de la molécula. ....	15
Actividad 5. Fuerzas intermoleculares en la naturaleza .....	17
Actividad 6. Ficha 3. Interpretación de gráficos. ....	18
Actividad 7. Kahoot de propiedades del enlace iónico .....	19
Actividad 8. Cristales en realidad aumentada .....	19
Actividad 9. Ductilidad y maleabilidad .....	20
Actividad 10. Práctica de laboratorio. ....	21
Actividad 11. Pequeños proyectos de investigación. Exposición. ....	23
g) Análisis de los resultados de aprendizaje. Análisis crítico y propuestas de mejora. ....	24
IV. CONSIDARACIONES FINALES .....	29
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	31
VI. ANEXOS.....	33

<b>Nombre del alumno</b>	Oscar Lasaga Masip
<b>Director del TFM</b>	Jorge Pozuelo Muñoz
<b>Tutor del Centro de Prácticas II</b>	Andrea Elvira Arizón
<b>Centro Educativo</b>	IES La Puebla de Alfindén
<b>Curso en el que se desarrolla la propuesta</b>	4º de ESO
<b>Tema de la propuesta</b>	Enlace químico

## I. INTRODUCCIÓN

### a) Estudios previos y motivación por el Máster

Nací en 1997 en un pueblo llamado Alfajarín donde cursé Educación Infantil y Primaria en el colegio Brianda de Luna. Posteriormente, los estudios de secundaria los hice en el IES Río Gallego, situado entre los barrios de Santa Isabel y El Rabal, ya en la ciudad a dónde íbamos todos los alumnos y alumnas de las zonas rurales de alrededor. Durante mis estudios de secundaria ya tenía especial interés por las ciencias siendo la asignatura de Ciencias Naturales mi preferida en los primeros cursos. En los siguientes cursos ya tenía claro que tanto Física y Química como Matemáticas despertaban un gran interés en mí y disfrutaba estudiando su temario. Creo que un gran peso en mi motivación por las ciencias se debe a una gran profesora que me acompañó durante todo el trayecto de ESO y Bachillerato.

Para tratar de comprender mi curiosidad por la docencia debemos viajar a Bachillerato. Yo cursé Bachillerato de Ciencias en el mismo centro educativo que la ESO cogiendo como asignaturas Física, Química y Tecnología Industrial. A ser sinceros todavía a finales de 2º de Bachillerato no había decidido que quería estudiar en el futuro; contemplaba demasiadas opciones y ninguna a la vez. Mientras cursaba Bachillerato di mis primeras clases particulares de matemáticas a un familiar así como también solía ayudar a mis compañeros de clase a estudiar. Finalmente cursé el Grado de Física que acabé el curso pasado. Durante mis estudios en Física continué dando clases particulares de Física y Química, Matemáticas y Tecnología a un alumno en concreto. La satisfacción de conseguir que un alumno con necesidades específicas de apoyo educativo no solo apruebe con buena nota sino que muestre interés por las ciencias es indescriptible y esto avivó mis ganas de ser docente y de realizar este Máster en Profesorado en la especialidad de Física y Química.

Yo entré a este Máster con el reto de ponerme a prueba ya que, aunque hubiese dado clases particulares no terminaba de verme capaz de estar frente a una clase entera y ser capaz de controlarla y llegar a todos por igual. Esta era una gran duda que tenía y las prácticas del Máster me iban a dar esa oportunidad de verme en la situación. Otra preocupación que tenía estaba basada en mi experiencia como alumno. Aunque académicamente siempre iba bien se me presentaban dos dilemas; el primero era que mi atención en clase era limitada y prefería estudiar en casa porque las clases me resultaban aburridas y el segundo era que yo he convivido con amigos a los que estas asignaturas de ciencias les costaba mucho comprenderlas en el aula pero que luego si pasabas más tiempo con ellos realmente si lo entendían. Dado esto, si yo iba a ser profesor en un futuro tenía la necesidad de conseguir llegar a toda la clase y tratar que nadie se quedara descolgado. Si hay unas horas por la mañana destinadas a la enseñanza del alumnado debería ser en estas horas en las que él mismo aprenda y no por la tarde por su cuenta o con ayuda de profesores particulares. Si la enseñanza funciona así habría que hacer una visión crítica de la educación.

En este aspecto, creo que el máster nos ha proporcionado herramientas suficientes para ayudar a solventar esta preocupación que tenía. La etapa de la adolescencia es una etapa de cambios y que no siempre es fácil, de forma que asignaturas como Psicología del Desarrollo y la Educación han ayudado a adquirir formación para ello. En Atención a los Alumnos con Necesidades Educativas Especiales he aprendido que los alumnos son muy diversos y se debe

plantear la docencia desde el Diseño Universal de Aprendizaje para llegar a todos. También hay que comprender que la sociedad y las familias han cambiado mucho y que las tecnologías han cobrado gran importancia en las generaciones actuales, por ello lo estudiado en Sociedad, Familia y Procesos Grupales también tiene mucha importancia. El aprendizaje memorístico no funciona con este alumnado y se deben recurrir a recursos audiovisuales, actividades y prácticas de laboratorio. Tanto en Diseño de Actividades como en Innovación e Investigación he podido conocer métodos para desarrollar actividades y evaluaciones que se adapten a esta nueva realidad.

### **b) Centro de prácticas, IES La Puebla de Alfindén.**

El IES La Puebla de Alfindén es un instituto rural que se abrió en el curso 2016/2017 en el municipio cuyo nombre lleva el centro, cerca de la ciudad de Zaragoza. Su construcción es resultado de un crecimiento demográfico en la población de los cinco pueblos que asisten actualmente sumando, a día de hoy, 10000 habitantes y con más de 800 alumnos matriculados en el centro. En el centro se imparte ESO, Bachillerato (Ciencias y Humanidades y Ciencias Sociales) y FP de Grado Medio de Mecanizado.

Al tratarse de un centro educativo nuevo tiene unas grandes instalaciones habiéndose terminado la última ampliación el curso pasado. El centro recibe ayudas europeas para su digitalización, habiéndose instalado pizarras digitales en todas sus aulas. Recientemente se estrenó la cafetería, y aún más importante para esta especialidad, se abrió el laboratorio para su uso; sin embargo este centro al ser nuevo y haber estado en construcción hasta el año pasado no dispone de gran material de laboratorio. Por ejemplo, los matraces, pipetas y embudos de decantación han sido comprados este año y prácticas relacionadas con disoluciones o separación de mezclas no se habían llevado a cabo con anterioridad. Me parece relevante hacer inciso en esto ya que como consecuencia de esto, aquellos alumnos y alumnas de cursos más avanzados no disponen de experiencia previa en laboratorio, siendo este el caso de la clase de 4º de ESO a la que yo impartí clase.

El centro tiene el programa bilingüe inglés British Council, ya presente en los dos centros de educación primaria de la misma localidad. Este programa prioriza la enseñanza de las asignaturas de ciencias en el idioma extranjero. En primaria imparten Science y en secundaria se imparten Geografía e Historia junto a Biología y Geología en 1º 3º y 4º de ESO o junto a Física y Química en el caso de 2º de ESO.

Por otro lado, el departamento de Física y Química tiene un papel muy activo en el desarrollo del centro. Por ejemplo, realiza actividades como la decoración del suelo de un pasillo con infografías de mujeres científicas y también se había realizado una tabla periódica a modo de mural en una pared del centro. El alumnado ha participado activamente en la realización de estas actividades.

Por último, es conveniente comentar el contexto de aula en el que se ha desarrollado el proyecto que se presenta este trabajo. En este sentido, las actividades de aula se han llevado a cabo en la clase de 4º de ESO, que cuenta con 11 personas en total. Las 11 personas pertenecen al programa bilingüe aunque esta asignatura se imparte en español. De los 11 alumnos, 6 son chicas y 5 son chicos. La observación más destacada en mi periodo como oyente en el prácticum es que las chicas se sentaban en un lado de la clase y los chicos en el otro. Además la participación entre estos subgrupos no era la misma; ellas preguntaban muchas dudas en clase y ellos tenían una actitud más pasiva en el aula. Esto también se veía reflejado en sus calificaciones. Indico esto porque cuando impartí mi unidad didáctica a pesar de ser una clase reducida opté por una metodología basada en la cooperación con grupos heterogéneos para intentar solventar esta problemática detectada.

### **c) Presentación del trabajo**

A nivel personal, con este trabajo de fin de máster busco dejar constancia y reflejar todo lo aprendido en este máster a través de la explicación de una serie de actividades desarrolladas durante el mismo y cómo su diseño ha ido variando con lo aprendido y la experiencia en el prácticum.

Para ello se explicarán dos actividades llevadas a cabo durante el máster que no han sido trasladadas a un aula. De estas actividades, una de ellas trata del potencial didáctico de imágenes informales y fue realizada en el primer cuatrimestre cuando aún no tenía todos los conocimientos necesarios para desarrollar una actividad. Por otro lado, la segunda actividad trata de una analogía con datos de la ley de desintegración radiactiva. Esta actividad ya fue diseñada a final de curso y la comparativa entre las dos es un buen reflejo de lo aprendido.

También se desarrolla una propuesta didáctica sobre el enlace químico que fue la unidad didáctica que impartí a 4º de la ESO en el prácticum II. En esta parte tenemos actividades ya diseñadas antes del prácticum y otras después. El objetivo es analizar cómo la experiencia de las prácticas ha influido en la modificación de las actividades ya diseñadas y en la necesidad de implementar unas nuevas.

Además de exponer tanto las dos actividades anteriormente mencionadas, como la propuesta didáctica con mayor detalle en esta última parte, con este Trabajo de Fin de Máster, se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- Dejar constancia de la necesidad de las asignaturas del Máster para adquirir los conocimientos didácticos necesarios para ejercer como docente de secundaria
- Reflexionar sobre la repercusión del periodo de prácticas en la visión previa que tenía como docente sobre los métodos empleados para dar clase.

## **II. ANÁLISIS DIDÁCTICO ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MASTER**

En las distintas asignaturas del máster en nuestra especialidad, se nos ha pedido llevar a cabo diversos trabajos y actividades. Durante todo el curso he tratado de trabajar contenidos y niveles diferentes para adquirir las competencias mínimas necesarias en los distintos bloques de conocimientos que conforman las distintas materias de la especialidad de Física y Química. Aunque en este trabajo solo se van a detallar las que considero más relevantes, creo que es importante numerar otras actividades realizadas. Fuera del ámbito de Física y Química junto a algunos compañeros, diseñamos una dinámica de grupo centrada en la resolución de conflictos en un supuesto aula donde los alumnos no se ponían de acuerdo para llegar a una conclusión. Para tratar el asunto se recurrió a un debate empleando la técnica Phillips 6/6, que consiste en que los grupos tienen un tiempo reducido para debatir sobre un tema y luego uno de ellos defiende la posición del grupo frente al resto, aplicada a una situación ficticia. Al aula de clase del máster se trasladó un conflicto que suponía la impuntualidad en el aula y se hizo un debate sobre si se debía cerrar o no las puertas de una cámara en un barco hundiéndose sin todos los pasajeros dentro. De esta manera, se pudo trabajar el impacto que estaba teniendo el retraso de algunos compañeros en el normal desarrollo de las clases prácticas.

Ya centrándonos en la especialidad, en distintas asignaturas he tenido que plantear unidades o programaciones didácticas. En la programación didáctica de diseño curricular planteé el uso de una aplicación (*See a Satellite Tonight*) para la visualización de satélites artificiales tratando el Bloque de Gravitación en 2º de Bachillerato. Con esta aplicación se pretendía que el alumnado tratase de visualizar uno y distinguirlo de las estrellas. Servía de introducción de clasificar los satélites por su distancia, emisión y utilidad así como discutir sobre la basura espacial. En procesos y contextos educativos diseñé con mis compañeros actividades para impartir el Bloque de la materia en 4º de ESO entre la que planteamos un “¿Qué tengo en el coco?” con los elementos de la tabla periódica. En las optativas también se han diseñado actividades que me han resultado de interés: en atención para alumnado con ACNEAE planteamos dos prácticas de laboratorio sobre los cambios físico y químicos en 2º de ESO haciendo uso de pictogramas y guiones claros pensado en su aplicación con un alumno o alumna con autismo en la clase. En educación para adultos me planteé como impartir el tema de la energía desde la perspectiva del alumnado que tiende a cursar estos estudios por lo que la centré en la eficiencia de los electrodomésticos y el consumo en una factura de la luz.

La mayoría de estas actividades fueron diseñadas en el desarrollo del primer cuatrimestre del máster, y aunque no fueron implementadas en el aula, en todo momento se elaboraron

pensando en su posible utilización futura. Durante el segundo cuatrimestre ya tenía más conocimientos en didáctica y tras realizar las prácticas me di cuenta de que el nivel de conocimientos que el alumnado tiene en cada curso no es el que yo ni mis compañeros del máster esperábamos. Esto hizo que me replanteara tanto las actividades hechas previamente como las futuras. Me di cuenta de la importancia que tienen las evaluaciones iniciales para detectar las ideas previas y alternativas del alumnado. En la infografía de la Figura 1 se muestran los pasos a seguir para el diseño de una actividad estudiados en la asignatura de Diseño de actividades.

**Figura 1**

*Proceso necesario para el diseño de una actividad en Física y Química*



**a) Actividad I: Estudio de la física en imágenes informales.**

En el primer cuatrimestre en la asignatura de Diseño curricular e instruccional de ciencias experimentales realicé un trabajo sobre el análisis de las imágenes formales e informales para el estudio de las fuerzas basado en el trabajo de Perales (2008). Las imágenes formales son aquellas destinadas al aprendizaje del alumnado como las que encontramos en los libros de texto o en el aula de clase. Por otro lado, las imágenes informales son aquellas que vemos en los medios de comunicación y publicidades.

En la última parte del trabajo analicé el potencial didáctico que tenía la visualización de episodios de dibujos animados para detectar junto al alumnado escenas que no cumplieran las leyes de la física. Muchos anuncios o series nos pueden vender imágenes informales que no son reales y estas inducen ideas alternativas en las personas. La escuela, donde se da una enseñanza formal, es “*la encargada de conseguir que todas la demás fuentes de información sean interpretadas con rigor científico y espíritu crítico*” según Vilchez (2004) que puso en práctica este método de enseñanza de la física en el aula. Basándome en esto, hice un análisis de las fuerzas el capítulo piloto del anime One Piece que presentaba un gran potencial a la hora de detectar incongruencias con las leyes de la física. Cada una de estas incongruencias traté de ubicarlas tanto en el currículo como en el libro de texto de Física y Química para 4º de ESO de la editorial Santillana (VV.AA., 2016) en que previamente había analizado el uso de imágenes formales. El análisis se muestra en la Tabla 1. Se detectan muchas incongruencias con la gravedad y el peso. Hay tres problemas de importancia que se podrían emplear para estudiar en mecánica: caída libre, tiro parabólico y equilibrio de fuerzas con fuerza de empuje. Una de las imágenes correspondientes a las incongruencias se muestra en la Figura 2.

