



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster
En Profesorado de E.S.O., F.P. y Enseñanzas de
Idiomas, Artísticas y Deportivas
Especialidad de Física y Química

Importancia de las imágenes y las actividades
colaborativas para el alumnado de ESO

Importance of images and collaborative activities
for ESO students

Autor/es

Andrea Cebollada Muñoz

Director/es

Isabel Iranzo Navarro

FACULTAD DE EDUCACIÓN
Año 2018/19

ÍNDICE

1. Introducción	3
2. Justificación de la selección de los trabajos seleccionados	6
2.1. Análisis de las imágenes en libros de texto de Física y Química de 4º de ESO	6
2.2. P. I. D.: Cambiando roles y repasar jugando	11
3. Presentación de los trabajos seleccionados	14
3.1. Análisis de las imágenes en libros de texto de Física y Química de 4º de ESO	14
3.2. P. I. D.: Cambiando roles y repasar jugando	20
4. Reflexiones	26
5. Conclusiones	30
6. Bibliografía	32
7. Anexos	34

1. Introducción

Este Trabajo Fin de Máster ha sido realizado dentro de la Especialidad de Física y Química y se centrará en el análisis de los dos proyectos que considero que más me han aportado de cara a mi futuro profesional. El primero de ellos trata sobre el **análisis de las imágenes en Ciencias** y pertenece a la asignatura de “*Fundamentos de diseño instruccional y metodologías de aprendizaje*” correspondiente al primer cuatrimestre. El segundo es el **Proyecto de Innovación Docente (PID)** realizado en el segundo cuatrimestre dentro de la asignatura de “*Evaluación e innovación docente e investigación educativa*” en Física y Química.

Situación personal

En primer lugar, realizaré una breve introducción acerca de mi formación académica y experiencia profesional para contextualizar la elección de estos trabajos. Entre 2005 y 2010 estudié la Licenciatura de Química en la Facultad de Ciencias de Zaragoza, continuando con los estudios de Doctorado en Química Bioinorgánica en el mismo centro. Al comienzo de la Tesis Doctoral tuve un contrato laboral con la Universidad de Zaragoza, sin embargo, este finalizó antes que mis estudios, por lo que comencé a trabajar en otros ámbitos mientras terminaba el doctorado. Uno de los empleos que considero que más impacto ha tenido a la hora de decidir realizar este Máster fue el de profesora de inglés en una academia para niños. Este fue mi primer contacto con la enseñanza a grupos de estudiantes y descubrí que me gustaba estar en contacto con alumnos y ser capaz de orientar su aprendizaje. Desde luego la situación era muy diferente ya que se trataba de niñas y niños de 3-4 años a los que impartía inglés, sin embargo este primer acercamiento me permitió ser consciente de que el ámbito me resultaba interesante.

Por otro lado, desde que comencé a estudiar la Licenciatura he impartido clases particulares a todos los niveles, siendo la mayor parte de ellas de ciencias para ESO y Bachillerato. Aunque las clases eran individuales y no en grupo, el perfil del alumnado se acercaba mucho más al objetivo de este Máster. Es difícil describir la satisfacción que se obtiene al hacer entender a una persona un concepto nuevo para ella, conseguir motivar a estudiantes que no quieren hacer nada o que lleguen a aprobar una asignatura que al principio no entendían.

Una vez finalizados mis estudios de doctorado me replanteé profundamente mi futuro laboral, sólo sabía que no quería continuar en la investigación. En aquel momento estaba trabajando en un bar, lo que me permitía continuar estudiando, así que decidí cursar el Ciclo de Técnico Superior en Ilustración en la Escuela de Arte de Zaragoza. En este tiempo me planteé en varias ocasiones los puntos en los que ambos mundos se unían (libros de texto, gráficas en publicaciones, posters para congresos, representación de moléculas...), llegando a la conclusión de que todo es más transversal de lo que pensamos.

Trabajando de cara al público me di cuenta de que necesitaba esa parte social en mi trabajo que el laboratorio no me daba y sin embargo el mundo de la educación sí tiene. Así llegó un momento en que me pareció evidente que debía que cursar este Máster, ya que la profesión de docente puede significar la unión de todas mis pasiones.

El Máster

Mis expectativas cuando comencé el Máster eran muy bajas, conozco a varias personas que lo han realizado en cursos anteriores y no había recibido buenas críticas. A pesar de todo llegué a él con el ánimo de que nada es tan terrible como te lo pintan y de sacarle todo el provecho que pudiese. Aunque algunos aspectos se me han hecho más duros que otros, como por ejemplo la obligación de asistir a clase, siento que durante el curso he experimentado una inmersión en lo que es la enseñanza que es mucho más complejo de lo que podía imaginar (psicología, pedagogía, legislación, metodologías...). En estos momentos me siento mucho más preparada para trabajar como docente. Sin embargo, considero que el Máster tiene puntos a mejorar, siendo los más importantes el aprovechamiento de las clases y la no repetición de conceptos en distintas asignaturas.

Ahora que me encuentro en la última fase de los estudios y siendo consciente de que no hay dos profesores iguales considero importante plantearme cómo enfocar **mi futuro como docente**. Para ello, la experiencia más reveladora fue la realización de las prácticas en el Colegio O. D. Santo domingo de Silos. Considero imprescindible la experiencia de haberme puesto delante de un aula de adolescentes a dar clase para saber cómo me desenvuelvo con ellos y aprender a sacar el máximo provecho a las clases.

En mi caso, siendo una persona extrovertida y comprometida con las personas, considero básico mantener una comunicación fluida con el alumnado. De esta manera se

pueden localizar con mayor facilidad los problemas que puedan estar teniendo en el aprendizaje y que quizá ni siquiera ellos sepan formular, o qué motivos pueden llevarles a no estudiar o incluso no asistir a clase, además de generar un ambiente agradable en el aula.

Actualmente es básica la implementación de **metodologías activas** en las aulas, el modelo educativo está cambiando y por lo tanto, la forma de enseñar también debe hacerlo. Fernández (2006) realiza una revisión de estas metodologías analizando sus pros y contras así como la actitud que debe tomar el docente al llevar a cabo cada una de ellas.

Esto no quiere decir que la **clase magistral** sea mala, por el contrario, también puede resultar útil para explicar conceptos complejos o muy novedosos. Sin embargo no debería ser el único método de enseñanza, es recomendable complementarla con actividades que enriquezcan el aprendizaje. La conclusión que se extrae de todo esto es que la mejor alternativa es variar las técnicas de enseñanza a lo largo del curso para no caer en la rutina y que los estudiantes se sorprendan en cada clase. Por otro lado, las formas de evaluación también deberán adaptarse a cada actividad.

Por último, la **preparación de materiales** para las clases aporta una parte creativa muy importante para mí. Esto permite utilizar varias fuentes para extraer la información y no ceñirnos únicamente a un libro de texto, aunque en el aula pueda utilizarse por comodidad.

2. Justificación de la selección de los trabajos seleccionados

Para la selección de los trabajos tuve en cuenta principalmente su influencia sobre mi aprendizaje. La diferencia entre las asignaturas cursadas en el primer y segundo cuatrimestre es clara. En el primer caso se trataba de contenidos más interdisciplinares, con mayor orientación hacia la psicología, pedagogía y legislación. El segundo sin embargo, se centra más en la enseñanza de la asignatura de Física y Química propiamente dicha, dejando fuera las asignaturas optativas. Por ello decidí elegir uno de cada periodo, también mi percepción sobre el tema había cambiado notablemente después de haber finalizado la primera mitad del máster, considero que esto ha tenido una influencia en el desarrollo de los proyectos.

Con ambos trabajos siento que he adquirido unos conocimientos que han tenido un efecto muy importante en mi forma de ver tanto la enseñanza como los materiales relacionados con ella. El proyecto relacionado con las imágenes me permitió descubrir una perspectiva dentro que no me había planteado hasta entonces. Por otro lado, gracias al P.I.D. pude experimentar cómo me sentía cómoda orientando la clase, haciendo que tanto los alumnos como yo nos lo pasáramos bien aprendiendo.

A continuación paso a desarrollar cada uno de los trabajos en mayor profundidad:

2.1. Análisis de las imágenes en libros de texto de Física y Química de 4º de ESO

Este trabajo une dos mundos que durante mucho tiempo han tenido una relación compleja: **las artes y las ciencias**. Me interesa especialmente debido a mi formación multidisciplinar y me permitió comprender en profundidad la función e importancia de las imágenes dentro de la enseñanza. Al realizarlo descubrí un nuevo enfoque del que no era consciente, el efecto que tienen las imágenes en ciencia cuando se crean con la intención de transmitir conocimientos científicos, cómo optimizarlas y la necesidad de tener en cuenta el contexto en el que se van a utilizar.

La forma en que se presentan estas imágenes influye en que su efecto sea positivo o pueda llegar incluso a ser un generador de dudas e ideas alternativas. Es importante tener en cuenta su grado de iconicidad, cómo será su percepción e interpretación, así como su utilidad real. Al realizarlo me di cuenta de que era un tema al que nunca había prestado atención de una manera tan analítica.

Un poco de historia

La evolución del uso de las imágenes en relación con la ciencia a lo largo de la historia nos da información sobre su situación actual. Otero (2004) hace una breve descripción desde la época de los egipcios y babilonios hasta nuestros días. En nuestra sociedad occidental, las imágenes han pasado de ser un vehículo de transmisión del saber de gran valor hasta ser consideradas obstáculos para el conocimiento.