La conclusión a la que llegué en su momento fue que los dibujos animados podían usarse para el aprendizaje de las fuerzas y el movimiento y dado su carácter motivador puede dar

mejores resultados que la enseñanza clásica. Aunque en principio visualizar capítulos enteros en clase no es adecuado, en un solo capítulo de 24 minutos se han extraído suficientes con potencial didáctico. Sin embargo, tras haber cursado todo el máster me doy cuenta de que la actividad necesita un planteamiento completo para llevarse a cabo y del trabajo de preparación que implica detrás para que este recurso se convierta realmente en una herramienta de enseñanza. Entre los planteamientos que debería hacerse están ¿a qué curso quiero llevar esta actividad realmente? ¿Qué contenidos en concreto quiero trabajar: gravedad, leyes de Newton, elasticidad, fuerzas de contacto, fuerzas a distancia? Y además me falta algo también muy importante que sería plantear cómo evaluar el aprendizaje del alumno y el propio método empleado.

**Tabla 1**

*Búsqueda de contradicciones en el capítulo piloto de One Piece.*

Min	Descripción	Realidad	Página/Tema
1:10	El barco pega saltos en el agua	El barco no tiene la capacidad de impulsarse en el agua y pesa demasiado.	Ninguna
2:30	El barril flota pero es muy pesado	Este problema es fácil de discutir. Tenemos dos fuerzas: la de empuje realizado por el agua y el peso del barril con su contenido dentro. Sería necesario definir fuerza de empuje y principio de Arquímedes. Aplicable también a estudiar por qué un barco flota.	Tema 8.
3:18	El barril no gotea al sacarlo del agua.	Debería deslizarse y caer. Gravedad	Tema 7. Caída libre. Pg. 148
3:50	La trayectoria del cañón es horizontal. No hay concordancia entre el tiro y el impacto.	El tiro debería ser parabólico. La ley de gravitación no se está aplicando. Los ejercicios de este tipo son comunes en primero de Bachillerato.	Tema 7. Tiro parabólico.
6:04 (general)	Las gotas de sudor no caen de la cara.	Deberían deslizarse por la cara y caer. No se cumple ley de gravitación.	Tema 8.
6:22 15:40	El mazo de hierro rompe una pared de madera. Rompe un techo de madera	Los impactos asociados al mazo son excesivos y sobrenaturales. No tiene tal capacidad.	Ninguna
7:05	El deslizamiento por la tirolina sirve para ir de un barco al otro y viceversa.	Es similar a los problemas de un bloque en una rampa inclinada. Es necesaria la gravedad para la caída por lo que el desplazamiento debería ser unidireccional.	Tema 8. Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. Página 173.
8:28	Los trozos de madera vuelan demasiado tiempo	Deberían caer más rápido por el efecto de la gravedad.	Tema 7. Caída libre. Pg. 148
10:30	El martillo hace volar a una persona y no rebota.	El efecto del martillo es exagerado. Además hay ausencia de fuerza de reacción tras el choque. No se estudian colisiones pero es obvio, las masas de la persona y el martillo son comparables.	Ninguna, colisiones.
16:30	Salto muy	Impulso excesivo. No parece	Tema 7. Caída

	grande.	haber gravedad tampoco.	libre. Pg. 148
17:17	Brazo se alarga. Al volver impacta a todos sin un rasguño.	Es parte del poder del personaje pero no realista.	Ninguna, elasticidad.
21:34	Gotas vuelan demasiado tiempo.	Caerían más rápido por el efecto de la gravedad.	Tema 7. Caída libre. Pg. 148

En conclusión, esta posible actividad podría tener potencial pero tal y como la describí en su momento no está lo suficientemente desarrollada para llevarla a un aula. La he añadido a este trabajo no solo porque me pareciera una actividad interesante que podría atraer el interés de todo el alumnado sino también como reflejo de todos los conocimientos que no había adquirido aún a comienzos del máster. Con la siguiente actividad explicada, diseñada ya a final de curso y tras el prácticum, se busca tratar de reflejar ese avance y todas las consideraciones que he tenido en torno a una actividad.

## Figura 2

*Ejemplo de escena en la que la trayectoria de un cañón no es realista.*



*Nota.* Imágenes extraídas del episodio piloto de One Piece.

### b) Actividad II. Ley de desintegración radioactiva: un juego de azar.

Esta actividad está localizada en la realización de un proyecto didáctico sobre la datación radiométrica. La gran parte del currículo de Física y Química que trata la física está centrada en fuerzas, movimiento y energía. Solbes (1996) critica que la física moderna está abandonada mientras otros conceptos se tratan en exceso, pudiendo repercutir en el interés del alumnado en la asignatura siendo muchos menos los que la cursan Física en 2º de Bachillerato que los que cursan Química o Biología. La física es una ciencia experimental y como tal debería abordarse en el aula desde la actualidad en la que vivimos y despertando mayor interés en el alumnado. Antes de diseñar la actividad era necesario realizar un análisis de contenidos e informarse sobre las dificultades de aprendizaje. La física nuclear tiene dos apariciones en el currículo: la primera en 3º de ESO en el Bloque de La Materia tras dar los modelos atómicos se habla de radioisótopos y aplicaciones; y después en 2º de Bachillerato donde se trabajan los tipos de desintegración radiactiva, la ley de desintegración y la datación de Carbono-14.

La radioactividad es vista negativamente dado que son los medios de comunicación y las noticias tienden a informar únicamente sobre catástrofes asociadas a la radiación (Corbelle Cao & Domínguez Castiñeiras, 2015). Frecuentemente se asocia la radiactividad a un proceso artificial que provoca la ciencia. Si que suelen debatir sobre el uso de centrales nucleares y conocen las aplicaciones de la radioactividad en medicina pero no son conscientes de que la mayor cantidad de radiación que recibimos los humanos diariamente es natural. Con la actividad se busca estudiar la ley de desintegración radioactiva por medio de una analogía

haciendo uso de la gamificación. Esta actividad está inspirada en otro trabajo (Lavín Puente & Mínguez Sanjosé, 2017) y he tratado de llevarla a cabo por mi cuenta y plantear la mejor forma de trasladarla al aula intentando evitar el desarrollo de ideas alternativas por hacer uso de una analogía. Entre los objetivos marcamos que aquellos conocimientos que más cuesta entender al alumno sean comprendidos:

- Si tenemos un átomo aislado inestable no somos capaces de predecir cuando éste se va a desintegrar y conforme pasa el tiempo la probabilidad de que se desintegre no va a aumentar. Para explicar esto vamos a partir de un cubo de madera (véase Figura 3) al que le pintamos una cara. Si nuestro cubo cae con la cara negra el cubo de madera se ha desintegrado.

**Figura 3**

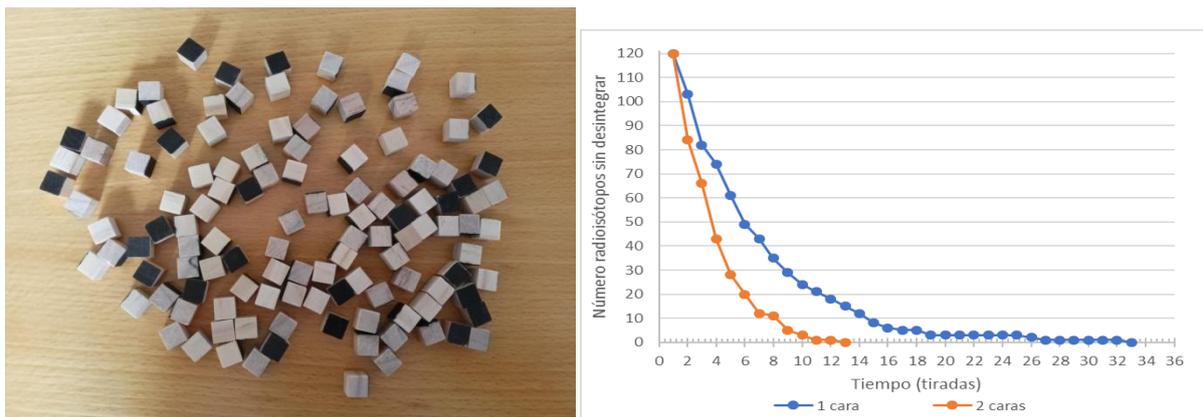
Cubo de madera con una cara pintada empleado en la actividad



- La ley de desintegración nos dice que la probabilidad por unidad de tiempo de que un núcleo se desintegre es una constante independiente del tiempo a la que llamamos constante de desintegración,  $\lambda$ . Esta constante tendrá un valor diferente para distintos isótopos radiactivos. En el caso de nuestro dado de 6 caras, el tiempo son las tiradas. La probabilidad de que se desintegre es de  $\frac{1}{6}$ .
- La ley de desintegración se puede reproducir el problema con los dados. Tenemos una muestra con un número determinado de dados que hacen de radioisótopos inestables  $N_0$ . Los lanzamientos serán la analogía al tiempo. Se realizan tantas tiradas como sean necesarias para que se desintegren todos. Véase Figura 4.

**Figura 4**

Realización de la analogía de la ley de desintegración radiactiva.



*Nota.* A la izquierda vemos 120 cubos tras la primera tirada. A la derecha vemos la representación de los radioisótopos que aún no se han desintegrado si pintamos una (azul) y dos caras (naranja) del cubo.

- El periodo de semidesintegración es aquel en el que la mitad de los radionúclidos de una muestra se han desintegrado. Se puede ver fácilmente en la actividad y suele ser un concepto difícil. Algunos, después de haber impartido la teoría de manera

magistral, contestan que cuando hemos alcanzado un periodo de semidesintegración lo que se ha reducido a la mitad es la masa o el volumen del material radioactivo (Lavín Puente & Mínguez Sanjosé, 2017).

Cuando llevamos a cabo una actividad también se debe hacer una evaluación de la misma. Por ello se ha planteado usar un *one minute paper* que es una buena herramienta para tener un feedback sobre aquello que más le ha costado aprender al alumno (Morales Vallejo, 2011). En nuestro caso nos centramos en ver si el concepto de tiempo de semidesintegración se ha entendido bien con el empleo de la analogía. Para ello se plantearon las siguientes cuestiones:

- ¿Qué te ha resultado más confuso en la clase de hoy?
- Define con tus palabras periodo de semidesintegración y constante de semidesintegración.

Las dos actividades expuestas considero que tienen un carácter motivador para dar un temario que normalmente se da de forma teórica como son las fuerzas, el movimiento y la ley de desintegración radiactiva. A continuación, se va a desarrollar una propuesta didáctica que en parte sí que se llevó a la práctica en el prácticum. La experiencia práctica presentada en ese apartado es la actividad a la que más tiempo he dedicado en el Máster. Podría haberse incluido en este apartado pero dado que tiene relación con la unidad didáctica que impartí se explicará posteriormente.

### **III. PROPUESTA DIDÁCTICA. El enlace químico en 4º de ESO.**

En el prácticum tuve la oportunidad de impartir la unidad didáctica del enlace químico en una clase de 4º de ESO. Esta propuesta didáctica partirá de lo que realicé en mi periodo de prácticas así como de los cambios y mejoras que considero oportunos tras haberlo llevado a la práctica. Cabe mencionar, que durante mi estancia en el prácticum, debido a circunstancias ajenas a mí, dispuse de menos horas de las esperadas por lo que no pude impartir toda la unidad didáctica y las actividades que llevé a cabo no fueron desarrolladas como me hubiera gustado. Trataré de explicar todas ellas indicando si se realizó o no y aportando producciones de los alumnos.

#### **a) Análisis de contenido.**

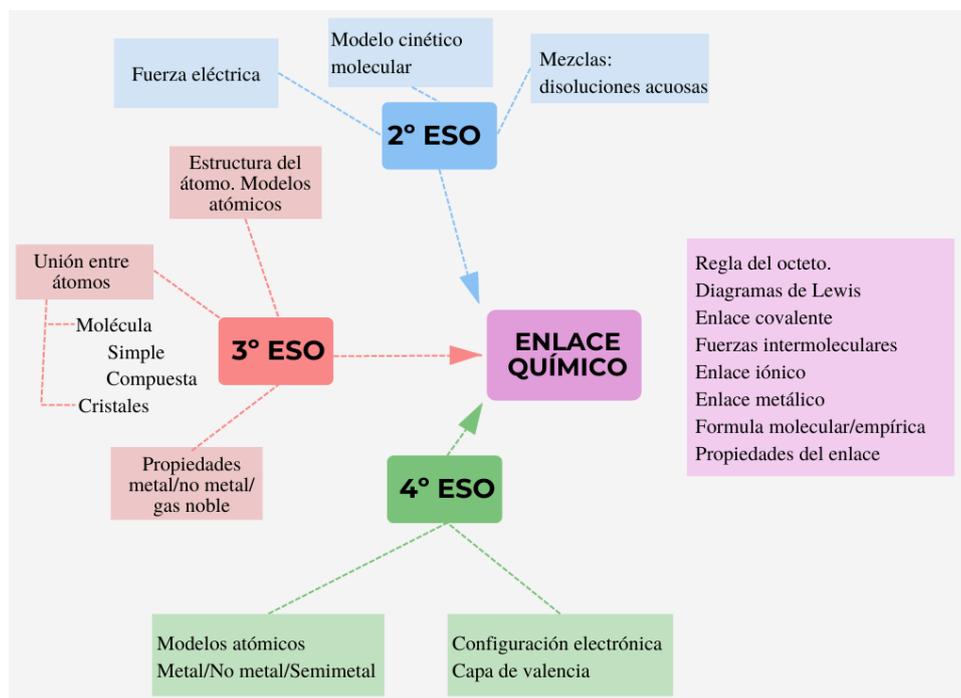
Previamente a llevar a cabo la propuesta didáctica debemos tener constancia de los conocimientos previos que tiene o se le impartieron al alumnado antes de llegar a 4º de ESO. Para ello hacemos un análisis del currículo de Física y Química que se resume en la Figura 5 de este trabajo.

En 2º de ESO se habla de fuerza eléctrica entre cargas, algo necesario para explicar la interacción existente entre las partículas elementales del átomo y justificar la formación de enlaces como motivo de una mayor estabilidad. El modelo cinético molecular y la experiencia con mezclas ayudarán al alumnado con las propiedades de la materia tal como el estado de agregación, la temperatura de ebullición y temperatura de fusión así como a tener ciertos conocimientos básicos de que sustancias se mezclan con cuales o no como el aceite y el agua.

Los contenidos considerados en 3º de la ESO también se suelen volver a ver en 4º, previamente a la unidad didáctica del enlace químico. Estos serían los modelos atómicos, la tabla periódica y la diferenciación en la misma de metales, no metales, gases nobles y sus propiedades principales. El enlace químico es abordado en 3º de ESO de manera superficial y se habla de la formación de moléculas y cristales a partir de átomos. Por último, en 4º de ESO antes del enlace químico se estudian las configuraciones electrónicas y el concepto de electrones de valencia y capa de valencia.

**Figura 5**

*Análisis de contenidos del currículo en torno al enlace químico.*



### **b) Dificultades de aprendizaje**

Distintos artículos recogen las dificultades más habituales del alumnado en el estudio del enlace químico (Posada, 1999). Entre ellas encontramos que no sean capaces de diferenciar fuerzas intermoleculares de enlaces atómicos, que consideren que hay fuerzas intermoleculares en las redes covalentes y por lo tanto no notan una diferenciación entre enlace covalente molecular y enlace covalente reticular. Además, el alumnado no suele reconocer la existencia de sustancias simples en la naturaleza en forma molecular como la del hidrógeno. Un concepto que les resulta complicado es el de electronegatividad y no comprenden que un par de electrones no está igualmente compartido en un enlace. Y las propiedades físicas asociadas a la materia muy pocos alumnos la asocian a los átomos y muchos menos a la interacción entre estos.

Posada (1999) hace un estudio con alumnado de distintos cursos de secundaria en el que trata de identificar estas dificultades por medio de una serie de cuestiones que debaten en el aula. Los alumnos y alumnas, en su mayoría, dibujan los átomos un gas como partículas aisladas o, por el contrario, con partículas muy juntas y continuas. Además consideran que existe una relación entre la estabilidad y el movimiento y que por ello los gases son menos estables. En el nivel más avanzado del artículo, lo que hoy equivaldría a bachillerato, donde el alumnado ya ha visto el enlace químico previamente no tienen problemas en identificar cómo se unen dos átomos de flúor (enlace covalente) pero no de cómo interaccionan las moléculas (fuerzas intermoleculares). Se podría pensar que se está llevando a cabo un aprendizaje más memorístico que reflexivo y, como consecuencia, no hay un aprendizaje que perdure. También presentan dificultades para justificar que se formen enlaces, ya que si los electrones de las capas externas se repelen también lo harán los átomos. Otra observación realizada es que al ver previamente el enlace covalente cuando se ve el enlace iónico tienden a pensar que se forman moléculas y no redes, que también trabajamos con fórmulas. Relacionado con esto, Caamaño (2016) hace especial hincapié en la necesidad de dejar de clasificar las sustancias en cristales y moléculas ya que hay moléculas que forman cristales. El término adecuado sería estructura gigante como concepto contrario al de estructura molecular. Caamaño también recomienda dar el enlace desde un punto de vista de estabilidad energética dado a una “interacción eléctrica entre átomos, iones o moléculas” y descarta iniciar la estabilidad

partiendo de la regla del octeto. Esta es una herramienta y no una justificación de la estabilidad.

González Felipe (2017) coincide en que el hecho de que distintas fórmulas conlleven significados diferentes (empírica o molecular) supone una dificultad en el aprendizaje del alumnado. También destaca que tratar de explicar el enlace con distintas representaciones (rayas, bolas, red cristalina con líneas) puede suponer un problema. Además, critica determinadas formas de dar el temario como la diferenciación que se lleva a cabo entre enlace iónico y covalente o la diferenciación separada del enlace de hidrógeno de las fuerzas de Van der Waals. También considera que explicar la estabilidad desde la regla del octeto podría no ser correcto y critica que el modelo de mar de electrones que aleja a este enlace de los otros dos y la realidad, y que, la teoría de bandas podría ser más adecuada.

### **c) Objetivos del currículo**

Partiendo de los objetivos generales de etapa, de materia y de la unidad didáctica especificados en el currículo me voy a marcar unos objetivos de aprendizaje en los que basaré el desarrollo de la propuesta y su evaluación:

Obj.1. Mejorar la participación en el aula, la interacción entre los alumnos y el uso de un lenguaje científico.

Obj.2. Discutir la necesidad de los átomos de formar enlaces para alcanzar una mayor estabilidad desde un punto de vista eléctrico.

Obj.3. Distinguir el tipo de enlace que forman dos átomos en base a su clasificación en metal y no metal, su posición en la tabla periódica y su configuración electrónica.

Obj.4. Construir diagramas de Lewis de moléculas sencillas.

Obj.5. Identificar la presencia de dipolos en una molécula y su implicación en la interacción entre moléculas.

Obj.6. Interpretar gráficos de temperaturas de ebullición y fusión de materiales en función de las fuerzas intermoleculares implicadas.

Obj.7. Comparar las similitudes y diferencias en los tres tipos de enlace químico y sus propiedades.

Obj.8. Desarrollar una práctica de laboratorio para determinar la naturaleza del enlace de determinadas sustancias.

### **d) Evaluación inicial**

La evaluación inicial que se llevó a cabo en el prácticum fue haciendo uso de la herramienta Kahoot. El Kahoot fue realizado en grupos con la intención de que debatieran entre ellos la respuesta correcta. El test contenía una serie de preguntas relacionadas con conceptos de unidades didácticas ya dadas; otras preguntas de definiciones sobre la unidad didáctica del enlace químico que, en principio, vieron el curso pasado y otras que nos sirven para definir conceptos que vamos a utilizar durante la UD. Los resultados y preguntas del Kahoot aparecen en la Tabla 2. Además, después de contestar a la pregunta se les pedía a los grupos que acertaban justificar para hacerme una idea del nivel de asimilación que tenían de los conceptos que se trataban en la pregunta. La idea es que el Kahoot me sirviera a mí también para poder dar clase y que tras cada pregunta dedicáramos unos minutos a hablar de todos los aspectos que aparecían. También elaboré una rúbrica para evaluar el trabajo en grupo durante la actividad que se muestra en la Tabla 3. Dado que se trata de un test que pueden acertar por suerte y que no todos los miembros del grupo tenían por qué haber sabido la respuesta a los grupos que acertaban se les hacía preguntas para que lo explicaran al resto. Debemos entender que Kahoot no es una herramienta de aprendizaje por sí misma sino que el docente debe hacer un uso adecuado. En mi caso no tome como evaluación inicial únicamente los resultados del Kahoot sino que consideré las respuestas que daban para justificarse.

Los resultados me ayudaron a deducir que no conocen el concepto de electronegatividad, que si conocen las propiedades físicas de la materia (temperatura fusión, dureza, ductilidad) aunque no son capaces de asociarlas a los enlaces químicos de los que saben únicamente su

clasificación. Todos tenían reciente el cálculo de la configuración electrónica de los elementos y eran capaces de decir cuántos electrones de valencia había. También eran capaces de diferenciar en la tabla periódica metales, no metales y gases nobles así como eran conscientes de que los gases nobles no interaccionan con otros átomos. Esta fue la última pregunta del test y nos permitió dar comienzo al temario y hablar de estabilidad.

**Tabla 2**

*Resultados del Kahoot de introducción al enlace químico.*

Pregunta	Grupo			
	1	2	3	4
La configuración electrónica del fósforo (Z=15) es				
La valencia de los elementos del grupo 13 es:				
Un anión es un ión con carga eléctrica negativa				
Cuáles son todos metales (Fe, Cu, K, Au, Li.)				
Selecciona la opción FALSA. Una molécula (todas son verdad)				
Decimos que un material es duro cuando				
Los tipos de enlace químico son:(iónico, covalente y metálico)				
Qué propiedad NO es de un gas noble				

*Nota.* En verde se indican las respuestas acertadas y en rosa las incorrectas.

**Tabla 3**

*Evaluación del trabajo en equipo en el Kahoot*

	Regular	Bien	Muy bien
Han discutido todos los miembros del grupo.		G1	G2,G3,G4
Todos eran capaces de justificar por qué la respuesta era correcta.		G1	G2,G3,G4

### e) Metodología

El nexo principal entorno al que gira el trabajo es el aprendizaje cooperativo dentro del aula que presenta una gran cantidad de ventajas en didácticas de las ciencias experimentales (Herrada y Baños, 2017) permitiendo hacer clases más dinámicas, con un mayor rendimiento, despertar el interés y motivación del alumnado así como mejorar la interacción, convivencia y respeto en el aula. Con estos cambios no estamos solo mejorando el aprendizaje en el aula sino que el alumnado también desarrolla competencias sociales y emocionales. Las materias de ciencias tienen asociado un alto nivel de suspensos y las capacidades del alumnado en ellas es muy variado. Por ello, el uso del aprendizaje cooperativo nos permite atender a la diversidad (Bonals, 2000) y tiene efectos positivos en este alumnado al que le cuesta más. El trabajo en grupo enseña a los alumnos y las alumnas a aprender con compañeros con otros ritmos y niveles. Esta metodología fue elegida en el prácticum en base a la observación de que no todos y todas interaccionaban por igual en el aula y había una notable distribución espacial en el aula por géneros. No obstante, muchas actividades se pueden llevar a cabo

individualmente dependiendo del contexto de aula y el alumnado para los que se imparte la clase.

El aprendizaje cooperativo suele ir acompañado de otras metodologías activas. Una de ellas será el uso de la gamificación empleando la herramienta Kahoot. El uso de esta herramienta, ya presentada en la evaluación inicial, busca motivar al alumno en su aprendizaje (Rojas et al, 2021). Dado que los alumnos y alumnas actuales viven rodeados de videojuegos y recompensas inmediatas este tipo de métodos sirve para acercarnos a ellos y nos estamos aproximando a una nueva generación que hace uso constante de las tecnologías y los teléfonos móviles. Además, nos permite saber cómo va el proceso de aprendizaje del alumno o si hay algo en lo que hacer un inciso. El uso de Kahoot ayuda a despertar el interés del alumnado en Física (Cavalcante et al, 2018) ya que nos permite discutir sobre las preguntas y mantener la atención del alumno. Se trata de una herramienta que para que funcione correctamente es importante un planteamiento previo por parte del docente del uso que quiere darle. No debe ser únicamente lúdica sino tener una función de aprendizaje a partir de la herramienta.

Siguiendo con la participación en grupos realizarán sesiones prácticas de laboratorio basada en la indagación de las propiedades de la materia. Se busca con el uso de laboratorio que el grupo que mejora el trabajo en equipo, que aumenta el interés del alumno y un aprendizaje a través de la indagación (Moya et al, 2011). También se hará uso de simuladores en el aula con el fin de optimizar el aprendizaje (Carrión Paredes et al, 2020) y crear un entorno interactivo (Ayón y Victores, 2020). Se evitará el empleo de guiones de prácticas que el alumno pueda seguir sin comprender lo que se está haciendo.

Aunque el alumnado dispone del libro de Física y Química de la editorial Anaya no se ha hecho uso del mismo. Las clases de teoría se han llevado a cabo por medio de presentaciones PowerPoint y se ha hecho uso de la pizarra para hacer dibujos y esquemas. Mientras, los alumnos y alumnas tomaban apuntes. Los ejercicios se han entregado impresos en distintas fichas así como tuvieron acceso a las presentaciones en la plataforma Classroom. El libro de Anaya presenta un contenido bastante escueto y su ordenación de la unidad didáctica no me parecía adecuada. Para preparar las diapositivas me he apoyado más en el de la editorial Oxford. Se añaden algunas de las diapositivas empleadas al ANEXO I.

## **f) Actividades**

La propuesta didáctica se llevará a cabo en 15 sesiones como se muestra en la Figura 6 siendo las dos últimas una de repaso y una prueba escrita que no se incluyen en la figura.

Se ha considerado que el mejor orden para impartir los contenidos es empezando por el enlace covalente molecular que suele resultar más complejo. Si se entiende este, el resto del temario se puede comprender por medio de la reflexión. Esto se debe a que el enlace covalente parte de la compartición de electrones y puede formar tanto moléculas como estructuras gigantes. Este es un caso más general que abarca más conceptos que se pueden trasladar después al resto de enlaces. Por ejemplo, el enlace iónico se puede considerar un caso extremo de enlace covalente entre átomos de electronegatividad muy diferente. A su vez en el enlace metálico al tener muchos electrones de valencia la compartición sería menor. Se podría considerar esta estructura correcta para poder explicar bien el enlace iónico y metálico en lugar de partir de golpe con modelos no realistas como son el de red de iones y más concretamente el de mar de electrones. Las actividades propuestas consistirán en la realización de fichas de ejercicios, el uso de simuladores y algún experimento breve. Finalmente tras dar todo el temario habrá tres sesiones de laboratorio.

### *Actividad 1: Curvas de Morse*

En la primera sesión tras la evaluación inicial se va a empezar hablando de la estabilidad del desde un punto energético. Tratamos de analizar la interacción entre las distintas partículas subatómicas si se acercan dos átomos. Después de esto se proyectaran las curvas de atracción y repulsión para que reflexionen a qué podría deberse cada una y qué influencia ven con la distancia. Posteriormente se muestra la suma de ambas y tenemos la curva de Morse. Se

explica en el aula que implica un mínimo de energía, que es menor que cuando el átomo está aislado etc.

**Figura 6**

*Temporalización de la secuencia didáctica*



A continuación se hace uso de un simulador de PhET Colorado llamado “Interacciones atómicas”. En este simulador nos deja ver las interacciones entre distintos pares de átomos y se representa su curva de Morse. Podemos alejarlos y acercarlos y ver cómo actúan sobre ellos las fuerzas atractivas y repulsivas. El objetivo al que busco que llegue el alumno es que los dos átomos de oxígeno tiene un mayor mínimo que cuando hacemos interacciones con gases nobles tal y como se muestra en la Figura 7.

*Actividad 2. Ficha 1: Regla del octeto y diagramas de Lewis de un elemento*

Visto que los gases nobles son estables por si solos y no forman enlaces podemos guiar al alumno a llegar a la conclusión de que los gases nobles tienen 8 electrones en la última capa de valencia por medio de sacar la configuración electrónica. Así llegaran también a la

conclusión de que los elementos de los grupos 1,2,13,14,15,16,17 y 18 tienen respectivamente 1,2,3,4,5,6,7 y 8 electrones en la capa de valencia. Los ejercicios de la Ficha 1 mostrados en el ANEXO II están destinados a alcanzar este conocimiento y aplicar la regla del octeto. No obstante, hay que insistir en que la regla del octeto es una herramienta que nos sirve para averiguar los enlaces que se van a formar pero no es una justificación de la estabilidad del enlace. Eso lo serían las curvas de Morse vistas previamente. En la ficha también se habla de indicar los iones más estables, pero eso no implica que un ión por tener la configuración electrónica de un gas noble sea más estable que el elemento. Está pensada para llevarse a cabo en el aula durante la primera sesión y terminarla en casa para discutir los resultados en la segunda sesión y sacar conclusiones.

### Figura 7

Curvas de Morse en el simulador “Interacciones atómicas” de PhET Colorad.



Nota. A la izquierda se muestra la interacción entre dos átomos de Oxígeno. A la derecha entre dos de Argón. Enlace al simulador: [https://phet.colorado.edu/sims/html/atomic-interactions/latest/atomic-interactions\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/atomic-interactions/latest/atomic-interactions_es.html)

### Actividad 3. Ficha 2: Diagramas de Lewis de moléculas covalentes.

En la sesión 2 comenzaremos a hablar de enlace covalente, definiremos electronegatividad y haremos los diagramas de Lewis del nitrógeno, oxígeno y cloro para ver los órdenes de enlace. A continuación se explica unas instrucciones generales para realizar diagramas de Lewis de moléculas y se entrega la ficha 2 que se puede ver en el ANEXO III.