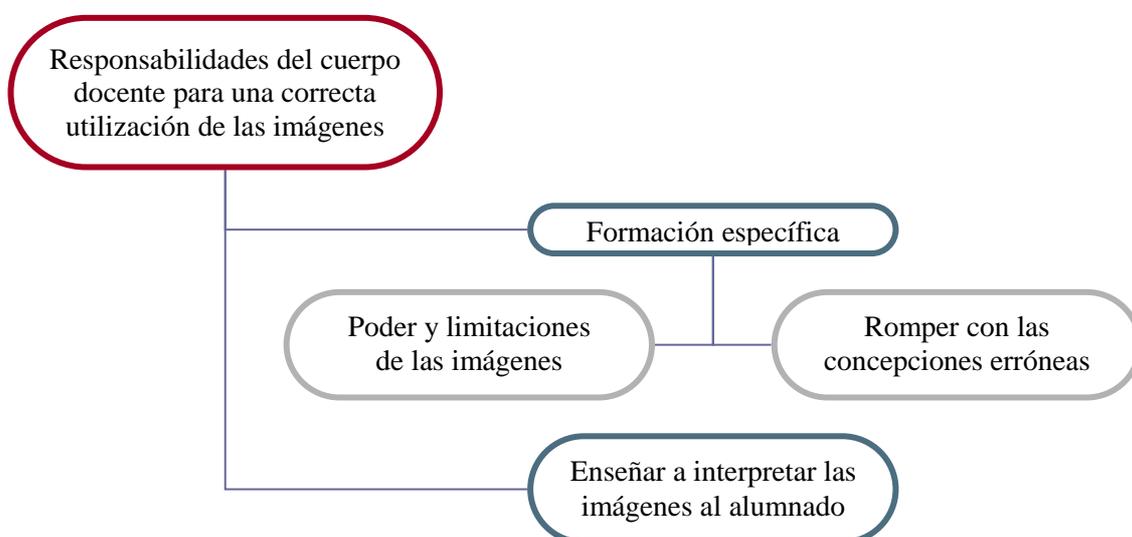
En los últimos tiempos, gracias al auge de las tecnologías de la comunicación y la información se están integrando de nuevo dentro de la enseñanza. Sin embargo no se les concede la importancia que realmente tienen, sino que suelen considerarse algo decorativo que acompaña al texto, nunca como un fin en sí mismas. Además, su uso se está explotando hasta tal punto, que empieza a cuestionarse si la presencia de tantas imágenes tiene realmente un efecto positivo en el aprendizaje. En muchas ocasiones no aportan información relevante al tema llegando a generar dudas acerca del contenido del texto (Maturano, Aguilar y Núñez, 2009; Perales, 2006).

Aspectos a tener en cuenta

Es importante que el **personal educativo** adquiera consciencia sobre la importancia del uso correcto de las imágenes y de su poder para transmitir información, así como de las limitaciones que ofrecen. Por otro lado, al tratarse de una forma de representación tan amplia, sus interpretaciones también lo son y dependen en gran medida del observador. En la comprensión de las imágenes entra en juego la cultura, bagaje personal, edad, entorno... Esto quiere decir que una misma imagen puede ser interpretada de muchas formas diferentes.

Con frecuencia se encuentran muchas **concepciones erróneas** dentro del propio cuerpo docente en lo referente a las imágenes en la enseñanza. Por ejemplo, se suele considerar que la relación entre imagen externa e interna es directa (interpretación unívoca), sin embargo, como ya se ha mencionado previamente, esto no es así, tratándose de una experiencia subjetiva. Otras ideas que los docentes asumimos por intuición son por ejemplo que las imágenes son más fáciles de asimilar que las palabras, que se recuerdan de forma automática o que tienen una función motivadora intrínseca. Estudios demuestran que estas afirmaciones no son reales así que el primer paso sería romper con ellas (Otero, 2004; Perales, 2008).

Todo esto indica la necesidad de que el cuerpo docente reciba **formación específica** en lo referente al uso de imágenes, de forma que puedan enseñar a “leerlas”. Si como profesorado no tomamos una parte activa y no orientamos al alumnado en esta tarea, es frecuente que caigan en errores interpretativos dada la naturaleza compleja de las imágenes. Con todo esto no se quiere decir que el uso de imágenes tenga un impacto negativo en la enseñanza, todo lo contrario, en muchas ocasiones, las ilustraciones facilitan la comprensión de información de gran complejidad. Sin embargo, si se utilizan de forma incorrecta es probable que den lugar a resultados indeseados (Perales y Jiménez, 2002).



Imágenes en los libros de texto

Si nos centramos en el uso de las imágenes en los libros de texto la controversia se multiplica (Jiménez y Perales, 2002; Perales, 2008). Las carencias en su utilización en este área son múltiples, la mayoría de las veces por desconocimiento. Una de las limitaciones más importantes es la falta de comunicación entre las personas que trabajan las imágenes y las que trabajan el texto. Esto genera incoherencias, errores de representación, reproducción de ideas alternativas... Otros problemas recurrentes son la utilización de imágenes demasiado complejas o con una función meramente decorativa, la presencia de componentes simbólicos y realistas poco diferenciados...



Imagen 1. Esta fotografía aparece en el libro de texto para 4º de ESO (Ed. Santillana 2016) y perpetúa ideas alternativas.

Clasificación de las imágenes

A la hora de realizar un análisis de las imágenes en los libros de texto es interesante tener en cuenta también su clasificación. Esta puede realizarse de muchas formas prestando atención a diferentes aspectos, cada categorización facilita un análisis diferente. Por ejemplo, puede basarse en la función de la imagen como motivadora o cognitiva, pudiendo dividirse a su vez en descriptivas o ilustrativas de modelos. Otra clasificación podría atender a su grado de iconicidad (cuanto más se acerque o aleje de la realidad que representa), a su relación con el texto...

Este último punto es de especial importancia, imagen y texto deberían estar interconectados, cada uno con una función propia pero aportando información relevante y complementaria. Es frecuente observar una relación pobre entre texto e imagen, cuando en realidad, la coherencia entre ambas debería ser prioritaria.

Lo realmente importante no es clasificarlas de uno u otro modo, sino que los docentes seamos conscientes de que en muchas ocasiones se trata de convenciones simbólicas que facilitan la comunicación de un tema de gran complejidad como puede ser la química (Galagovsky, 2004; citado en Matus et al., 2008).

POSIBLES ASPECTOS A TENER EN CUENTA PARA LA CLASIFICACIÓN DE IMÁGENES EN LIBROS DE TEXTO

GRADO DE ICONICIDAD	Mayor o menor parecido con la realidad observable
RELACIÓN CON EL TEXTO	Su interconexión, deben complementarse
FUNCIÓN DE LA IMAGEN	La intención con la que se ha creado
MOTIVADORAS	Despertar el interés del alumnado
COGNITIVAS	Ayudar a la comprensión
ILUSTRATIVAS DE MODELOS	Mostrar el funcionamiento de un fenómeno
DESCRIPTIVAS	Representan cómo es algo

Grado de iconicidad

En ciencias se recurre a menudo al uso de representaciones con distintos grados de **iconicidad**, lo cual resulta de utilidad a la hora de transmitir conceptos que de otra manera sería complicado explicar (símbolos, diagramas de partículas, ecuaciones químicas...). Se trata de representaciones que nos permiten comprender la materia, podrían considerarse incluso un lenguaje químico que es necesario entender para poder utilizarlo de forma correcta (Matus, Benarroch y Perales, 2008). Debemos recordar en todo momento que para el alumnado este lenguaje es totalmente nuevo, por lo que resultará imprescindible explicarles tanto el lenguaje icónico como el científico, así como la relación entre ambos (Otero, 2004).

Es frecuente encontrar ilustraciones que unen distintos grados de iconicidad (Imagen 2), este tipo de figuras pueden resultar de gran utilidad cuando se explican adecuadamente. Los estudiantes serán capaces de asociar un concepto nuevo y abstracto con objetos que utilizan de forma cotidiana, estableciendo así relaciones lógicas entre ambos y comprendiendo el efecto macroscópico de aquello que están aprendiendo.

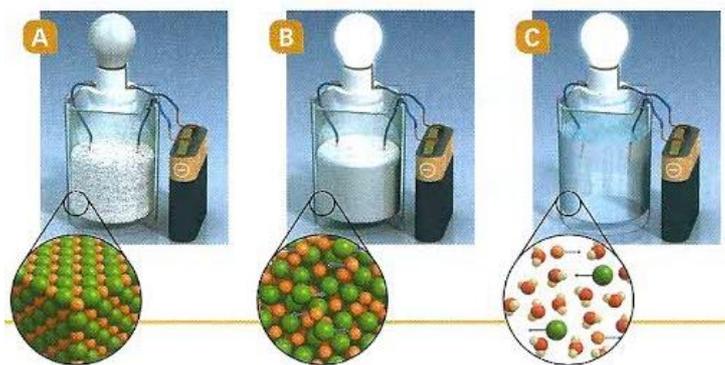


Imagen 2. Representación de la conductividad del enlace iónico, imagen que contiene una parte realista y una simbólica, es decir, con distintos grados de iconicidad (Física y Química 4º ESO, Ed. Santillana, 2016).

Por otro lado, es necesario **adaptar** las imágenes a la edad del alumnado, en relación a su desarrollo y conocimientos previos sobre el tema. En los libros de texto de ciencias se observan diferencias claras en las representaciones utilizadas para el temario de los distintos cursos de ESO y Bachillerato (Matus et al., 2008). Además, el uso de representaciones diferentes para un mismo concepto favorece su comprensión. Si pensamos por ejemplo en el enlace químico, es más fácil comprender la naturaleza del mismo si vemos distintas representaciones en las que se potencien características diferentes del mismo.