Esta ficha consiste en hacer diagramas de Lewis de diferentes moléculas. Está pensada para hacerse en el aula en grupos en lo que queda de sesión 2 y en la siguiente. En la ficha se les indica que pueden hacer uso de un recurso digital que muestra los diagramas de Lewis de la molécula que le indicas. Se explica previamente a la realización de ejercicios el funcionamiento de la página. Con esto buscamos que sean ellos los que comprueben sus resultados para realizar en la pizarra solo aquellos que suponen una mayor dificultad. Se han obviado moléculas que no cumplen la regla del octeto. Es decir, no hay no metales con número atómico mayor al del azufre. La ficha se divide en tres ejercicios. En ocasiones en vez de dar su fórmula se da la nomenclatura. Esto se puede obviar en función de si se ha dado formulación antes o no. En mi caso la unidad didáctica anterior había sido formulación y como a parte del alumnado no les fue como se esperaba, vi conveniente añadirlo para que no olvidaran algunos conceptos de cara a una posible recuperación.

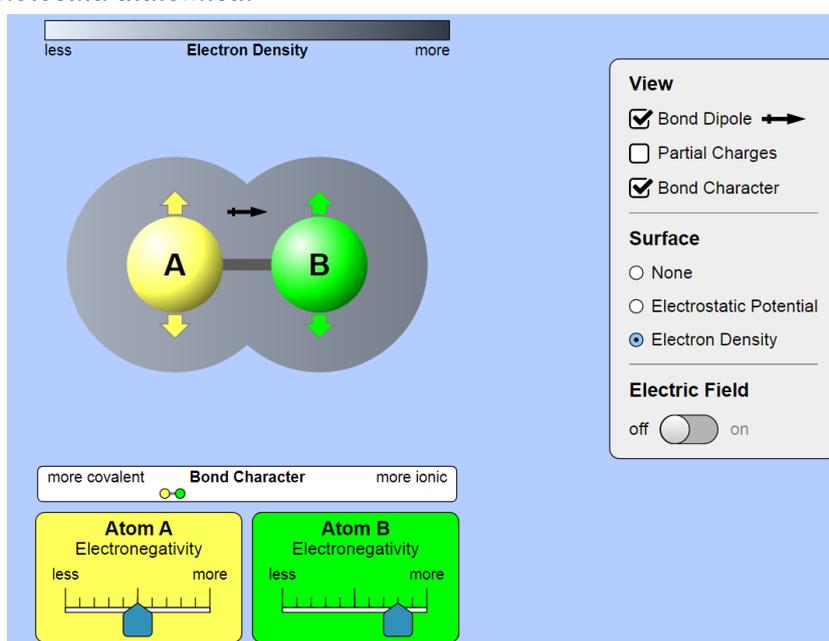
### Actividad 4. Dipolos y polaridad de la molécula.

En la cuarta clase empezamos insistiendo en el concepto de electronegatividad ya visto y veremos su implicación en la densidad electrónica de un enlace. Es decir, vamos a estudiar los dipolos permanentes. Para ello se hace uso del aula de informática y empleamos el simulador de PhET Colorado llamado “Molecule Polarity”. Es aconsejable trabajar con la versión descargable del simulador y tener una aplicación que nos permita abrirlo (java).

En la primera pestaña del simulador se observa el enlace entre dos átomos de los que elegimos su electronegatividad. A partir de ello, se puede ver la densidad de electrónica, la carga parcial de cada átomo y si hay un momento dipolar. También el simulador nos dice si ese enlace tiene un carácter más covalente o iónico. Esto nos permite ya introducir que el enlace iónico no es sino un enlace en el que la diferencia de electronegatividad es muy grande mientras que en el covalente consideramos electronegatividades parecidas. Esto tiene consecuencias importantes en sus propiedades por lo que se suelen separar en dos tipos pero su fundamentación teórica es la misma. Pedimos al alumnado que pongan dos átomos con la misma electronegatividad y observen los distintos parámetros. Después deben ver qué pasa cuando uno es más electronegativo (véase Figura 8), cuál tiene carga parcial positiva, cuál negativa, hacia dónde apunta el momento dipolar y qué variación hay en la distribución de densidad electrónica.

### Figura 8

*Polaridad en molécula diatómica.*



*Nota.* [Enlace al simulador](#)

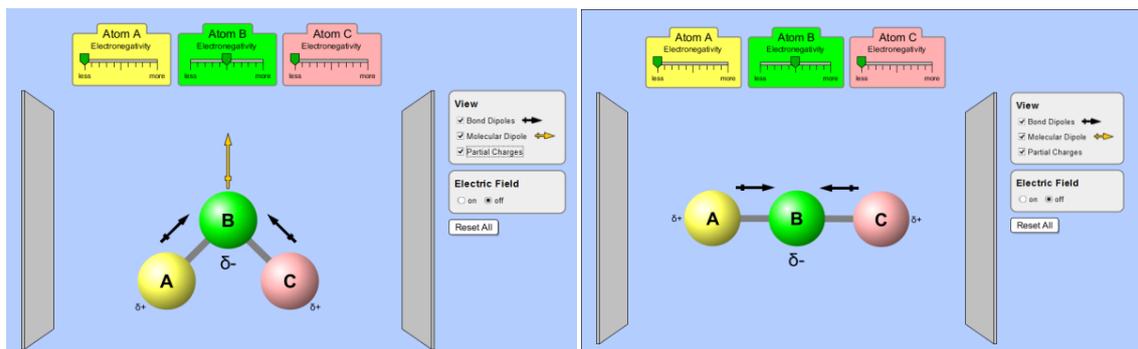
Después cambiamos de pestaña a la de tres átomos. Los parámetros son los mismos solo que ahora la posición en la que colocamos los tres átomos se vuelve relevante en la polaridad de la molécula (véase Figura 9). Si ponemos A y C con la misma electronegatividad y B con una mayor podemos ver en naranja una resultante que representa la polaridad. Se pide a los alumnos que muevan los átomos para que esa flecha se anule (posición lineal)

Posteriormente en la tercera pestaña se ve la geometría de algunas moléculas conocidas. De relevancia observar la diferencia de  $O_2$  y HF así como de  $H_2O$  y  $CO_2$ . A continuación se explica que sustancias polares se disuelven en disolventes polares como el agua y sustancias no polares se disuelven en sustancias no polares. Para acabar se propone un ejercicio en el que tienen que mirar la geometría del  $NH_3$ ,  $CH_4$  Y  $BH_3$  y decir si se disolverán en agua o no.

Esta actividad no se realizó en el prácticum como se está planteando en el TFM por falta de tiempo. Aunque si se les preguntó sobre las tres últimas moléculas en base al simulador pero los resultados no fueron los esperados y tuvieron dificultades ejecutando el simulador desde casa. Se les pidió que mirasen en el simulador dichas moléculas y dijeran si son polares así como si se disolverían en agua. La respuesta de una alumna se muestra en la Figura 10. Comentaremos en conclusiones algunas de sus respuestas y a qué pudieron deberse.

**Figura 9**

*Momentos dipolares y polaridad en moléculas triatómicas.*



**Figura 10**

*Producción de un alumno tarea sobre polaridad de la molécula.*

**2)A) Observa las moléculas de amoníaco, metano y borano. Justifica si se trata de moléculas polares a partir de su dibujo. bien**

NH<sub>3</sub> POLAR, porque no hay simetría entre los hidrógenos y tiene 2 electrones libres el nitrógeno

CH<sub>4</sub> NO POLAR, aunque tiene enlaces polares no es polar porque su geometría hace que los enlaces se anulen entre sí. hablamos de dipolos permanentes entre dos átomos. estos se anulan por su geometría y por eso la resultante es nula y la molécula es no polar

BH<sub>3</sub> NO POLAR. porque hay simetría en los hidrógenos y el boro tiene una electronegatividad menor al hidrógeno por lo tanto la suma es nula

**B) ¿Cuál de estas sustancias tendrá una mayor temperatura de ebullición y por qué?**

El NH<sub>3</sub> tendrá la temperatura de ebullición mayor ya que además de las fuerzas de Van der Waals, tiene puentes o enlaces de hidrógeno lo que crea fuerzas mucho más intensas y difíciles de romper. bien

**C) ¿Cuáles de ellos son solubles en agua?**

El NH<sub>3</sub> es soluble en agua porque polar se disuelve en polar. agua y amoníaco lo son

El CH<sub>4</sub> no es soluble porque es no polar bien y es gaseoso a temperatura ambiente

El BH<sub>3</sub> tampoco es soluble por la misma razón.

cuidado. el estado gaseoso no es motivo. Podemos disolver un gas en agua. El amoníaco a temperatura ambiente también es gaseoso pero lo que compramos para limpiar es amoníaco en agua.

*Nota.* En negro se muestra la producción de la alumna y en verde la corrección.

#### *Actividad 5. Fuerzas intermoleculares en la naturaleza*

Tras dar la sesión 5 en la que se explican las fuerzas intermoleculares pediremos a los alumnos y alumnas como tarea en casa que busquen la respuesta a tres preguntas explicando toda la teoría necesaria para justificar el fenómeno que hemos dado en la clase. Para tener una evaluación formativa y ver si están aprendiendo los conocimientos impartidos se les hará entregar esta tarea aunque se hará en el comienzo de la siguiente clase una puesta en común de la información recogida. Las preguntas son las siguientes:

1. ¿Por qué el gecko y las salamandras se agarran a la pared? ¿Se puede agarrar a una sartén?
2. ¿Hay fuerzas intermoleculares en el ADN? Explica cuándo se dan estas fuerzas.

3. ¿Por qué el hielo flota en el agua? ¿A qué se debe? Debes emplear lo aprendido en clase para explicarlo.

Esta actividad no fue llevada a cabo en el prácticum pero bajo el pretexto de que una de mis alumnas me preguntó para qué servía estudiar todo esto considero apropiado añadirla. Además entre los estándares del currículo se indica que el alumno sepa “justificar la importancia de las fuerzas intermoleculares en sustancias de interés biológico”. Esta sería una de las mejoras aplicadas a la propuesta didáctica.

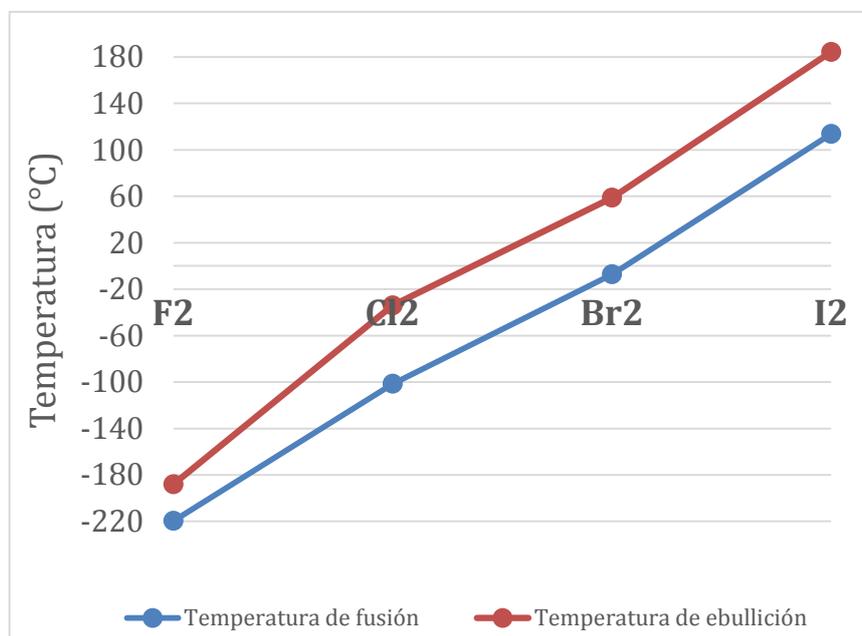
#### Actividad 6. Ficha 3. Interpretación de gráficos.

En la sesión 6 en grupos tienen que realizar la Ficha 3 añadida a ANEXO IV. En esta ficha de ejercicios se muestran tres gráficos que tienen las temperaturas de fusión y ebullición de distintas sustancias covalentes moleculares. Se les pide identificar su estado de agregación a temperatura ambiente, identificar las fuerzas intermoleculares y dipolos presentes en cada sustancia y utilizarlo para justificar las diferencias en la temperatura de ebullición y fusión.

En el primer gráfico tenemos  $HCl$ ,  $H_2S$ ,  $PH_3$ , y  $SiH_4$  cuya temperatura de fusión disminuye en el orden que se han mencionado. Aquí tienen que identificar que son varios elementos los que intervienen en la molécula y por lo tanto habrá dipolos permanentes. El alumnado tiene que calcular la diferencia de electronegatividad entre el hidrógeno y el otro elemento para hacerse una idea de cuál presentará fuerzas dipolo-dipolo mayores. Esto justifica el caso del  $HCl$  y el  $H_2S$ . Sin embargo, con este criterio la temperatura de ebullición del  $SiH_4$  debería ser mayor a la del  $PH_3$ . Esto se debe a la geometría y polaridad de la molécula aunque no buscamos que el alumno llegue a esta conclusión ya que hemos estudiado la polaridad pero no cómo saber la geometría de una molécula. Podrían buscarla en internet.

#### Figura 11

Gráfico empleado en el aula para trabajar las fuerzas intermoleculares.



En el segundo gráfico las moléculas son  $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$  e  $I_2$ . Tenemos moléculas diatómicas elementales por lo que no hay dipolos permanentes. Las fuerzas presentes serán dipolo instantáneo-dipolo inducido. Aquellos elementos de mayor tamaño más tienden a formar dipolos instantáneos y por lo tanto mayor fuerza de interacción entre moléculas. De ahí que el yodo sea sólido y el bromo líquido mientras que el flúor y el cloro son gaseosos a temperatura ambiente. Se muestra este gráfico en la Figura 11.

La tercer gráfica es algo más compleja ya que se deben considerar enlaces de hidrógeno, fuerzas dipolo-dipolo y dipolo inducido-dipolo instantáneo para llegar a la justificación. El amoniaco presenta enlace de hidrógeno. En el caso de los otros tres presentan ambas fuerzas de Van der Waals pero son las dipolo-inducido las que tienen mayor influencia ya que nos movemos en el mismo grupo de la tabla periódica y conforma bajamos aumenta considerablemente el tamaño y número de electrones en la corteza.

Esta actividad fue complicada para los alumnos al punto de que tuve que guiarlos mucho. La mayor dificultad es entender la relación entre fuerzas intermoleculares y estado de agregación. En un principio no fui consciente de que no relacionaban la teoría cinético-molecular con la magnitud de estas fuerzas. Quizás se debería plantear en la evaluación inicial una pregunta sobre los estados de agregación y la teoría cinético molecular. Podría tratarse de un conocimiento no asentado y por ello no son capaces de recurrir a él como justificación. En la prueba escrita final se hizo una pregunta parecida a los gráficos. Se verá posteriormente.

### *Actividad 7. Kahoot de propiedades del enlace iónico*

Como se ha comentado no buscamos hacer una distinción drástica entre los distintos enlaces. Los enlaces iónicos y covalentes no dejan de ser ambos una compartición de electrones solo que en el enlace iónico la fuerza de atracción de un átomo es mucho mayor y se suele hablar de cesión e iones. El planteamiento para dar el enlace iónico es partir de esto, y habiendo estudiado el enlace covalente previamente se puede concluir en el aula que las fuerzas implicadas son mayores que en el enlace covalente. Se va a pedir a los distintos grupos que reflexionen sobre las propiedades que tendrán las sustancias con enlace iónico. Después, para darle un carácter más competitivo y motivacional, se comprobarán sus hipótesis haciendo uso de Kahoot. Además, el motivo de emplear Kahoot está basado en la propia opinión de los alumnos a los que pasé una encuesta y muchos lo consideraron uno de los aspectos más positivos.

Algunas de las conclusiones esperadas serían que como el enlace es más fuerte y hay más diferencias de carga el estado de agregación será sólido a temperatura ambiente y sus temperaturas de ebullición y fusión más altas que para los enlaces covalentes. Otra conclusión debería ser sobre su solubilidad; si el agua disuelve compuestos polares, el enlace iónico no es sino un caso extremo de enlace con momentos dipolares muy grandes por lo que se disolverá. Otras cuestiones como la dureza y fragilidad quizás sean más difíciles aunque la propia experiencia de cocinar con sal puede dar una pista sobre estos datos. Sobre la conductividad es de esperar que al igual que el enlace covalente no lo haga. No se espera que deduzcan que conduce disuelto o fundido.

### *Actividad 8. Cristales en realidad aumentada*

En las sesiones 7, 8 y 9 se van a ver las sustancias covalentes reticulares y los enlaces iónico y metálico que dan lugar a estructuras gigantes (no lo llamamos cristales por los motivos dados en el apartado de dificultades de aprendizaje).

Se va a hacer uso de realidad virtual 3D para visualizar estas estructuras. La aplicación empleada es Scope Aumentaty que detecta con su cámara lo que denominamos un marcador (una imagen) y entonces reproduce en la pantalla del móvil una figura en 3D asociada. El comportamiento es similar al del conocido juego Pokemon GO. Las imágenes 3D han sido importadas en Aumentaty por mí y cogidas de 3dchem.com. Con ella se visualizarán los alótropos del carbono (diamante, grafito, c60, c70) y otras sustancias de interés como el yodo (enlace covalente, pero fuerzas intermoleculares de van der Waals) o la sal común (enlace iónico). Se muestra un ejemplo en la Figura 12. Los alumnos necesitan descargar la App en el móvil y buscar el proyecto “Enlace químico” que he elaborado. Con él ejecutado podrán visualizar las imágenes de realidad ampliada presentadas para la actividad.

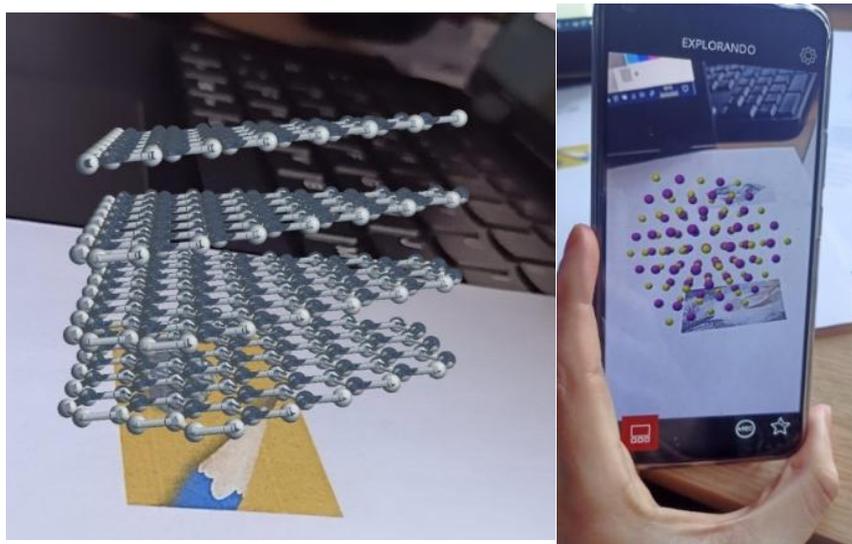
El objetivo es discutir la formación de las distintas estructuras y sus propiedades a partir de estas. Por ejemplo, ver cómo las capas del grafito son carbonos ligados por enlace covalente, pero entre capas hay fuerzas de Van der Waals además de notar que en el grafito un carbono

comparte electrones con otros 3 y el grafito con 4 y las propiedades físicas que conlleva esto (el grafito conduce electricidad y el diamante no). Se explicará el funcionamiento de la App al comenzar la unidad didáctica. Aunque tenía la actividad preparada no se pudo llevar a cabo en el prácticum.

El uso de realidad aumentada en otros centros ha demostrado que “enriquece la experiencia del aprendizaje” y “aumenta de la motivación del alumnado y mejora su acción formativa” (Rivadulla López & Rodríguez Correa, 2020). Roqueta Buj (2017) hizo empleo de la realidad aumentada para la misma unidad didáctica que la que se plantea en esta actividad.

### Figura 12

*Uso de realidad aumentada para visualización de grafito y sal común.*



### Actividad 9. Ductilidad y maleabilidad

Cuando era alumno este tipo de conceptos se me hacían confusos y los confundía. Se emplean habitualmente para definir las propiedades del enlace metálico como característica opuesta a la fragilidad que presentan en los enlaces iónicos y covalentes. Se define maleabilidad como “una propiedad del material que permite su descomposición o deformación y extenderse en finas láminas, sin que el material se rompa, como es el caso del aluminio que se puede convertir en papel de aluminio y, puede ser utilizado para diferentes fines”. Y no debe confundirse con elasticidad en la que un material vuelve a su forma original. Solemos hablar de presión y compresión.

Tradicionalmente se habla de ductilidad como la capacidad para formar hilos a partir de un material. En este caso hablamos de fuerzas de estiramiento. Esta es la propiedad opuesta a la fragilidad. Los metales en general cumplen con ambas propiedades aunque existen materiales que solo cumplen con una de las dos. Es por ello que es importante diferenciarlas. En clase se disponen de distintos materiales para ejemplificar ambas propiedades y comentar si están presentes. Para ello vamos a usar un clip, papel de aluminio, una barra de silicona y plastilina.

En el caso de la barra de silicona si nos ponemos guantes y una persona estira de cada extremo observaremos que aumenta su longitud y el diámetro se estrecha. Esto es la ductilidad.

Si intentamos lo mismo con la plastilina se rompe por lo que la plastilina no es dúctil. Sin embargo, podemos prensarla y tratar de formar láminas (maleabilidad). Además, podemos darle la forma que queremos y no vuelve a su estado original. Presenta plasticidad. Véase Figura 13.

El clip es un metal ya en forma de hilo por lo que podemos concluir que es dúctil. Además, ha sido deformado e incluso el alumno puede deshacerlo y convertirlo en forma lineal por lo que es plástico y no es elástico.

La idea de la actividad no es que aprendan una definición de cada palabra sino que se comprenda que distintas fuerzas (estirar, comprimir, torcer) van asociadas a distintas propiedades y que un material puede ser sometido a una de ellas sin romperse y otros no. Así como algunos recuperan su forma original al dejar de aplicar la fuerza y otros no. También se puede hacer uso de una goma para ver la elasticidad. Esta actividad si estaba pensada para realizarse en el aula y compré el material aunque no pude llevarla a cabo porque no me dio tiempo a ver el enlace metálico en el prácticum.

#### *Actividad 10. Práctica de laboratorio.*

Esta actividad es probablemente a la que más tiempo he dedicado en el máster. Ya a comienzos del segundo cuatrimestre la planteé en la asignatura de Innovación para después llevarla a cabo y realizarla junto a una compañera en los laboratorios de la Facultad de Educación. En ella diseñamos toda la actividad con sus objetivos, guiones para el alumno y el profesor. No obstante, en el contexto de centro que estuve esta práctica tuvo modificaciones para poder realizarla.

#### **Figura 13**

##### *Estudio propiedades mecánicas de una pieza de plastilina*



La práctica consiste en el estudio de las propiedades físicas de la materia asociadas a su enlace químico y está pensada para realizarse en grupos en una sesión. Los estándares de aprendizaje del currículo hacen especial mención a que una práctica de este estilo se lleve a cabo: “*Diseña y realiza ensayos de laboratorio que permitan deducir el tipo de enlace presente en una sustancia desconocida.*” En concreto nos centramos en la conductividad eléctrica y su solubilidad en agua. Como ya hemos visto toda la teoría, inicialmente los alumnos realizarán sus hipótesis sobre qué tipo de enlace forman las sustancias y las propiedades que tendrán. La práctica se llevó a cabo con compuestos covalentes (Azufre ( $S_8$ ), Glucosa ( $C_6H_{12}O_6$ ), Yodo ( $I_2$ ) y agua destilada), iónicos (cloruro de sodio ( $NaCl$ )) y metálicos (hierro ( $Fe$ ), Aluminio ( $Al$ ) y Cobre ( $Cu$ )). Después se hace la práctica en la que comprobamos si nuestras hipótesis son ciertas.

Para medir la conductividad se dispone de un circuito eléctrico conformado por una pila de petaca, cables, una bombilla y un amperímetro. La bombilla nos da una información más cualitativa mientras que el amperímetro nos da valores. No obstante, si pensamos en un aula con el alumnado dividido en grupos seguramente no habrá amperímetros para todos como pasó en mi caso. Cuando yo trasladé la práctica al centro compre los materiales por lo que también tuve que economizar los materiales empleados. Salió a 23 euros el material para 4 puestos de trabajo. Solo pude hacer uso de sal, azúcar, hierro, grafito y agua destilada. Y el

circuito consistía en un portapilas de dos pilas (3V) y un diodo LED de umbral de 2,4 V. En la Tabla 4 se muestra una comparativa de los materiales. Considero que para la práctica disponer de azufre o yodo sería mejor ya que sino de ejemplo covalente molecular solo tenemos el azúcar que es un compuesto orgánico y su molécula es demasiado grande para la interpretación del alumnado de 4º de ESO. Además, considero importante tener una muestra de enlace covalente molecular que se disuelva en agua como el azúcar pero otra que no como pasa con el yodo y el azufre. En el caso del azufre o el yodo al tenerlo en polvo quizás los alumnos crean que se va a disolver y considero que este es el punto principal en el planteamiento de hipótesis, que se basen en lo estudiado y no en la intuición que los lleva a fallar en sus predicciones. Lo mismo se aplica al metal empleado, si el hierro puede estar en polvo es preferible.

Primero, se va a estudiar la conductividad y los alumnos tienen que tocar con dos extremos del circuito los materiales y si conducen la electricidad la bombilla se encenderá con mayor o menor intensidad. Si no conduce no se enciende. Si se quisiera tener valores más cuantitativos, con el amperímetro, debemos fijar la distancia entre los dos electrodos que vamos a introducir en el agua. Esto supondría una complicación en el montaje del circuito.

**Tabla 4**

*Material del que se dispuso para hacer la práctica.*

Facultad de Educación	IES La Puebla de Alfindén
	

Después observamos su solubilidad en agua, se echa una pequeña muestra de cada material en un vaso de precipitados distinto y vertimos el agua destilada para ver si se disuelve o no. Tras cada medición hay que ir preguntando al alumno que han observado, a qué se debe y si coincide con lo que esperaban inicialmente.

Posteriormente mediremos la conductividad del agua en la muestra que se ha disuelto y comprobamos que conduce. Con estos materiales solo el agua y la sal se habrán disuelto

siendo únicamente en este último caso en el que el agua conduzca electricidad. La práctica está pensada para ser guiada con una serie de preguntas que se formulan en un guión. El guión con producciones de un grupo se muestra en la Figura 16. Tuvo que ser adaptado ya que no habíamos visto todo el temario aún. Al alumnado se le evalúa en base a sus anotaciones en el guión y a su comportamiento y participación en laboratorio. Para esto último se hizo uso de la rúbrica del ANEXO V.

Tras el periodo de prácticum mi compañera y yo tuvimos que exponer esta actividad al resto de la clase. Para entonces queríamos explorar más el potencial de la práctica y planteamos una serie de posibilidades extra aunque solo una de ellas la pudimos llevar a cabo por el tiempo. Estas posibilidades me parecen una buena idea para que el alumno lleve a cabo su propio proyecto de investigación. Es por ello que se han dispuesto de dos horas más de laboratorio en esta propuesta didáctica.

Cuando se llevan a cabo trabajos prácticos es muy común hacer uso de “*recetas*” que los alumnos siguen sin aplicar lo aprendido. Además muchas veces las prácticas solo se usan como herramienta para comprobar la teoría (López Rúa & Tamayo Alzate, 2012). Hablamos de investigaciones cuando queremos que el alumno se ponga en el papel de un científico de verdad y sea capaz de aprender conforme lleva a cabo la práctica. Esto es lo que buscamos con la siguiente actividad.

#### *Actividad 11. Pequeños proyectos de investigación. Exposición.*

Esta actividad consiste en profundizar en la práctica de laboratorio ya realizada centrándonos en una propiedad o material en concreto. Se les ofrece a los grupos la posibilidad de escoger entre distintas opciones y después dispondrán de dos sesiones para tomar medidas y preparar una pequeña exposición para el resto de sus compañeros. Las propuestas que se me ocurrieron acabando el máster son las siguientes:

- **Grafito.** El grafito es el material que más juego de si da de los planteados en la práctica. El primer motivo es que disponemos de él en forma de sólido de una proporción considerable lo que nos permite no solo ver la conductividad y solubilidad sino también que es blando y frágil. Además, sus propiedades distan de las del resto de sustancias covalentes reticulares como el cuarzo y el diamante por lo que se puede investigar sobre el motivo y comparar la estructura de su cristal. El grafito son capas formadas por enlace covalente pero sus capas interaccionan con fuerzas de van der Waals. También la estructura del grafito tiene los pares de electrones compartidos más deslocalizados por lo que conduce electricidad. Para continuar el grafito se usa en dibujo pero existen muchos tipos de lapiceros ya clasificados en función de su dureza (...2H, H, HB, F, B, 2B, 3B...). Además cuanto más blando más conduce (grafito). Sin embargo al añadirle impurezas se vuelve más duro y también conduce menos. Para visualizar la conductividad en distintos grafitos sería necesario el uso de resistencias o distintos voltajes en el circuito eléctrico.
- **Agua.** Hemos visto que el agua destilada no conduce; sin embargo somos conscientes de que nos podríamos electrocutar en la bañera si nos caer un dispositivo eléctrico. Esto debe relacionarse con lo ya visto en la práctica: cuando disolvemos un enlace iónico el agua con sal disuelta conducía. A partir de esto, se puede plantear la medida de conductividad de distintas aguas: agua destilada, agua del grifo, agua mineral, agua del río en zona de la montaña y agua del Ebro a la altura de Zaragoza. En un estudio para medir la concentración de determinados componentes en el agua del río Ebro debido de las rocas que erosiona se medía la conductividad en varios puntos. En la zona del pirineo es mucho menor a la de la altura de Zaragoza. Además esta medida de conductividad en agua no deja de ser el principio del funcionamiento de un pH-metro por lo que tiene especial interés. En el máster con mi compañera hicimos medidas del agua del grifo y del río Ebro en Zaragoza. Es necesario emplear un amperímetro y fijar la distancia de los electrodos para apreciar diferencias de corriente.