Por último, me gustaría recalcar la importancia de que el profesorado realice actividades específicas que ayuden a los estudiantes a interpretar y utilizar correctamente las imágenes.

2.2. P. I. D.: Cambiando roles y repasar jugando

Este trabajo desarrolla la experiencia realizada durante el tercer periodo de prácticas en el Colegio Obra Diocesana Santo Domingo de Silos, centro concertado situado en el barrio de las Fuentes. Allí impartí el tema del Enlace Químico correspondiente a la asignatura de Física y Química de 4º de ESO, en un aula contaba con un total de 27 alumnas y alumnos. A lo largo del periodo de prácticas anterior había observado el buen comportamiento e implicación del grupo al que iba a impartir clase, así que lo tuve en cuenta a la hora de planificar el Proyecto de Innovación Docente (PID). Por ello decidí utilizar metodologías activas como el aprendizaje cooperativo y la

gamificación de forma que todos se involucrasen en el desarrollo del temario. Además, la actividad propuesta les otorgaba una mayor responsabilidad en el aula y quería observar qué efecto tenía en ellos.

Existen estudios que demuestran que la metodología tradicional continúa siendo la más usada para impartir clases en estos niveles educativos (Flores, Trejo y Trejo, 2003). Sin embargo, para lograr un aprendizaje significativo el alumnado debe establecer relaciones lógicas entre el material que estudia y sus conocimientos previos, experiencias y contexto cultural (Ausubel, 2002). Para lograrlo existen muchas alternativas, aquí me he centrado únicamente en dos de ellas:

Actividades cooperativas en pequeños grupos

Su principal ventaja es que no se limita a trabajar el temario sino que además es útil para el desarrollo de habilidades interpersonales (Traver y García, 2007). Al trabajar de forma colaborativa es frecuente que surjan desacuerdos entre estudiantes, esto hará que aprendan a comunicarse y a alcanzar resoluciones que sean del agrado de todo el grupo (Johnson y Johnson, 1999).

Es importante que el docente preste atención a la formación de **equipos equilibrados** y que las **tareas** se definan claramente desde el primer momento. Su principal función será la de resolver conflictos y fomentar la reflexión dentro del equipo (Fernández, 2006). Existen numerosos estudios que demuestran los efectos positivos de este tipo de aprendizaje. Por ejemplo, Méndez (2012) realiza una experiencia en la que estudia el grado de interés del alumnado de dos grupos homogéneos de 3º de ESO por algunas asignaturas tras recibir un periodo de clase magistral en un caso, y trabajos colaborativos en el otro. La diferencia es evidente, aumentando notablemente la motivación en el segundo caso.

Debido a la falta de tiempo para la realización de mi PID, la actividad en grupos se alternó con **lecciones magistrales**, haciendo participar al alumnado en las mismas mediante preguntas, actividades, materiales... Disponía de pocas sesiones con ellos, por lo que no pude orientarles durante el trabajo en equipo tanto como me hubiera gustado. Utilizando la clase magistral a modo de repaso, me aseguraba de que no quedasen conceptos inexplicados dentro del tema.

Gamificación

Concepto que se centra en trasladar al aula los aspectos positivos que tiene el **juego**. Así se favorece que el aprendizaje deje de ser algo tedioso y pase a ser una actividad en la que los usuarios se impliquen de forma voluntaria y con una predisposición favorable hacia la materia (Quintanal, 2016).

Las experiencias que comienzan a implementarse son múltiples. Algunas se realizan a través de soportes informáticos como portátiles o teléfonos móviles, otras plantean juegos para desarrollar en el aula sin necesidad de elementos adicionales o con materiales que el propio docente puede preparar con anterioridad. Todas ellas logran aumentar de forma significativa la concentración, el esfuerzo y la motivación de los estudiantes.

Para que estas herramientas sean realmente efectivas es necesario que se planteen muy bien desde el comienzo, definiendo claramente cuál es la base del juego, es decir, qué es lo que se quiere transmitir y cuáles son los objetivos, además de dar un feedback constante al alumnado. Las expectativas deben ser claras, si no se entienden con facilidad es posible que los usuarios lleguen a un estado de frustración en el que el resultado de la experiencia sea negativo. Además, es necesario tener en cuenta el perfil de los jugadores en el momento de diseñar la actividad, así como su nivel educativo. De esta forma se podrán establecer los desafíos suficientes para que el juego no resulte aburrido pero tampoco frustrante.

3. Presentación de los trabajos seleccionados

A continuación se presentan los trabajos realizados en mayor profundidad:

3.1. Análisis de las imágenes en libros de texto de Física y Química de 4º de ESO

Este proyecto presenta el análisis de las imágenes presentes en el tema del *Enlace Químico* del libro de *Física y Química* de la editorial *Santillana (2016)*. El análisis se centra principalmente en su grado de iconicidad, su relación con el texto y en si logran transmitir aquello que se quiere representar. No realicé un análisis demasiado profundo porque la extensión del trabajo habría resultado excesiva, así que seleccioné las más representativas. El número de imágenes presentes en el tema era muy elevado, observé que algunas de ellas se repetían en distintas páginas, otras parecían ser meramente decorativas, otras presentaban una relación transversal con otras asignaturas (aunque esta relación no siempre era explícita)...

Transversalidad

Una vez finalizado el máster considero este punto de gran importancia. Por lo general seguimos impartiendo nuestras asignaturas como si se tratase de cajas aisladas sin una relación clara con el resto. La realidad sin embargo es más compleja y algunos de los conceptos que se estudian en química tienen una relación directa con otras áreas como pueden ser por ejemplo la biología, la historia o el arte. La cuestión sería hacer conscientes a los alumnos de este aspecto que para nosotros resulta obvio. Conocer la **interconexión** que existe entre las distintas materias les hace darse cuenta de que al final, lo que intentan todas ellas, es explicar la realidad.

También se ha mencionado a lo largo del máster en más de una ocasión que tendemos a dar por hecho que lo que nosotros comprendemos es fácil y que, por lo tanto, se va a entender rápidamente y no va a generar dudas. No obstante, esto no siempre es así, por lo que es importante hablar con los estudiantes para saber cuáles son los conceptos con los que están teniendo mayor dificultad para poder explicárselos adecuadamente.

Un ejemplo de todo esto es la **doble página inicial** del tema en la que se habla del grafito. Aparecen una serie de imágenes con distintos grados de iconicidad en torno a este cristal covalente, como un lápiz escribiendo (Imagen 3), diferencias en la dureza de

los lapiceros o la estructura del grafito entre otras. Una vez que echamos un vistazo a las imágenes y los textos de esta primera página, su relación con el enlace químico puede resultar evidente para nosotros. Sin embargo, será necesario guiar a los estudiantes a través de ellas si queremos que lleguen también a establecer esa relación. Habrá que explicarles que un lápiz está compuesto de grafito, cómo es su estructura y por qué lo hace singular, sus utilidades, su relación con el arte, la relación entre las durezas de los lapiceros y la cantidad de grafito que contienen...

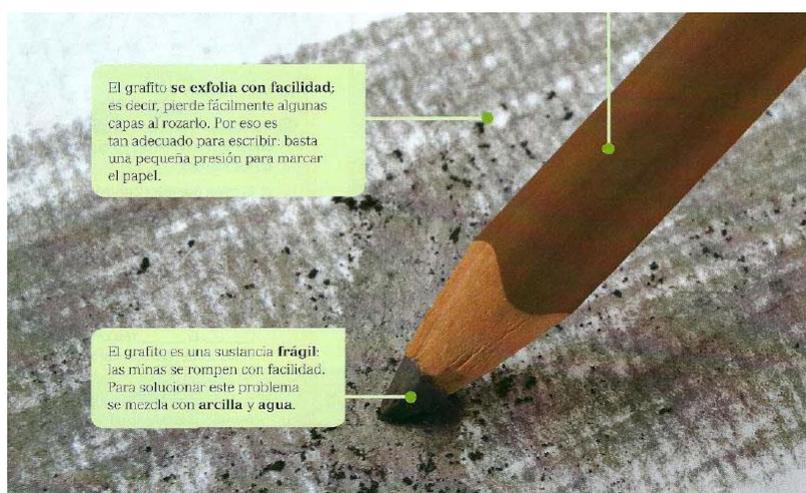


Imagen 3. Lápiz de grafito con breves explicaciones sobre el material. Pertenece a la doble página inicial del tema de Enlace Químico de 4º de ESO (ed. Santillana)

Imágenes cuya función no está definida claramente

Se repiten en varias ocasiones imágenes de botes de vidrio y vasos de precipitados que contienen líquidos, miscibles o inmiscibles, con sólidos en suspensión (Imagen 4)... A menudo, no se especifica la intención de estas imágenes. En realidad guardan una relación directa con el texto al que acompañan, pero esta relación no siempre es evidente si desconoces el tema (como es el caso de los estudiantes), por lo que puede llevarles a confusión o simplemente ser obviadas.



Imagen 4. Imágenes de botes con disoluciones distribuidas a lo largo del tema.

Distintos grados de iconicidad en una misma imagen

Por otro lado, aunque resulta interesante la combinación de distintos grados de abstracción en una misma imagen, será necesario definir claramente las partes realistas y simbólicas (Imagen 5). Otero (2004) menciona la utilidad de establecer estas asociaciones al hablar del lenguaje científico (la parte simbólica) ya que ayudan a asimilar el nuevo lenguaje y a utilizarlo con mayor facilidad.

También es importante adaptar las imágenes a la sociedad en la que se van a mostrar, por ejemplo, en occidente leemos de izquierda a derecha. Esto se utiliza la hora de crear ilustraciones ya que extraemos la información de ellas de la misma manera.

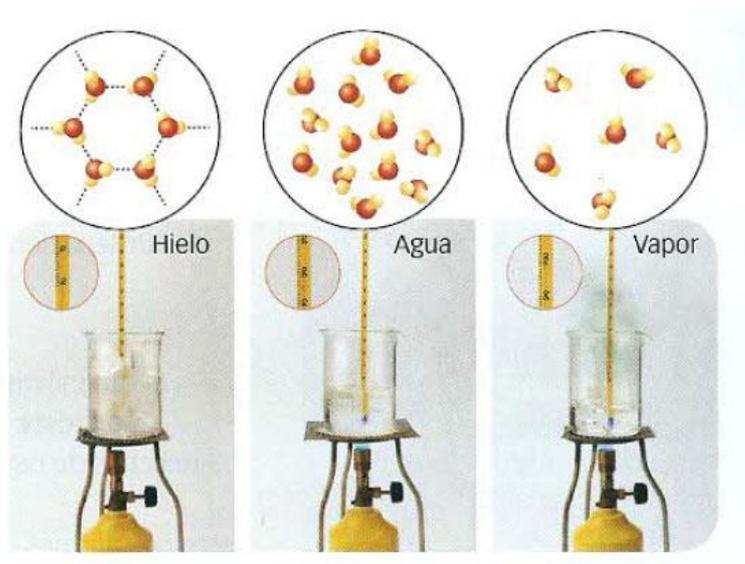


Imagen 5. Ilustración que presenta parte simbólica y parte realista, además de una lectura intuitiva de izquierda a derecha.

Imágenes con errores científicos

A lo largo del tema hay imágenes que pueden inducir a errores de concepto, una de ellas es la Imagen 5 en la que los enlaces de hidrógeno se muestran únicamente en estado sólido. Esto podría hacer pensar que en líquido o gas estas interacciones no tienen lugar, cosa que no es cierta. Otro ejemplo serían las representaciones para la disolución del cristal de una sal (NaCl) en agua (Imagen 6). En la imagen de la derecha la representación es correcta, sin embargo, en la otra se observa cómo las moléculas de agua interaccionaban de igual manera con cationes y con aniones. Este error es importante ya que genera confusión, complicando la interiorización del lenguaje científico. En el texto habla de la “orientación adecuada” de las moléculas de agua para interaccionar con los iones, de esta manera a los estudiantes les resultará imposible saber cuál es la correcta. Estas ambigüedades generan confusión.

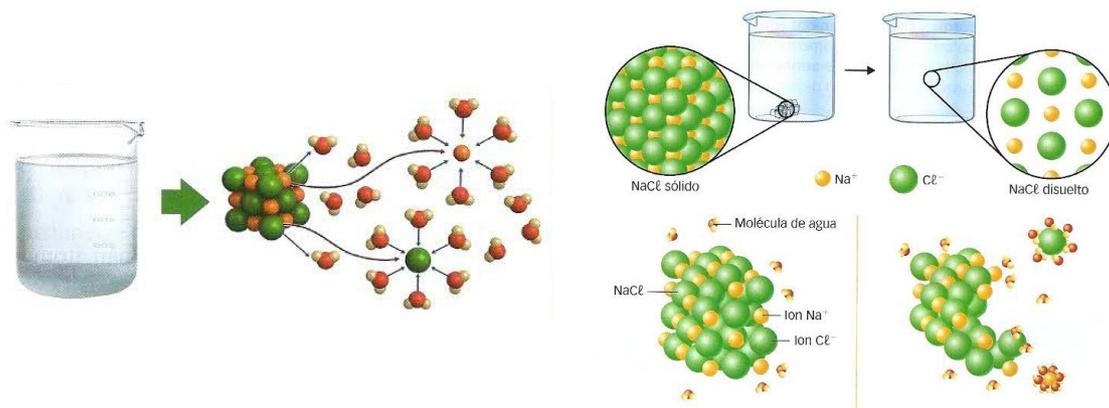


Imagen 6. Imágenes presentes a lo largo del tema en relación a la disolución de un cristal de NaCl.

Uso de las representaciones como lenguaje

En el área de la química se utilizan con frecuencia esquemas de bolas y varillas para representar enlaces. Será necesario enseñar a los alumnos a interpretarlos y utilizarlos de forma correcta. Las estructuras de Lewis son otra forma simbólica de representar enlaces con un grado de abstracción todavía mayor. Tal y como se ha mencionado previamente, la representación de un mismo concepto de varias maneras favorece su comprensión y aprendizaje (Imagen 7).

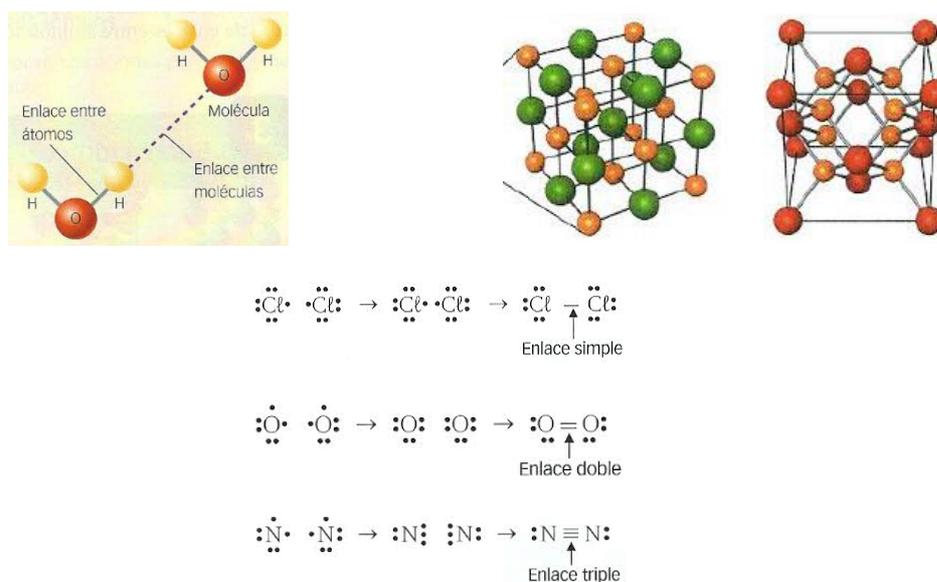


Imagen 7. Estructuras de Lewis y representaciones que utilizan bolas y varillas.

Como conclusión de este trabajo el uso de las imágenes en la enseñanza de las ciencias se está explorando poco a poco. Se trata de un área de especial complejidad por lo que analizarlo supone poner en juego aspectos multidisciplinares además de la percepción del observador. Lo ideal sería poder adaptar cada imagen a la función que se espera que cumpla, el principal punto a mejorar para lograrlo debería ser potenciar la comunicación entre científicos e ilustradores. Sólo de esta manera los resultados llegarán a ser óptimos resaltando los aspectos más importantes de la imagen y facilitando su lectura.

Sería interesante localizar qué tipo de imágenes funcionan mejor en cada caso, qué efecto tienen sobre el alumnado y cómo deben mostrarse para lograr el efecto buscado. Además de dar la importancia que merece su complementación con el texto.

Por último resaltar la importancia de que el profesorado recibamos formación específica en este campo y conozcamos el poder educativo de las imágenes. Es necesario ser especialmente cuidadosos con las imágenes que puedan llevar a perpetuar ideas previas en el campo de las ciencias.

3.2. P. I. D.: Cambiando roles y repasar jugando

En la realización del tercer periodo de prácticas impartí varias sesiones dedicadas al estudio del Enlace Químico. El tutor de centro tenía ya establecido el método de evaluación, de forma que el 90% de la calificación correspondía a un examen final que incluía además los dos temas anteriores (Tabla Periódica y configuraciones electrónicas) y el 10% restante provenía del resto de actividades.

Actividad colaborativa

Para realizar el estudio del Enlace Químico decidí desarrollar una actividad colaborativa en la que los alumnos, organizados en pequeños **grupos**, debían impartir un apartado del tema asignado al azar. Los grupos de trabajo se confeccionaron previamente con la ayuda del tutor para que fueran homogéneos. Una vez finalizado el máster considero este punto de gran importancia, ya que yo no podía saber cómo formar grupos equilibrados por no conocer tanto al alumnado. Sin embargo, Fernando llevaba trabajando con ellos todo el curso por lo que sabía perfectamente cómo sacar el máximo provecho de la experiencia.

Cada grupo explicó al resto de la clase el apartado en el que se habían convertido en expertos, la duración de cada presentación fue de 5-10 minutos con total libertad metodológica. Considero importante realizar un **seguimiento** de las exposiciones antes de que las realicen delante de sus compañeros ya que se trata de conceptos nuevos que todavía no comprenden. En la práctica no pudo realizarse una orientación individualizada para cada grupo por falta de tiempo, no obstante, realizando un análisis posterior de esta actividad, estoy segura de que el resultado habría sido más satisfactorio. Además, también sería interesante aumentar la duración de estas presentaciones.

Por otro lado, la única **fuentes de información** que pude proporcionarles en el aula fue el libro de texto. Resulta evidente que la actividad habría sido más interesante si los estudiantes hubiesen buscado información también en otras fuentes. De haber dispuesto de más tiempo les hubiera llevado a la sala de ordenadores con esta intención.