- Solubilidad y polaridad. Ya que se ha trabajado este tema podemos trabajarlo en teoría. No obstante debemos seguir adaptándonos a lo que sabemos ya que nos acercamos a contenidos de Bachillerato. Podemos plantear distintos líquidos y ver si se mezclan. Por ejemplo, se puede hacer uso de alcohol, aceite, acetona y agua destilada (véase Figura 14). Dependiendo de cómo de polares sean se disolverán o no y en mayor o menor proporción. El aceite y la acetona aunque no son estrictamente apolares son buenos ejemplos ya que su polaridad es mucho menor a la del agua. Además, conseguir un disolvente apolar en un centro es más complicado y peligroso de manejar. Se puede tratar de ver la mezcla entre ellos así como introducir los materiales previamente vistos en estos líquidos y ver si se disuelven más o menos. El yodo que no se disuelve en agua porque es apolar pero sí que reacciona con la acetona. También se puede tratar de cuantificar la solubilidad. Podemos coger un mismo material como la sal y ver cuántos gramos de esta se disuelven a temperatura ambiente en un volumen constante de los distintos líquidos. La acetona y el aceite disuelven peor la sal que el agua.

**Figura 14**

*Pruebas de mezcla de acetona, aceite y agua y disolución de sal.*



La idea de esta actividad es plantear a los alumnos que traten de mirar en estos compuestos las mismas propiedades (conductividad y solubilidad) de los distintos materiales y guiarlos para llegar a la conclusión de que existe un problema o fenómeno que está sucediendo y aún no son capaces de explicar. Partiendo de esto, tendrán que tratar de buscar la información necesaria para justificar lo que han observado, ya sea la fórmula de las moléculas de los líquidos, que se le hace al grafito para cambiar su dureza o la constitución de las rocas y tierras por las que pasa el cauce del río. Dado que cada grupo habrá hecho investigaciones diferentes se considera oportuno que en lugar de entregar un trabajo escrito se evalúe que expongan a sus compañeros la investigación que han llevado a cabo. Se tendrá en consideración tanto la expresión oral como el contenido de la exposición y el lenguaje específico empleado.

**g) Análisis de los resultados de aprendizaje. Análisis crítico y propuestas de mejora.**

Esta propuesta didáctica fue llevada a cabo parcialmente en el prácticum. Como se puede ver en la secuenciación está pensada para 15 sesiones (incluyendo repaso y examen) y eso implica 5 semanas. El prácticum tuvo una duración de 5 semanas de las que pude dar clase 7 sesiones (5, al tener en cuenta el repaso y el examen). Esto se debió a que no habían acabado la unidad didáctica anterior cuando llegué, que tuvieron examen PISA y una excursión,

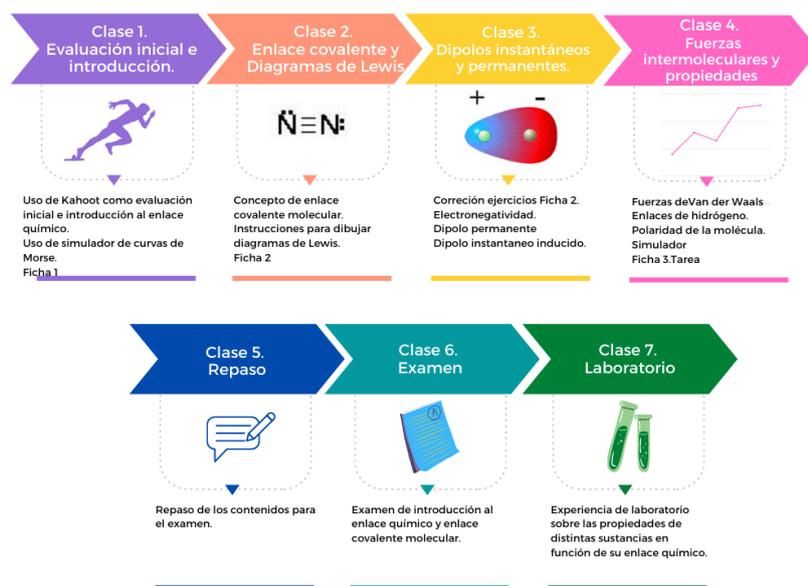
teniendo en cuenta además el periodo vacacional de Semana Santa. La temporalización en las prácticas se puede ver en la Figura 15. Si la comparamos con la propuesta en la figura 5 lo más notable es que no se impartieron las estructuras gigantes. Se impartió el temario hasta las fuerzas intermoleculares. Es por ello que no todas las actividades se llevaron a cabo a pesar de que las tuviera diseñadas o no se llevaron a cabo como esperaba, como es el caso de los simuladores. Las clases perdidas en medio de la semana considero que no ayudan al alumnado a seguir adecuadamente el temario ya que en muchas ocasiones pierden el hilo de lo que se dio en la clase anterior. Hay que considerar que solo son tres sesiones semanales y si se suprime una de ellas el alumno puede llegar a estar 5 días entre una clase y la siguiente y esto fuerza la necesidad de realizar repasos constantemente. Si a esto le añadimos la Semana Santa como semana cercana a estos sucesos el alumnado tiene una menor predisposición al estudio porque la semana previa piensa en las vacaciones y en la posterior no termina de reconectar. En este aspecto creo que el calendario del prácticum podría optimizarse y mejorar en su planteamiento. Además desde la observación, la mayoría de los docentes del centro intentaban cuadrar el calendario para acabar la unidad didáctica justo antes de las vacaciones y poder empezar una nueva después para evitar todo esto. Como alumnos de prácticas que suceda ha sido inevitable. No obstante, los festivos es algo que tendré en cuenta como futuro docente en la temporalización de la programación didáctica.

Por otro lado otras actividades como la 5 y la 11 se han añadido a esta propuesta para este trabajo. Para este apartado vamos a analizar los resultados de aprendizaje de los alumnos con las actividades que llevamos a cabo y la evaluación final que se les hizo.

Empezando por las fichas cabe destacar que las fichas 1 y 2 las realizaron con facilidad y no supusieron un gran problema para ellos. Respecto a la ficha 3 el alumnado presentó una mayor dificultad. Como se ha comentado anteriormente, les cuesta ver la relación entre fuerza intermolecular y el estado de agregación. La clase de repaso previa al examen tuvo que ser dedicada prácticamente todo el tiempo a volver a explicar las fuerzas intermoleculares. Debido a ello en esta propuesta se le ha dedicado una sesión extra con esa actividad 6 añadida como motivación o para que vean la utilidad de lo que están estudiando en el momento.

**Figura 15**

*Temporalización de la unidad didáctica impartida en el prácticum*



Respecto a los dos simuladores empleados, el de la curva de Morse lo proyecté y expliqué y no hubo gran problema en su comprensión aunque tal y como se propone en esta propuesta didáctica preferiría que ellos manejaran el simulador y sacaran sus conclusiones. El segundo simulador no se pudo desarrollar como se esperaba por la falta de tiempo. Si que les expuse el  $CO_2$  y el  $H_2O$  para explicarles la solubilidad y luego les pedí una tarea en Classroom que es

la de la Figura 10. Las respuestas de la tarea fueron en general buenas aunque noté ciertas dificultades ya que no controlan conocimientos en vectores para ver si los momentos dipolares se anulan. Además, en algunos casos como el mostrado hay indicios de que han buscado en Google si la molécula es polar o no en lugar de mirar el simulador. Además, relacionan simetría con no polaridad y eso es incorrecto. Esta actividad requiere más tiempo y por ello en la propuesta se añade una sesión de informática como posible mejora. No obstante, considero que habría que llevarla a cabo y volver a analizar los resultados. Quizás sea demasiado compleja y se deba considerar suprimirla. La polaridad de las moléculas se da en Bachillerato donde se extrae la geometría pero yo inicialmente vi necesario tratarla sin calcular las geometrías ya que no disponen de conocimientos vectoriales y espaciales suficientes pero si se les pide conocer la propiedad de solubilidad en agua. En este ejercicio se les pidió junto al gráfico 3 de la Ficha 3 y las calificaciones tuvieron una media de 6,66. Un alumno no hizo la entrega.

**Figura 16**

*Guion de prácticas de laboratorio rellenado.*

**Propiedades de los enlaces químicos: Solubilidad y conductividad.**

En esta práctica de laboratorio vamos a estudiar algunas propiedades de los enlaces químicos. Disponemos de 5 sustancias, pero no sabemos que enlace químico forman. Con vuestro grupo debéis decidir si se trata de un enlace iónico, un enlace metálico, un enlace covalente molecular o una sustancia covalente reticular.

1) Escribir qué tipo de enlace creéis que hay en cada caso. Justificarlo.

Agua	Enlace covalente molecular por que es la unión de hidrogeno y oxigeno que son dos no metales.
Grafito	Enlace covalente reticular por que esta hecho solo de carbonos.
Hierro	Enlace metálico por que se unen atomos de hierro que son todos metales.
Azúcar $C_6H_{12}O_6$	Enlace covalente molecular.
Sal NaCl	Enlace iónico por que se unen el sodio que es metal y el cloro que es no metal.

2) En la siguiente tabla se recogen las propiedades de las distintas sustancias químicas, pero no está completa. Vamos a tratar de rellenarla con el material disponible en laboratorio.

Propiedades	Compuestos			
	Iónicos	Sust. covalentes reticulares	Moléculas	Metálicos
Estado de agregación	Sólido	Sólidos	líquidos, sólidos, gases	Sólidos
Temp. de fusión y ebullición	altas	Muy altas	bajas	Medias-altas
Dureza	Duros	Muy duros	blando	Duros
Fragilidad	tenaz	Frailes	frágil	tenaz
Solubilidad en agua	si	NO	solo pocos	NO
Conductividad eléctrica	Si	La mayoría no la conducen	NO	si

3) Sabiendo el tipo de sustancia que es el grafito y pudiendo manipularlo en laboratorio compárala con las propiedades de la tabla. ¿Crees que coinciden? ¿Por qué?

SI  
NO!  
- la dureza no coincide por que al escribir se raya  
- si que conduce la electricidad por que el grafito tiene electrones deslocalizados.

4) Justifica las propiedades del enlace iónico.

- es sólido por que tiene atomos metálicos.  
- tiene altas T. por que sus cristales son grandes.  
- por que son metales son duros  
- es tenaz por que tiene atomos metálicos  
- si  
- si, por que tiene electrones libres.

5) En un estudio se midió la conductividad del agua del río Ebro en varios puntos. Los resultados muestran que la conductividad eléctrica en Zaragoza es 10 veces mayor a la conductividad eléctrica del agua en Jaca, en el Pirineo. Con lo visto en laboratorio, trata de justificar estos resultados.

por los sedimentos -> sales que se llevan desde que hace el río hasta que llega a Zaragoza.

↳ conduce solo si se disuelve en agua

Respecto a la práctica de laboratorio, se evaluó tanto su trabajo en grupo, su actitud en laboratorio como los conocimientos y destrezas mostrados. Para ello se empleó una rúbrica (véase Anexo VI) y una ficha con cuestiones a contestar. Se muestra la ficha de uno de los grupos en la Figura 16. En el caso de este grupo sus anotaciones son correctas. La actividad fue útil para afianzar conceptos y nos permitió introducir el enlace iónico. Se observa que la propiedad de fragilidad no está bien comprendida y consideran su opuesto tenaz. Desconozco de dónde sale este concepto porque en las clases no se ha empleado. Además hablan de tenacidad porque en el enlace hay átomos metálicos. Me hubiera gustado disponer de más tiempo para poder discutir las anotaciones que iban haciendo y hacer puestas en común de los distintos grupos. La práctica no debe limitarse a su realización sino que es necesaria una

reflexión posterior sobre lo que nos ha aportado y lo que no, para así replantear la propuesta didáctica y con ello, conocer en mayor detalle cómo mejorar la implementación de la misma.

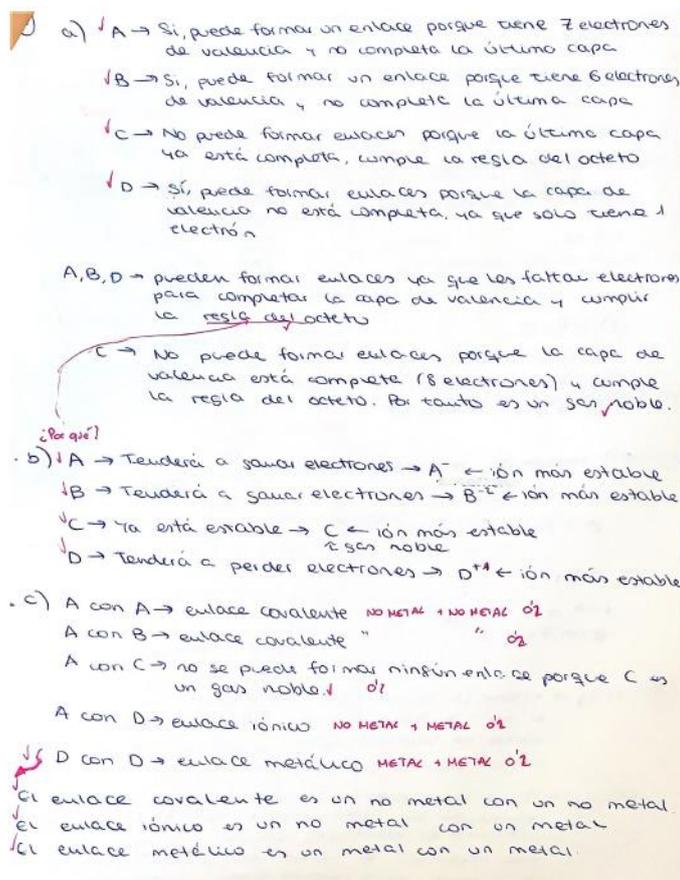
Hay que considerar que la práctica de laboratorio se realizó sin haber dado las propiedades del enlace químico y metálico por lo que la propia práctica requería averiguar estas propiedades con el material y posteriormente verían en clase su justificación. En ese aspecto la que era una actividad inicialmente planteada para consolidar las propiedades de los enlaces y visualizarlo pasó a tener un carácter más introductorio en el prácticum. En la hoja rellena podemos ver que se respondió correctamente aunque considero que se podrían haber tratado con mayor detenimiento y profundidad e incluso plantear ese pequeño proyecto de investigación que se ha considerado en esta propuesta didáctica.

Por último, se evaluó su aprendizaje por medio de una prueba escrita del temario dado. En este caso, hasta el enlace covalente y fuerzas intermoleculares. Se les hizo preguntas de todo y de distinta dificultad (véase el enunciado en el ANEXO V). La primera pregunta (Figura 17) trataba de identificar que tipos de enlace iban a formar distintos elementos conociendo su configuración electrónica. A excepción de dos alumnos todos respondieron correctamente la pregunta. En el segundo ejercicio (Figura 18) se pedían diagramas de Lewis. Los alumnos en su mayoría fueron capaces de llegar al resultado aunque me faltó algo más de argumentación en su desarrollo. Se limitaron a hacer cuentas y dibujar el diagrama sin mencionar estabilidad, gas noble, regla del octeto etc.