La idea inicial era que no fuese obligatorio dedicar tiempo a la actividad en casa. Sin embargo, todos los grupos decidieron realizar una presentación de Power Point, construir modelos moleculares e incluso hubo un grupo que preparó un vídeo sobre el

enlace iónico (Imagen 7).

Al no disponer de mucho tiempo para orientarles preparé unas presentaciones propias a modo de **repaso** para apoyar las suyas. De esta forma me aseguraba de afianzar el temario y de la subsanación de posibles errores. Los alumnos tenían todas las presentaciones de sus compañeros y de las mías a su disposición en la plataforma web de la asignatura (<https://fqsilos.wordpress.com/author/fqsilos/>).



Imagen 7. Arriba, algunas imágenes extraídas de las presentaciones realizadas por el alumnado. Abajo, fotografías realizadas durante las exposiciones de los estudiantes.

La utilización de **materiales adicionales** suele tener un efecto positivo en la comprensión del temario. Con esta intención llevé cristales, modelos moleculares y un circuito musical al aula que ilustraron aspectos como la conductividad o la formación de redes cristalinas. A lo largo de las clases también se realizaron asociaciones de conceptos complejos con cosas cotidianas, por ejemplo el enlace químico con uniones que tienen lugar físicamente como darse la mano o clavar un clavo.

Conforme avanzaban las sesiones fui consciente de que por mucho que se planifiquen las clases, al final hay que saber adaptarse a la situación en cada momento. Hay cosas que no es posible saber con antelación, como por ejemplo las dudas que van a tener, el

tiempo exacto que se va a dedicar a cada área o el ambiente que habrá en el aula.

Para la **evaluación** de la actividad elaboré la siguiente rúbrica tomando como referencia una utilizada por Fernando en otro curso y la información sobre las rúbricas de evaluación dentro de la asignatura de *Evaluación e Innovación Docente*:

	SOBRESALIENTE (4)	NOTABLE (3)	APROBADO (2)	INSUFICIENTE (1)
TRABAJO (A)	El resultado del trabajo es de calidad y los contenidos a exponer quedan claros al resto del alumnado	La explicación es satisfactoria pero quedan dudas sobre el tema explicado	Exponen el tema pero los compañeros y compañeras no llegan a comprenderlo	La exposición es confusa y los conceptos no se explican de forma satisfactoria
REPARTO DE TAREAS (B)	Cada alumno/a tiene un rol definido dentro del grupo y lo cumple con responsabilidad	El reparto de tareas no es totalmente igualitario, pero no existe una gran diferencia	Las tareas se han repartido dentro del grupo pero de manera desigual	La desigualdad en el reparto de tareas es evidente
COMUNICACIÓN DENTRO DEL GRUPO (C)	Se observa que el grupo trabaja bien y su comunicación es fluida	Aunque existe comunicación dentro del grupo, hay momentos de conflicto	La comunicación dentro del grupo no es muy buena pero logran sacar el trabajo adelante	No existe comunicación en el grupo, realizan cada parte de forma individual sin tener en cuenta la de los demás
PARTICIPACIÓN (D)	Todo el grupo participa en la explicación de forma igualitaria	Se observa cierta desigualdad en el nivel de participación	La desigualdad en la participación es evidente, pero todos/as realizan alguna actividad	Hay alumnos/as que no participan en absoluto

lee metal/no metal, catión/anión y electrones sueltos. El resto del grupo debe adivinar de qué enlace se trata. Cada acierto supone un punto para el equipo.

- **Tabú (palabras prohibidas):** Cada tarjeta contiene una palabra clave del temario y tres palabras prohibidas relacionadas con la que se debe definir (Tabla 1). De nuevo salen dos personas de cada equipo para realizar las definiciones y el resto debe adivinar el mayor número posible de palabras en un minuto. El equipo que más aciertos logre se lleva el punto.

Tabla 1. Definiciones con palabras prohibidas.			
OCTETO	ÓRBITA	ORBITAL	GAS NOBLE
<ul style="list-style-type: none"> • Completar • e- valencia • ocho 	<ul style="list-style-type: none"> • Bohr • Círculo • Electrones 	<ul style="list-style-type: none"> • Núcleo • Electrones • Girar 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilidad • Octeto • Argón
ELECTRÓN	e⁻ DE VALENCIA	PROTÓN	NEUTRÓN
<ul style="list-style-type: none"> • Negativo • Girar • Aniones 	<ul style="list-style-type: none"> • Último • Negativo • Nivel energético 	<ul style="list-style-type: none"> • Núcleo • Positivo • Electrón 	<ul style="list-style-type: none"> • Neutro (sin carga) • Núcleo • N° másico
ION	MALEABLE	DÚCTIL	
<ul style="list-style-type: none"> • Ganar e⁻ • Perder e⁻ • Carga 	<ul style="list-style-type: none"> • Metal • Láminas • Nube de electrones 	<ul style="list-style-type: none"> • Metal • Hilos • Nube de electrones 	

- **Pictionary:** Estas tarjetas plantean cuestiones que deben ser escritas o representadas en una superficie (configuraciones electrónicas, estructuras de Lewis, ordenar por tamaño...). En esta ocasión salen a la pizarra dos integrantes

de cada equipo al mismo tiempo y deben resolver la pregunta lo más rápidamente posible. El punto se lo lleva el grupo que antes conteste correctamente.

- **Preguntas rápidas:** En las tarjetas aparecen nombres de sustancias con distinto tipo de enlace (diamante, bromuro de sodio, agua...). Se plantea una pregunta relacionada con las sustancias y cada grupo dispone de un minuto de tiempo para acertar el mayor número de tarjetas posibles. Por ejemplo: ¿Qué tipo de enlace presenta...? ¿Es un cristal? ¿Conduce la electricidad?

Considero importante la ausencia de premios ya que se trata de un juego de repaso para el examen y eso debería suponer motivación suficiente. Con esta actividad se afianzan los conocimientos adquiridos y se localizan dudas que no hayan surgido hasta el momento. Sería ideal fomentar que la resolución de estas dudas la hiciesen entre los propios estudiantes.

4. Reflexiones

En ambos casos el tema tratado es el Enlace Químico a través del libro de texto de 4º de ESO de la editorial Santillana (2016). Es evidente que las carencias mencionadas en el primer trabajo deben tenerse en cuenta en la ejecución del segundo. Aun en el caso de que para realizar la actividad cooperativa planteada en el PID se utilizasen otros recursos seguiría siendo imprescindible la orientación por parte del docente para que los estudiantes supiesen interpretar las imágenes que encontrasen relacionadas con el tema.

4.1. Las imágenes

Aunque en cursos anteriores hayan podido estudiar el Enlace Químico, hasta 4º no se ve en profundidad y probablemente nunca hayan estudiado diagramas que muestren la formación de enlaces iónicos o covalentes. Actualmente existen muchísimas animaciones e imágenes disponibles en internet para ilustrar este tema. Será necesario explicarles qué muestra cada elemento dentro de las imágenes, dónde está el núcleo, dónde los electrones, qué ocurre con ellos en cada tipo de enlace, etc.

Dentro del tema se ven representaciones con distintos grados de iconicidad, algo que para nosotros es evidente. Por ejemplo, no tenemos ningún problema para diferenciar una estructura de Lewis de una representación que utiliza esferas o modelos moleculares y saber lo que quiere decir cada una de ellas (Imagen 9). Sin embargo, los estudiantes todavía no manejan estos **lenguajes** y será necesario que comprendan que todos ellos pueden representar lo mismo pero de maneras diferentes. Al principio les costará, pero una vez que lo hayan integrado no lo olvidarán y lo tratarán con naturalidad. Además esto puede ayudarles a comprender conceptos más complejos como puede ser la regla del octeto o los electrones de valencia.



Imagen 9. Distintas representaciones para un enlace covalente, diagrama de bolas a la izquierda y estructuras de Lewis a la derecha.

4.2. En el centro de prácticas

En la Imagen 10 se muestra el modelo molecular realizado por una alumna del centro (derecha). Para construirlo tomó como referencia la imagen presente en el libro de texto correspondiente a la estructura del cuarzo (izquierda). Sin embargo, en su representación tridimensional existen muchos errores químicos de los que ella no era consciente. No sabía que en estas estructuras cada átomo de Silicio se une a cuatro átomos de Oxígeno formando un tetraedro regular, simplemente intentó copiar lo que veía sin llegar a comprender lo que estaba representando. En esta ocasión resulta evidente la limitación de las imágenes para transmitir conocimiento por sí solas.



Imagen 10. Estructura cuarzo libro y la construida por la alumna.

Trabajar estos dos proyectos de forma conjunta me ha hecho plantearme la posibilidad de unirlos en el apartado dedicado a la gamificación. Estaría bien incluir actividades en las que ellos tengan que representar los enlaces mediante ilustraciones o incluir imágenes que se hayan visto durante el tema. Esto nos puede ayudar a comprobar si el alumnado ha comprendido realmente las distintas formas de representación de los enlaces. Hacer que ellas y ellos expliquen estas imágenes al resto de la clase puede ser otra manera de descubrir conceptos que puedan estar entendiendo de forma errónea y corregirlos.

4.3. Principales dificultades de aprendizaje

Un punto en el que suele haber dificultades de aprendizaje es la diferenciación entre **metales y no metales**. Se trata de un concepto bastante abstracto así que suele aprenderse de memoria tomando como referencia la posición de los elementos en la tabla periódica. Esto también supone un problema ya que aprender la tabla periódica de memoria en este nivel académico es una tarea aburrida además de innecesaria. Sí que considero imprescindible sin embargo que sean capaces de saber si un átomo es metálico o no a través de su configuración electrónica y, por lo tanto, su tendencia a captar a ceder electrones. Es decir, después de todo lo aprendido en este Máster, considero que debería priorizarse el razonamiento lógico por encima del memorístico. Por ejemplo, si los alumnos asocian la pérdida de electrones con la formación de cationes será más sencillo que comprendan el funcionamiento del enlace metálico y no se limiten a aprenderlo de memoria.

Por otro lado, sería necesario reforzar el aprendizaje relacionado con la secuencia de llenado de los **orbitales atómicos**. De nuevo considero que el problema subyace en la novedad del lenguaje. No conocen lo que es un orbital en profundidad y pretendemos que en dos sesiones sepan cómo se llenan y que además sepan relacionarlo con los enlaces que formarán y con sus propiedades físicas. De nuevo sería interesante recurrir a distintas formas de representación de este concepto para que poco a poco fuesen comprendiendo en qué consiste y cómo funciona.

Es importante hacer hincapié en la diferencia entre **enlace atómico y molecular**, y por lo tanto saber también diferenciar entre átomos y moléculas. Son conceptos que los estudiantes confunden con frecuencia y son la base para temas posteriores.

También se observa una tendencia a confundir los distintos **tipos de enlace atómico** y sus propiedades, esto se debe a que intentan estudiarlos de memoria sin comprender cómo se forma cada uno de ellos. Probablemente, el origen de este problema radique en la forma de enseñar el tema. Deberíamos fomentar que conociesen la relación entre la estructura interna de una sustancia y sus propiedades físicas. Las imágenes son el vehículo ideal para lograrlo, como docentes podemos utilizar imágenes ya existentes o incluso elaborar las nuestras propias.

4.4. Influencia en mi propia visión

En lo referente al primer trabajo me quedo con la inquietud de **seguir formándome** en este campo. Tanto en el de la ilustración (cosa que ya estoy haciendo) como en el su aplicación en el campo de la enseñanza. Ahora cada vez que veo un libro de ciencias lo analizo teniendo en cuenta lo aprendido, ¡y no solo con libros! En general lo hago con todas las imágenes científicas que se cruzan en mi camino. Observar la estética escogida, si es coherente con el mensaje que quiere transmitir, si una persona que no sea científica sería capaz de interpretarla sin ayuda, en caso negativo, qué necesitaría tener la imagen para que esto último fuese posible... E incluso cómo podría explicar esa imagen en un aula o si sería realmente útil para la transmisión de esos conocimientos.

También intento hacer el trabajo inverso, es decir, reflexionar acerca de cómo mejorar las imágenes que no están cumpliendo su función o cómo podría transmitir ese conocimiento creando mis propias imágenes. Sin embargo, soy consciente de que se trata de una decisión de compromiso, el tiempo es limitado y no se pueden crear imágenes propias para todas las ocasiones. Sería necesario comenzar buscando referencias previas sobre el tema y después crear las imágenes propias adaptadas al nivel de los alumnos y a su uso, ya sea como presentación, para que las copien como apuntes, como base de trabajo...

Gracias a la realización del P. I. D. tuve la oportunidad de enfrentarme a un aula de alumnos de 4º de ESO. Siento que esta es la mejor experiencia que me ha aportado el máster: experimentar lo que significa **dar clase por primera vez**. Además de tener la oportunidad de observar el trabajo de un profesional en primera persona y poder aprender directamente a través de la experiencia.

4. Conclusiones

Después de haber dedicado todo el curso académico al aprendizaje de todo lo que conlleva la profesión de docente, he descubierto algunas opciones que antes ni se me habían cruzado por la cabeza.

Mi futuro profesional

Por un lado, buscaba **experimentar** con la docencia y comprobar si podía aportarme lo que estaba buscando a nivel profesional. Reconozco que me ha gustado mucho y es una salida laboral que no desestimo de cara al futuro, sin embargo, actualmente no es mi prioridad. Me ha encantado su parte social, el trato con los estudiantes y la preparación de las clases. Sin embargo, soy consciente de la cantidad de trabajo que conlleva para lograr unos resultados óptimos y en estos momentos me interesa dedicar mi tiempo en mayor medida a todo lo relacionado con la **ilustración**. De hecho, gracias a la realización de estos estudios he descubierto el punto en el que se une tanto con la enseñanza como con la ciencia. Nunca había reflexionado tan profundamente acerca del potencial que tiene este campo.

El Máster

Aunque la experiencia de haber cursado el Máster ha sido muy interesante, bajo mi punto de vista hay aspectos que se podrían mejorar. Comprendo que la falta de guía en la realización de algunos de los trabajos busca que nosotros indagemos de forma individual y descubramos cosas por el camino. Aunque esta idea me parece muy interesante, considero necesario saber al menos los criterios que tendrán los docentes a la hora de evaluar esos trabajos para poder realizarlos lo mejor posible. A menudo me he sentido perdida por no tener claros esos objetivos, al querer dejar las cosas poco definidas quizá las pautas a seguir se quedaban demasiado en el aire y no llegábamos a comprenderlas. A mi parecer esto puede llegar a generar un estado de frustración en los estudiantes por no tener claro qué es lo que se esperaba de nosotros.

La asistencia obligatoria a clase también tiene su parte positiva y negativa. Por un lado considero muy constructivo el realizar trabajos en grupo, he podido aprender otros enfoques gracias al trato con mis compañeros y considero que han salido proyectos interesantes. No obstante, en repetidas ocasiones la teoría impartida se repetía en

distintas asignaturas, especialmente en el primer cuatrimestre. Por otro lado, muchos de los estudiantes de este máster somos gente adulta con trabajo y/o vida familiar, quizá sería interesante plantear una mayor flexibilidad con el tema de la asistencia.

Como **conclusión final** decir que me quedo con todo lo positivo que me ha aportado este curso académico. He aprendido sobre temas que no había estudiado antes y mi visión entorno a lo que significa ser profesora es muy diferente a la idea que tenía al comenzar Máster. He descubierto muchos aspectos en los que no se piensa hasta que te enfrentas a ellos, como la preparación de la programación anual, las clases, evaluación o adaptación de las actividades y clases al alumnado. Además de haber disfrutado de la experiencia en primera persona de dar clase a un aula de ESO, creo que esta última experiencia ha sido la más reveladora para descubrir que la docencia es una salida laboral muy interesante a la vez que gratificante.

5. Bibliografía

- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós Ibérica.
- Fernández, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio siglo XXI*, 24, 35–56.
- Flores, S., Trejo, A., y Trejo, L. (2003). *¿Cómo Mejorar el Proceso Enseñanza – Aprendizaje Mediante la Evaluación – Regulación?: el Caso de la Termodinámica*. Memorias de las Terceras Jornadas Internacionales de la Enseñanza Universitaria de la Química, Argentina, 1-8, octubre.
- Jiménez Valladares, J. D., Perales Palacios, F. J. (2002) La evidencia experimental a través de la imagen de los libros de texto de Física y Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(2), 114-129.
- Johnson, D., y Johnson, R. (1999). *Learning together and alone: Cooperative, competitive and individualistic learning*. Boston: Allyn & Bacon.
- Maturano, C., Aguilar, S., Núñez, G. (2009) Propuestas para la utilización de imágenes en la enseñanza de las ciencias experimentales. *Revista Iberoamericana de Educación*, 49/4, 1-11.
- Matus Leites, L., Benarroch Benarroch, A., Perales Palacios, F. J. (2008) Las imágenes sobre enlace químico usadas en los libros de texto de educación secundaria. Análisis desde los resultados de la investigación educativa. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), 153–176.
- Méndez, D. (2012). El aprendizaje cooperativo y la enseñanza tradicional en el aprendizaje de la física. *Educación y Futuro*, 27, 179–200.
- Otero, M. R. (2004) El uso de imágenes en la Educación en Ciencias como campo de Investigación. *Revista de Enseñanza de la Física*, 17(1), 9-22.
- Perales, 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.
- Perales Palacios, F. J. (2006) Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 13–30.
- Perales, F. J., Jiménez, J. D. (2002) Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 369-386.
- Perales, F. J., Jiménez, J. (2004). Las ilustraciones en los libros de Física y Química de la ESO. *Educación Abierta. Aspectos didácticos de Física y Química 12*. ICE de la Universidad de Zaragoza, pp. 11-65.
- Quintanal, F. (2016). Gamificación y la Física–Química de Secundaria. *Education in the Knowledge Society*, 17(3).
- Traver, J., y García, R. (2007). Construcción de un cuestionario-escala sobre actitud del profesorado frente a la innovación educativa mediante técnicas de trabajo cooperativo (CAPIC). *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 9(1).
- Vidal Fenández, M. C., Sánchez Gómez, D., Luis García, J. L. (2016) *Física y Química. Serie Investiga*. Madrid: Editorial Santillana.

6. Anexos

Anexo I. Trabajo Fundamentos de diseño instruccional y metodologías de aprendizaje en las especialidades de Física y Química y Biología y Geología

Análisis de las imágenes en libros de texto de Física y Química de 4º de ESO

Andrea Cebollada Muñoz. Especialidad de Física y Química.

Introducción

La relación entre imagen y ciencia es compleja, Otero (2004) describe brevemente su evolución a lo largo de la historia. En la época de los egipcios y babilonios, y posteriormente durante un largo periodo de tiempo, la ciencia se representaba mediante imágenes. Estas representaciones no se limitaban a ser algo meramente decorativo sino que constituían el propio vehículo de transmisión del saber. Es a partir del siglo XVII cuando comenzó a infravalorarse la capacidad de las ilustraciones para transmitir información. En este momento empezaron a utilizarse como instrumentos de difusión al gran público, se convirtieron en una herramienta para divulgar ideas de gran complejidad de forma simplificada. La situación empeoró con los años llegando a ser consideradas obstáculos para el saber.