El tercer ejercicio fue sobre temperaturas de ebullición y fuerzas intermoleculares. Todos identificaron el enlace de hidrógeno en el amoníaco aunque la justificación de las otras sustancias relacionada con las Fuerzas de Van der Waals fue un poco peor (véase Figura 19). Claramente esta parte de la unidad es la que más esfuerzo les cuesta y es necesario dedicarle más tiempo.

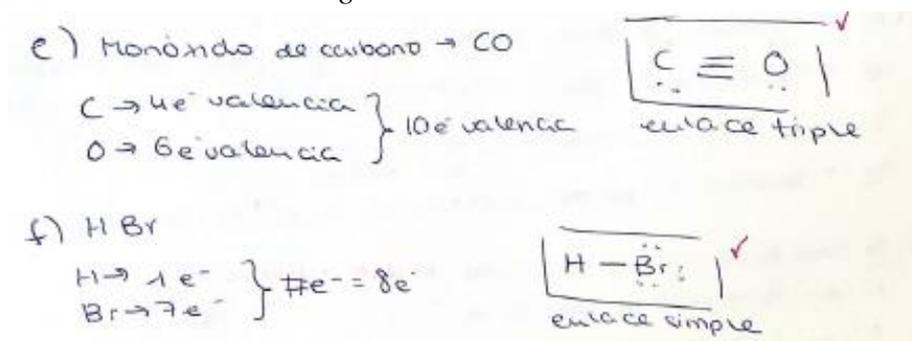
**Figura 17**

*Respuesta de una alumna a la primera cuestión del examen.*



**Figura 18**

Producciones de una alumna de diagramas de Lewis en el examen.



**Figura 19**

Respuesta de una alumna a la tercera pregunta del examen sobre la influencia de fuerzas intermoleculares en la temperatura de ebullición.

③  $\text{NH}_3 \rightarrow$  tiene la temperatura de fusión <sup>y ebullición</sup> más alta porque su enlace tiene es más fuerte ya que tiene fuerza de Van der Waals y enlace de hidrógeno, lo que provoca que tenga mucha más fuerza.

$\text{SbH}_3 \rightarrow$  También tiene la temperatura de fusión y ebullición muy altas porque aunque la electronegatividad es bastante similar a  $\text{AsH}_3$  y  $\text{PH}_3$ , esta molécula es mucho más grande <sup>(1 decena)</sup> en tamaño por lo tanto tiene muchos dipolos instantáneos inducidos que predominan por encima de los dipolos permanentes. Tienen solo fuerzas de Van der Waals.

$\text{SbH}_3, \text{PH}_3, \text{AsH}_3$

Por último, el cuarto ejercicio son preguntas de verdadero o falso que deben justificar en ambos casos. En este apartado algunas de las frases requerían hacer una reflexión y aplicar lo aprendido. Dos alumnos afirmaban que si el aceite y el agua no se mezclan es por su diferencia de densidad (véase Figura 20). Esta respuesta me sorprendió. El resto si lograron hacer alusión a la polaridad de las moléculas. Tanto con esta respuesta como con la de que un gas no se disuelve en agua, puedo concluir que algunos alumnos presentan ideas alternativas sobre la solubilidad que se han introducido previamente cuando estudiaron mezclas y flotabilidad. Es cotidiano que el alumno manipule con sólidos y líquidos y tienen la experiencia de si se mezclan. Solemos hablar de cual flota sobre el otro desde el punto de vista de su densidad pero no profundizamos en el por qué no se han mezclado. Respecto a los gases, estos pueden resultar más abstractos para el alumnado y no tienen por qué saber que se disuelven en agua si no se ha estudiado. Creo que hay ejemplos claros como es el del amoníaco, si sabemos que es gaseoso a temperatura ambiente se puede preguntar al alumno por qué este se compra líquido como producto de limpieza. Otra pregunta que se podría plantear para ver si tienen esta carencia sería de donde obtienen el oxígeno los peces debajo del agua. Los alumnos deberían comprender que cogen oxígeno disuelto en el agua y no oxígenos de la molécula de agua.

Los conocimientos mostrados en el examen fueron buenos y la media fue de 6,87. Suspendió un alumno, aunque esto puede deberse a que faltó mucho a clase en el periodo de impartición. Entre las notas también hubo dos sobresalientes.

## Figura 20

Errores comunes detectados en el cuarto ejercicio del examen

c) Falso, se debe a la diferencia de densidades X

d) Verdadero, porque ~~NO~~ tienen electrones sueltos por los que la electricidad fluye X Al revés

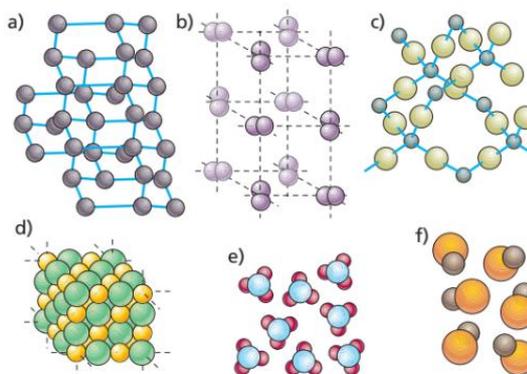
Como resumen, la propuesta didáctica no fue trasladada al prácticum como me hubiera gustado debido a la falta de tiempo. Además, aprendí que lo que consideraba que se podía dar en una clase realmente necesita dos o tres sesiones y eso se ha tratado de considerar en la propuesta ya mejorada a la que también se han añadido más actividades y se les ha intentado darle más peso. El motivo por el que se decide optar por más sesiones y tratar de impartir los distintos conceptos por medio de actividades es evitar el dar mucha teoría de golpe que el alumno va a tratar de memorizar y luego no recordará. Si le dedicamos más tiempo y va vinculada a una actividad con la que lo van a asociar el aprendizaje será más significativo. Habría que volver a trasladar esta nueva propuesta al aula para ver si logramos una mejor comprensión del alumnado del temario así como una mayor motivación e interés. En caso de haber dado todo el temario se tenía pensada otra pregunta para el examen cogida del libro de Oxford y relacionada con la práctica de laboratorio y la diferencia entre los distintos enlaces:

5) En un experimento de laboratorio se han recogido los datos mostrados en la tabla de 4 sustancias.

a) Justifica qué tipo de sustancia es cada una.

b) ¿Qué estructura asignarías a cada sustancia?

SUSTANCIA A	SUSTANCIA B	SUSTANCIA C	SUSTANCIA D
Sólida, formada por la unión de átomos de un mismo elemento.	Sólida, formada por la unión de dos elementos diferentes.	Sólida, formada por la unión de dos elementos diferentes.	Sólida, formada por la unión de dos elementos diferentes.
Bajos puntos de fusión y ebullición.	Elevado puntos de fusión y ebullición.	Bajos puntos de fusión y ebullición.	Elevado puntos de fusión y ebullición.
Se disuelve en tetracloruro de carbono.	No es soluble en agua.	No es soluble en agua.	No es soluble en agua.
No conduce la corriente eléctrica.	No conduce la corriente eléctrica.	No conduce la corriente eléctrica.	No conduce la corriente eléctrica.



## IV. CONSIDERACIONES FINALES

En este Trabajo de Fin de Máster he tratado de reflejar un resumen de todo lo aprendido durante este curso. Cuando comencé no era consciente de que me faltaban tantas cosas por aprender y las distintas asignaturas me lo han mostrado. Considero que algunas asignaturas han sido de mayor utilidad y se han podido aprovechar más. Por ejemplo, en varias asignaturas del primer cuatrimestre tuvimos que diseñar programaciones didácticas pero no habíamos aprendido todo lo que vimos en el segundo cuatrimestre sobre innovación, investigación y diseño de actividades. Por otro lado, creo que tanto yo como mis compañeros nos hemos apoyado mucho en el currículo para determinar el nivel y los conocimientos que un alumno o alumna tenía pero cuando hemos llegado al prácticum no terminaban de coincidir. Creo que estos son unos detalles muy importantes, dado que muchos de los trabajos realizados previamente podrían haber sido mejor elaborados con mayor concreción, si desde el principio hubiéramos podido acudir como observadores al aula ya en el prácticum I. Desde

mi punto de vista, son los prácticum I y II, las asignaturas en las que más me han aportado en mi aprendizaje como docente. Esto se debe a que observas y trabajas con alumnado directamente y esto dista mucho de lo que esperabas en las clases teóricas. Además, como futuro docente hay muchos aspectos que en otras asignaturas no te enseñan y que van a ser de gran importancia cuando trabaje como profesor como puede ser el funcionamiento de un centro, la distribución de las horas, las guardias, tutorías, las reuniones de claustro y tutores, actuaciones para la convivencia o incluso protocolos de suicidio. Sin embargo, en mi caso ni siquiera pude acudir presencialmente al mismo por el repunte en los casos de Covid por lo que considero que se perdieron todavía más cosas que podría haber aprendido en este periodo.

También considero que es necesario mencionar lo aprendido en asignaturas generales que no son de la especialidad. El alumno o la alumna no deja de ser un individuo con su propio entorno familiar y social que deben ser considerados. Además tiene sus propias preocupaciones y en ocasiones, estudiar no será su prioridad. Estas asignaturas han sido muy importantes a la hora de determinar cómo quería que fuese mi comportamiento en el prácticum y cómo debía tratar al alumnado. Tras el paso por el prácticum, he podido corroborar este aspecto y por ello, salgo del máster con la perspectiva de un modelo de docente que tenga presente en todo momento el contexto y la diversidad del alumnado al que imparte clase. Aunque en la ESO el profesorado esté centrado en una especialidad considero que hay muchos aspectos que nos conciernen fuera de la misma. Mi misión no debe ser únicamente enseñar Física y Química y despertar pasiones por la ciencia; también es nuestra obligación educar en valores y respeto a los alumnos. Jugamos un rol muy importante para lo que es el futuro de nuestra sociedad y por ello debemos ser un buen ejemplo para nuestros alumnos.

Centrándonos en la didáctica de las ciencias experimentales considero que he aprendido mucho a reflexionar sobre el conocimiento que quiero transmitir. En ocasiones me he encontrado con que yo mismo no era capaz de comprenderlo bien, o que cuando estudie el grado de Física tenía ideas alternativas sobre las que he tenido que construir otros conocimientos. En el máster he tenido que reflexionar sobre cómo trasponer el conocimiento que yo tengo de mi especialidad para que el alumnado lo comprenda de la mejor manera posible y a su vez no suponga un conflicto con aquello que podría ver en un futuro. Relacionado con mi propuesta didáctica, considero que el modelo de mar de electrones es un claro ejemplo. Además, en las asignaturas de la especialidad he aprendido a diseñar actividades como ya he mencionado previamente. Otro aspecto a destacar es la evaluación, como alumno que únicamente hacía exámenes haber aprendido toda una variedad de instrumentos de evaluación diferentes que se alejan de la clase tradicional como puede ser Kahoot, las prácticas, un debate, un proyecto de investigación o los one minute paper considero que me ayudará en el futuro. Si tengo que mencionar aquello que considero que he trabajado menos y tengo pendiente para el futuro sería la investigación ya que aunque he conocido distintas técnicas que me permiten hacer una introducción a la investigación no he llevado a cabo una.

Para acabar, el máster también me ha enseñado la importancia de la comunicación con los compañeros y compañeras y del trabajo en equipo. Se han realizado muchos trabajos en grupo en los que aprender distintas formas de plantear un mismo contenido. Además, hemos podido escuchar las actividades y proyectos planteados y llevados a cabo en el prácticum del resto de compañeros. Creo que esto es un aprendizaje increíble ya que entre todos nos hemos dado muchas ideas en distintos ámbitos de Física y Química que algún día podremos llevar a cabo nosotros mismos. En especial agradezco todas aquellas propuestas relacionadas con la química de la que estaba algo más alejado al comenzar el máster y me llevo una mochila llena de ideas gracias a mis compañeros. Esta forma de trabajar me ha parecido muy buena y no es sino un reflejo de cómo un departamento de especialidad debería trabajar en un centro educativo para crear la mejor programación didáctica posible. En ese aspecto, debo agradecer haberlo podido presenciar en mi estancia en las prácticas. Relacionado con todo esto, quería acabar mi trabajo agradeciendo a mi grupo de trabajo FAPOM por hacer este curso ameno, por habernos aportado ideas mutuamente y por las que nos seguiremos dando en nuestro futuro como docentes.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayón Parrales, E. B., & Victores Pérez, M. C. (2020). La simulación: Estrategia de apoyo en la enseñanza de las Ciencias Naturales en básica y bachillerato. *Dominio de las ciencias*, 6(2), 4–22. <https://doi.org/10.23857/dc.v6i3.1204>
- Bonals, J. (2000). *El trabajo en pequeños grupos en el aula*. Graó.
- Caamaño, A. (2016). Un enfoque para vencer errores y ambigüedades Enlace químico y estructura de las sustancias en secundaria. *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales*, 86, 8–18.
- Carrión-Paredes, F., García-Herrera, D., Erazo-Álvarez, C., & Erazo-Álvarez, J. (2020). Simulador virtual PhET como estrategia metodológica para el aprendizaje de Química. *CIENCIAMATRIA*, 6(3), 193-216. <https://doi.org/10.35381/cm.v6i3.396>
- Cavalcante, A. A., Sales, G. L., & Silva, J. B. D. (2018). Tecnologias digitais no Ensino de Física: um relato de experiência utilizando o Kahoot como ferramenta de avaliação gamificada. *Research, Society and Development*, 7(11), e7711456. <https://doi.org/10.17648/rsd-v7i11.456>
- Corbelle Cao, J., & Domínguez Castiñeiras, J. M. (2015). Estado de la cuestión sobre el aprendizaje y la enseñanza de la radiactividad en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 33(3), 137–158. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1807>
- González Felipe, M.E. (2017). El enlace químico en la Educación Secundaria. Estrategias didácticas que permitan superar las dificultades de aprendizaje [Tesis de doctorado, Universidad de Castilla-La Mancha]. Repositorio RUIdeRA.
- Herrada Valverde, R. I., & Baños Navarro, R. (2017). Revisión de experiencias de aprendizaje cooperativo en ciencias experimentales. *Campo Abierto*, 36(2), 157–170. <https://doi.org/10.17398/0213-9529.37.2.157>
- Lavín Puente, C., & Mínguez Sanjosé, R. (2017). DISEÑO DE ACTIVIDADES PARA EL APRENDIZAJE DE LA RADIATIVIDAD EN BACHILLERATO. *Tabanque. Revista Pedagógica*, 30, 159–182. <https://doi.org/10.24197/trp.30.2017.159-182>
- López Rua, A. M., & Tamayo Alzate, O. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8(1), 145–166.
- Morales Vallejo, P. (2011). El ‘one minute paper’. En *Escribir para aprender, tareas para hacer en casa*. Moya Segura, A., Chaves Sibaja, E., & Castillo Rodríguez, K. (2011). La investigación dirigida como un método alternativo en la enseñanza de las ciencias. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 6(1), 115–132. <https://doi.org/10.15359/rep.6-1.7>
- Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. Boletín Oficial de Aragón. Aragón. 2 de junio de 2016, núm. 105, pp. 13462-14390.
- Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo del Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. Boletín oficial de Aragón. Aragón. 3 de junio de 2016, núm. 106, pp. 12640-13458.
- Perales Palacios, F. J. (2008). La Imagen en la Enseñanza de las Ciencias: Algunos Resultados de Investigación en la Universidad de Granada, España. *Formación universitaria*, 1(4), 13–22. <https://doi.org/10.4067/s0718-50062008000400003>
- Posada, J. M. D. (1999). Concepciones de los alumnos sobre el enlace químico antes, durante y después de la enseñanza formal. Problemas de aprendizaje. *Enseñanza de las*

- Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 17(2), 227–245. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4088>
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado. Madrid. 3 de enero de 2015, núm. 3, pp. 169-546.
- Rivadulla López, J. C., & Rodríguez Correa, M. (2020). La incorporación de la realidad aumentada en las clases de ciencias. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, 25, 237–255. <https://doi.org/10.18172/con.3865>
- Rojas-Viteri, J., Álvarez-Zurita, A., & Bracero-Huertas, D. (2021). Uso de Kahoot como elemento motivador en el proceso enseñanza-aprendizaje. *Cátedra*, 4(1), 98–114. <https://doi.org/10.29166/catedra.v4i1.2815>
- Roqueta Buj, M. L. (2017). Aumentando la realidad química. *Modelling in Science Education and Learning*, 10(2), 223. <https://doi.org/10.4995/msel.2017.7056>
- Solbes Matarredona, J. (1996). La física moderna y su enseñanza. *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales*, 10, 59–67.
- Vílchez González, J. M. (2004). *Física y Dibujos Animados. Una estrategia de alfabetización científica y audiovisual en la educación secundaria*. Editorial de la Universidad de Granada.
- V.V.A.A. (2016). *FISICA Y QUIMICA SERIE INVESTIGA 4 ESO SABER HACER*. Santillana

## VI. ANEXOS

### ANEXO I. Diapositivas empleadas en el prácticum

ÍNDICE	
<b>01</b> INTRODUCCIÓN	<b>02</b> DIAGRAMA DE LEWIS
¿Qué es un enlace químico?	Regla del octeto y diagramas de Lewis
<b>03</b> ENLACE COVALENTE	<b>04</b> FUERZAS INTERMOLECULARES
Moléculas, cristales y polaridad. Alotropía del carbono.	Fuerzas de Van der Waals y enlaces de hidrógeno
<b>05</b> ENLACE IÓNICO	<b>06</b> ENLACE METÁLICO

### 02 DIAGRAMAS DE LEWIS

**Se**

- Número atómico  $Z=34$
- Configuración electrónica  
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^4$
- 6 electrones en la última capa de valencia  
 $\cdot\ddot{S}\cdot$
- Es más fácil que gane 2 electrones a que pierda 6 electrones. Tenderá a ganar 2 electrones para cumplir la regla del octeto
- Anión  $Se^{2-}$ . Valencia-2

### 3.2 Compuestos covalentes moleculares

Ejemplo  $CO_2$

- Escribir el diagrama y unir los átomos con enlaces simples.  
 $O - C - O$
- Con los electrones restantes, completar en primer lugar los octetos de los átomos terminales y, después, en la medida de los posible, los octetos de los átomos centrales.

$$:\ddot{O} - C - \ddot{O}:$$

- Si el átomo central no cumple la regla del octeto, formamos enlaces covalentes múltiples moviendo electrones de pares solitarios de los átomos.  
 $:\ddot{O} = C = \ddot{O}:$

### 04 FUERZAS INTERMOLECULARES

Interacción entre moléculas

- Fuerzas de van der Waals
  - Dipolo instantáneo - inducido
  - Dipolos permanentes
- Enlaces de hidrógeno

¿Por qué el hielo flota en el agua?

### 3.2 Sustancias covalentes reticulares

**Diamante:**  
<https://www.3dchem.com/3dinorgmol/ecule.asp?ID=1273>

➤ Propiedades cristales covalentes:

- Son sólidos (red cristalina=sólido)
- Son muy duros (diamante más duro).
- Temperatura fusión y ebullición muy altas.
- Son frágiles, porque los átomos no pueden cambiar de posición sin romper enlace.
- En general no conducen ni son solubles en agua (eléctricamente neutros, sin carga)

1) Y 2) Las fuerzas electrostáticas son muy fuertes. Un ión se rodea de otros de carga opuesta formando un sólido cristalino. Es necesaria mucha energía para separar estos iones por lo que la temperatura de fusión y ebullición será muy alta.

3) Para rayarlos hay que romper enlaces y estos son muy fuertes. Son materiales duros.

4) Cuando golpeamos la red iones de la misma carga se enfrentan y la fuerza electrostática es repulsiva. Se fragmentan con facilidad.

5) No hay cargas libres en la red cristalina por lo que no conducen eléctricamente en estado sólido. Si conducen fundidos.

6) El enlace iónico es un caso extremo de enlace covalente muy polar. Por lo que si se disolverá en un disolvente polar como el agua.  
<https://www.youtube.com/watch?v=sMireDTU-Pw>

## ANEXO II. ENLACE QUÍMICO: FICHA 1

- 1) Escribe la configuración electrónica de los siguientes elementos: K, B, Se, I, Ne, H, He.
  - a. ¿Cuántos electrones de valencia tienen?
  - b. ¿Tendrá a perder o ganar electrones para formar un enlace?
  - c. Indica el ion más común. ¿Con qué gas noble comparte configuración electrónica este ión?
  - d. ¿Qué valencia presenta el elemento?  
Dibuja el diagrama de Lewis.
- 2) Realiza los diagramas de Lewis de los grupos 1 y 17. ¿A qué conclusión llegas?
- 3) Completa la tabla periódica con los diagramas de Lewis.

18							
17							
16							
15							
14							
13							
2							
1							
	1	2	3	4	5	6	7

### ANEXO III. ENLACE QUÍMICO. FICHA 2

1) Dibuja los diagramas de Lewis de las siguientes moléculas:

- a.  $Cl_2$
- b.  $HF$
- c.  $N_2$
- d.  $P_4$
- e.  $H_2O$
- f.  $H_2O_2$
- g.  $CO$
- h.  $O_3$
- i.  $SbH_3$

2) Dibuja los diagramas de Lewis de las siguientes moléculas:

- a. Metano (tetrahidruro de carbono)
- b. Fluoruro de fósforo (III)
- c. Monóxido de dicloro
- d. Óxido de selenio (II)
- e. Óxido de selenio (IV)
- f. Óxido de azufre (VI)

3) Dibuja los diagramas de Lewis de

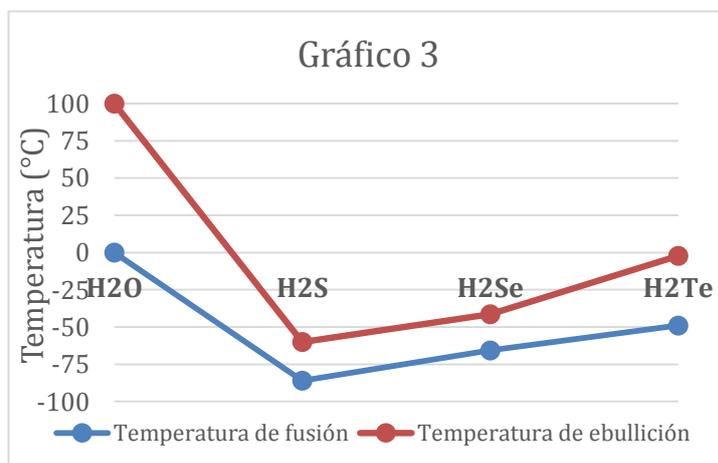
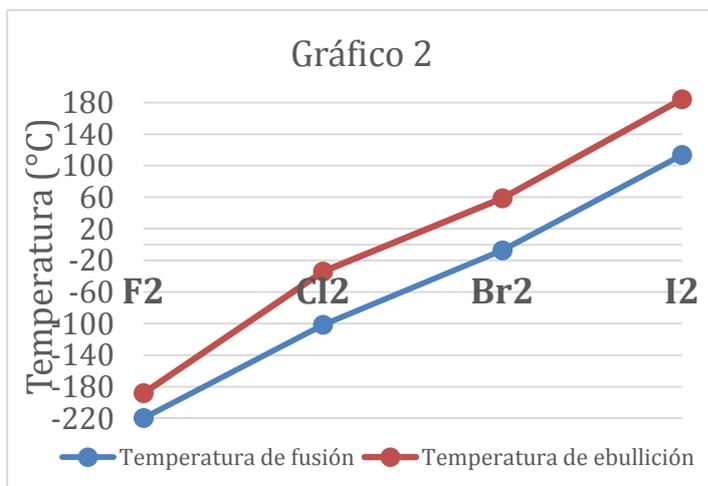
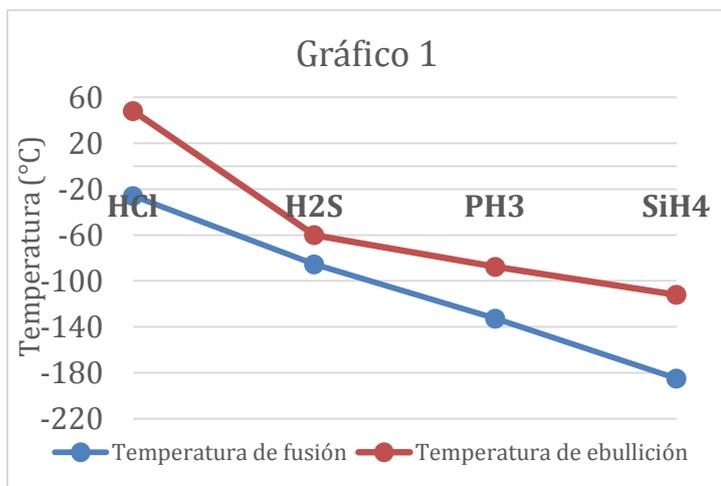
- a. HCN
- b. HClO

Puedes comprobar si tus resultados son correctos en buscando en Google “generador de diagramas de Lewis online” y clicando el primer link.  
<https://calculadorasonline.com/generador-de-estructura-de-lewis-online-regla-del-octeto/>

ANEXO IV. Ficha 3 y tarea.

ENLACE QUÍMICO. FICHA 3

- 1) En los siguientes gráficos se muestran la temperatura de fusión y ebullición de distintas moléculas. Para cada gráfico responde a las siguientes preguntas:
- ¿En qué estado de agregación se encuentran a temperatura ambiente estas moléculas?
  - ¿A qué puede deberse esta diferencia? (polaridad y tipo de fuerza intermolecular)
  - Dibuje el diagrama de Lewis de las moléculas.



- 2) Descarga y abre el simulador “molecule-polarity”.

- Observa las moléculas de amoníaco, metano y borano. Justifica si se trata de moléculas polares a partir de su dibujo.
- ¿Cuál de estas sustancias tendrá una mayor temperatura de ebullición y por qué?
- ¿Cuáles de ellos son solubles en agua?

## ANEXO V. Rúbrica de evaluación de comportamiento en laboratorio

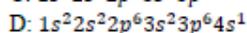
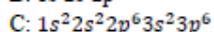
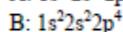
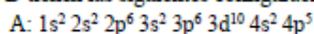
Criterio	Evaluación		
	Mal	Bien	Muy bien
<b>Comportamiento del grupo.</b>	El grupo realiza un mal uso del material de laboratorio, no atiende a las indicaciones del profesor.	El grupo en general sigue las indicaciones del profesor, pero en ocasiones se distrae con sus compañeros.	El grupo sigue las indicaciones del profesor, reflexiona sobre lo observado y toma notas.
		MI, NOD	LHG, IIA
<b>Empleo del material y del laboratorio.</b>	El grupo abandona el laboratorio sin limpiar el material ni el lugar de trabajo.	El grupo abandona el laboratorio con el material limpio y depositado en el lugar que el profesor indique. El lugar de trabajo no queda limpio y ordenado del todo.	El grupo abandona el laboratorio con todo el material utilizado limpio y depositado en el lugar que el profesor indique. El lugar de trabajo queda limpio y ordenado.
		LHG, IIA, MI	NOD
<b>Trabajo en grupos.</b>	El grupo no trabaja en equipo y dificulta el desarrollo de la práctica.	El grupo trabaja en equipo en determinados momentos de la práctica, pero se distraen.	El alumnado trabaja en equipo, respetando a sus compañeros y comunicándose.
		MI, NOD	LHG, IIA
<b>Informe y resultados</b>	No se entrega el informe de laboratorio al finalizar la práctica.	El informe es entregado parcialmente.	El informe entregado es claro contestando correctamente todas las cuestiones.
		MI, NOD	LHG, IIA
<b>Interés y pregunta de dudas.</b>	El grupo no pregunta dudas ni muestra interés por aprender.	El grupo aunque muestra interés no pregunta dudas al profesor.	El grupo expone sus dudas, se interesa por comprender los contenidos.
		MI	LHG, NOD, IIA

## ANEXO VI. Prueba escrita

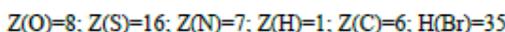
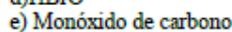
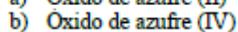
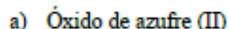


NOMBRE Y APELLIDOS:		
FÍSICA Y QUÍMICA	4º ESO B	FECHA:

- 1) Los elementos A, B, C y D tienen las siguientes configuraciones electrónicas (2,5 puntos):



- ¿Todos formarán enlaces? ¿Por qué? (0,75 puntos)
  - ¿Tenderá a ganar o perder electrones? Indica y justifica el ion más estable que puede formar cada uno de ellos. (0,75 punto)
  - Indica y justifica que tipo de enlace presentarían los compuestos si pudieran formarse al unir: A con A; A con B; A con C; A con D; D con D. (1 punto).
- 2) Dibuja los diagramas de Lewis de las siguientes fórmulas. Indica el orden de enlace que hay en las moléculas. (3 puntos):



- 3) En la siguiente tabla se muestran las temperaturas de ebullición y fusión de cuatro sustancias covalentes moleculares. Razona estos valores en función de las fuerzas intermoleculares que intervienen. (2 puntos)

	T. Ebullición	T. Fusión
$NH_3$	-33	-77
$PH_3$	-87	-132
$AsH_3$	-62	-116
$SbH_3$	-17	-88

- 4) Di si son verdaderas o falsas las siguientes frases. Justifica tu respuesta. (2,5 puntos)
- La regla del octeto afirma que todos los átomos, para alcanzar la máxima estabilidad, tienden a compartir electrones.
  - Una molécula diatómica con un solo enlace es polar si los átomos que la forman son diferentes.
  - El aceite y el agua no se mezclan. Esto se debe a que ambas moléculas son no polares.
  - Las sustancias moleculares covalentes conducen la electricidad.
  - El yodo a temperatura ambiente es un sólido duro y frágil.