Al aparecer las tecnologías de la comunicación y la información la situación fue cambiando. Sin embargo, su uso en ciencias continuó siendo como acompañamiento de textos, nunca como un fin en sí mismas. Con el paso de los años se viene observando como los libros de texto dedicados a la rama científica cada vez incluyen un mayor número de imágenes, hasta el punto de que ya existen varios estudios que cuestionan si esto favorece realmente el aprendizaje (Maturano, Aguilar y Núñez, 2009; Perales, 2006).

Actualmente existe mucha controversia en torno al uso de las imágenes en educación y más concretamente en el área de las ciencias experimentales (Jiménez y Perales, 2002; Perales, 2008). En este trabajo se pretende realizar un análisis de las imágenes que figuran en el tema dedicado al enlace químico dentro del libro de 4º de ESO de la editorial Santillana (2016). Se realizará una clasificación de las mismas, se analizará si son adecuadas y si logran transmitir los contenidos teóricos que representan de manera satisfactoria.

Fundamentación teórica

El ojo que mira

Las imágenes permiten una comunicación mucho más libre de la información, pero esto quiere decir que también lo es su interpretación. La realidad nunca es objetiva sino que depende del observador y aquí entran en juego muchas variables (cultura, bagaje personal, entorno, edad...), de tal forma que una misma imagen puede ser interpretada de manera totalmente diferente por dos personas distintas. Esto quiere decir que es esencial que los alumnos comprendan a fondo el lenguaje científico, el icónico y la

relación entre ambos, sólo así serán capaces de interpretar las imágenes ilustrativas de manera adecuada (Otero, 2004).

Para lograr este objetivo es indispensable comenzar con la formación del propio cuerpo docente. Se ha observado que dentro del profesorado existen muchas concepciones erróneas en la relación de las imágenes con la enseñanza (Otero, 2004; Perales y Jiménez, 2008). Por ejemplo, prevalece la creencia de que la relación entre imagen externa e interna es directa (interpretación unívoca), de que las imágenes son más fáciles de asimilar que las palabras, que se recuerdan de forma automática una vez que se han visualizado, que son evidentes y no requieren explicación, que tienen una función motivadora intrínseca... Todas estas afirmaciones son mitos, así que el primer paso sería romper con ellos y que los educadores aprendieran a enseñar cómo mirar las imágenes.

Es imprescindible que tenga lugar esta orientación por parte del profesorado dada la naturaleza compleja de las imágenes, si no se siguen una serie de pautas es frecuente caer en errores interpretativos. En muchas ocasiones, las ilustraciones facilitan la comprensión de información de gran complejidad, sin embargo, utilizarlas como medio de comunicación sin haber aprendido previamente a interpretarlas puede tener resultados indeseados (Perales y Jiménez, 2002).

Es interesante prestar atención a la relación que existe entre imagen y texto. Lo primero que hay que tener en cuenta es que deben estar interconectados, no funcionan correctamente si cada uno ilustra un tema diferente. Ambos deberían aportar información relevante y complementaria.

Funciones de la imagen

Perales (2008) profundiza en los distintos papeles que desempeñan las imágenes en la enseñanza de las ciencias. Menciona su utilidad para la modelización de teorías y enfatiza la importancia y singularidad de las gráficas en el ámbito científico, al fin y al cabo estas representaciones también son imágenes y facilitan la interpretación de información cuantitativa.

También enumera los principales núcleos de investigación en relación a las imágenes en los libros de texto:

- Sus características y categorización (individual o en relación al texto).
- Su función propia en comparación con la del texto.
- Habilidades específicas del alumnado para su interpretación.
- Su uso en la representación de analogías que faciliten la comprensión.

Algunos de los problemas que observa tras su estudio son: excesiva complejidad, función simplemente decorativa, falta de orientación sobre la información que aportan, componentes simbólicos y realistas poco diferenciados, errores científicos y/o técnicos...

Matus, Benarroch y Perales (2008) realizan un análisis específico de las imágenes utilizadas en el tema del enlace químico en varios niveles de formación. Destacan la importancia de las representaciones simbólicas, los diagramas de partículas, fórmulas y ecuaciones químicas como herramientas básicas para comprender la materia. Considera que se trata de un lenguaje químico en sí mismo y recalca la necesidad de que el alumnado lo comprenda para poder utilizarlo correctamente.

Clasificar imágenes

Para analizar las imágenes presentes en los libros de texto se hace necesaria una clasificación previa de las mismas.

Galagovsky (2004; citado en Matus et al., 2008) distingue dos variaciones dentro del lenguaje simbólico: el gráfico (modelos de bolas, varillas...) y el formal (estructuras de Lewis). No es tan importante saber diferenciar entre ambos, sino que los docentes seamos conscientes de que las fórmulas son convenciones simbólicas que facilitan la comunicación acerca de un tema concreto (en este caso la química).

Algunas clasificaciones tienen en cuenta la función de la imagen, el grado de iconicidad (cuanto más se acerque o aleje de la realidad que representa), su relación con el texto, su contenido científico... Cada categorización facilita un análisis diferente. Según su funcionalidad pueden dividirse en motivadoras o cognitivas. Las primeras tienen como objetivo principal captar la atención del estudiante, mientras que las segundas facilitan la comprensión y se dividen a su vez en descriptivas o ilustrativas de modelos.

Resultados del análisis de Matus et al. (2008)

Se describen brevemente los resultados obtenidos en esta publicación por la similitud con los datos que se van a tratar posteriormente en este trabajo. Tras analizar las imágenes presentes en el tema del enlace químico en varios libros de distintos niveles educativos, los autores observan que existe una tendencia en el uso de imágenes de manera descriptiva.

En lo referente a su iconicidad observan diferencias claras en función de la edad de los estudiantes. En los niveles inferiores se utilizan con mayor frecuencia los modelos de bolas (modelos evocadores de la realidad, simulaciones), mientras que en los superiores predominan las estructuras de Lewis, rayas o niveles electrónicos (se presupone una comprensión más profunda del tema, además de utilizar un nivel de formalidad mayor). También han observado que el uso de representaciones diferentes para una misma molécula favorece la comprensión del enlace químico.

Destacan que la relación entre texto e imagen es pobre y achacan esta situación a la falta de comunicación entre autores e ilustradores. Consideran que la coherencia entre ambas debería ser prioritaria ya que está teniendo lugar una modelización de ideas que no son nada evidentes por sí mismas.

Por último recalcan la importancia de que el profesorado realice actividades específicas que ayuden a los estudiantes a interpretar y utilizar correctamente las imágenes. También consideran que tiene una fuerte influencia en el aprendizaje la elección apropiada de sustancias químicas y hechos experimentales a representar.

Recursos o instrumentos analizados

Todas las imágenes contenidas en este apartado pertenecen al tema del enlace químico del libro de Física y Química de la editorial Santillana editado en el año 2016. Se trata de una selección que permitirá comprender los resultados expuestos en el siguiente apartado.

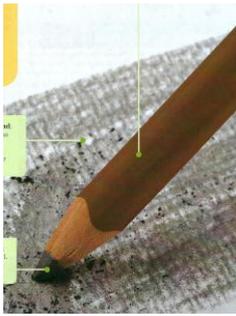


Figura 1. Fotografía de un lápiz de grafito.

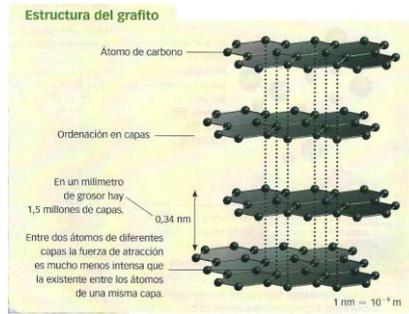


Figura 2. Estructura química del grafito.

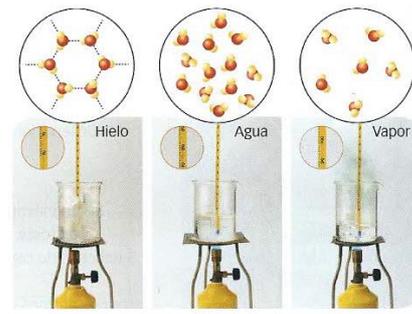


Figura 3. Representación de las moléculas de agua en sus distintos estados de agregación.

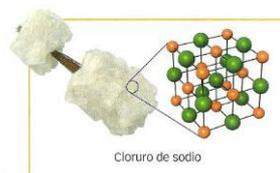


Figura 4. Imagen de un cristal de NaCl y representación de su estructura cristalina.

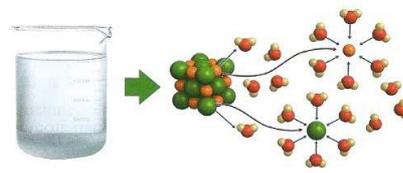


Figura 5. Representación de la disolución de un cristal de NaCl en agua.

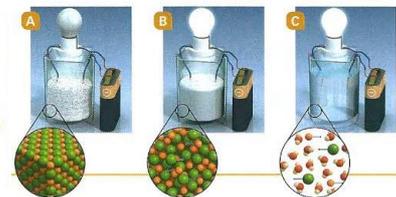


Figura 6. Conductividad del NaCl en estado sólido, fundido o disuelto en agua.

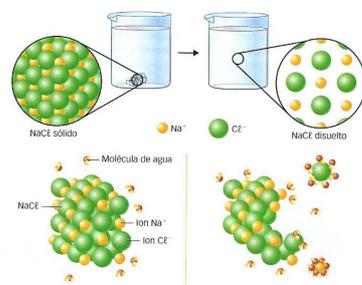


Figura 7. Representación de la solubilidad del NaCl en agua.

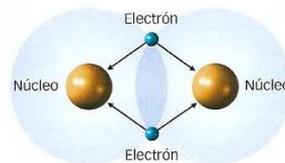


Figura 8. Representación de un enlace covalente.

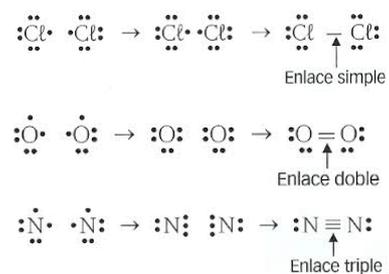


Figura 9. Estructuras de Lewis para un enlace simple, doble y triple.

Resultados

Dado que la extensión de este trabajo es limitada he decidido no realizar una clasificación previa de las imágenes analizando al mismo tiempo para cada imagen su grado de iconicidad, su relación con el texto y aquello que pretende representar, resaltando u obviando en cada caso los aspectos que sean o no relevantes. No se analizan en profundidad todas las imágenes del tema pues la extensión sería excesiva, así que se ha realizado una selección de las más representativas.

Como era de esperar, hay un número elevado de imágenes dentro del tema. Algunas de ellas tienen un grado de iconicidad muy alto, como es el caso de la Figura 1. Esta fotografía pertenece a la doble página inicial y guarda una relación directa con los

textos que la acompañan y con el resto de imágenes presentes. Se incluye algo de la historia de los usos del grafito (contenido interdisciplinar), algunas de sus características, la relación de la distinta dureza de los lápices con su composición, un esquema de la estructura química del grafito (Figura 2)...

A lo largo del tema se repiten en varias ocasiones imágenes de botes de vidrio y vasos de precipitados que contienen líquidos sin que quede muy clara la función didáctica de estas fotografías.

En la Figura 3 hay una mezcla de imágenes con grados de abstracción muy diferentes. Por un lado, se observa un vaso de precipitados bajo el cual se sitúa un foco de calor, así como una ampliación de las distintas temperaturas por las que pasa el termómetro introducido en el recipiente. Con esta imagen se representan los cambios de estado que tienen lugar al calentar un vaso de precipitados que contiene hielo, agua y, finalmente, vapor. Esta es la interpretación que hacemos de la imagen en nuestra sociedad porque leemos de izquierda a derecha.

Por otro lado, se observa una representación simbólica del comportamiento de las moléculas de agua en función de su estado de agregación. Considero que esta imagen podría ser mejorable ya que es probable que induzca a error al representar los enlaces de hidrógeno únicamente en el estado sólido. Tanto la imagen en sí misma como su relación con el texto pueden generar ideas confusas sobre el comportamiento de las moléculas de agua si el docente no toma un papel activo y describe con claridad lo que está ocurriendo.

Sin embargo es muy interesante la idea de unir en una única representación una parte realista y una simbólica (siempre que se especifique claramente cada una de ellas). Esto se menciona en el artículo (Otero, 2004) al hablar de lenguaje científico, estas asociaciones ayudan a los estudiantes a asimilar el nuevo lenguaje y a utilizarlo correctamente con mayor facilidad. Las Figuras 4, 5 y 6 también contienen imágenes mixtas, algunas de ellas con mayor dificultad de interpretación que otras.

La Figura 5 presenta errores en su representación y no es coherente con el texto al que acompaña. En él se especifica que la orientación de las moléculas de agua debe de ser la adecuada para que tenga lugar la disolución del cristal, sin embargo en la imagen estas moléculas se orientan de la misma manera alrededor de los dos tipos de iones. Esto es muy importante ya que complica la interiorización del lenguaje científico, los alumnos no tendrán claro cuál es esa “orientación adecuada” a la que se refiere el texto.

La Figura 7 representa lo mismo que la 5 pero de forma más detallada. Aquí si se especifica de forma correcta la orientación de las moléculas de agua al interactuar con cada uno de los iones.

Se recurre a menudo a esquemas de bolas y varillas para representar enlaces. Este sistema de representación es usado dentro de la química continuamente pero será necesario introducir a los alumnos en él y enseñarles a usarlo y a entender lo que representa cada símbolo.

Las Figuras 8 y 9 representan la formación de enlaces covalentes pero de formas diferentes. El grado de abstracción de las estructuras de Lewis (Figura 9) es mucho mayor que el de las representaciones con esferas (Figura 8) esta diferenciación dentro del lenguaje simbólico se ha especificado en el apartado anterior del trabajo. La representación de un mismo hecho de varias formas favorece su comprensión y por lo tanto su aprendizaje.

Discusión y consideraciones finales

Después de analizar las imágenes de este tema, se puede concluir que muchas de las dificultades descritas en la bibliografía hace ya algunos años siguen estando presentes. La problemática relacionada con las imágenes es especialmente compleja por tratarse de un tema multidisciplinar que no sólo afecta a las ciencias sino que también entran en juego factores que, en ocasiones, son casi filosóficos.

Bajo mi punto de vista, se trata de un área en el que es imposible llegar a una única conclusión. Las posibilidades de representación son infinitas y además las variables a tener en cuenta no se limitan a la representación en sí, sino que también incluyen las características del observador, del docente o la temática entre otras.

Sin embargo sí que pueden establecerse unas pautas sobre las que continuar investigando (qué imágenes funcionan mejor en cada caso, qué efecto tienen sobre el alumnado, la formación del profesorado en este campo, complementación de texto e ilustraciones...).

Como docentes deberíamos tomar conciencia de la importancia que tienen las imágenes, de su impacto sobre los estudiantes y, finalmente, de nuestra responsabilidad a la hora de enseñarles a interpretarlas.

Referencias

- Jiménez Valladares, J. D., Perales Palacios, F. J. (2002) La evidencia experimental a través de la imagen de los libros de texto de Física y Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(2), 114-129.
- Maturano, C., Aguilar, S., Núñez, G. (2009) Propuestas para la utilización de imágenes en la enseñanza de las ciencias experimentales. *Revista Iberoamericana de Educación*, 49/4, 1-11.
- Matus Leites, L., Benarroch Benarroch, A., Perales Palacios, F. J. (2008) Las imágenes sobre enlace químico usadas en los libros de texto de educación secundaria. Análisis desde los resultados de la investigación educativa. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), 153-176.
- Otero, M. R. (2004) El uso de imágenes en la Educación en Ciencias como campo de Investigación. *Revista de Enseñanza de la Física*, 17(1), 9-22.
- Perales Palacios, F. J. (2006) Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 13-30.
- Perales, 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.
- Perales, F. J., Jiménez, J. D. (2002) Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 369-386.
- Perales, F. J., Jiménez, J. (2004). Las ilustraciones en los libros de Física y Química de la ESO. *Educación Abierta. Aspectos didácticos de Física y Química 12*. ICE de la Universidad de Zaragoza, pp. 11-65.
- Vidal Fenández, M. C., Sánchez Gómez, D., Luis García, J. L. (2016) *Física y Química. Serie Investiga*. Madrid: Editorial Santillana.

Anexo II. Proyecto de Innovación Docente (Evaluación e innovación docente e investigación educativa en Física y Química)

CAMBIANDO ROLES Y REPASAR JUGANDO

Andrea Cebollada Muñoz. Especialidad de Física y Química.

Introducción

Durante el tercer periodo de prácticas he tenido la oportunidad de llevar a cabo varias experiencias en un aula de 4º de ESO dentro de la asignatura de Física y Química. El colegio en el que he realizado el Practicum III ha sido O. D. Santo Domingo de Silos, se trata de un centro católico concertado situado en el barrio de las Fuentes.

Durante el periodo de observación (Practicum II) asistí a la totalidad de las clases impartidas por mi tutor del centro (Fernando Rived) lo que me permitió conocer mejor al alumnado. Así que, una vez que mi compañero de prácticas (Pablo López Nieto) y yo nos repartimos los grupos, pude orientar con mayor facilidad cómo aplicar mi proyecto de innovación docente. El aula contaba con un total de 27 alumnas y alumnos, de los cuales dos eran repetidores y tres habían llegado a España recientemente desde diferentes países de origen. Por lo general, se veía que el alumnado estaba muy dispuesto a colaborar en las clases, prestaban atención y su comportamiento era bueno. Por ello decidí apostar por metodologías activas como el aprendizaje cooperativo y la gamificación, haciendo que su participación fuese activa la mayor parte del tiempo.

El principal objetivo de estas experiencias era una mayor involucración del alumnado en el aula, que fuesen sujetos activos y no tan pasivos como en las clases magistrales. Fernando les hace participar continuamente mediante preguntas o actividades, pero quería observar cómo afectaba en ellos el hecho de tener además una mayor responsabilidad. La actividad propuesta hacía que su participación fuese de gran importancia para el desarrollo del temario.

Aunque considero que mi propuesta didáctica hubiese podido funcionar en ambos grupos, no me habría atrevido a desarrollarla en el otro debido a la falta de tiempo. La respuesta de los estudiantes tenía que ser rápida y durante el periodo de observación había visto que el otro grupo era algo más disperso.

La Unidad Didáctica que se nos asignó fue el Enlace Químico. El método de evaluación estaba ya fijado, contando un 90% la nota del examen y un 10% el resto de actividades. El examen también debía contener parte del temario impartido por Fernando previamente (Tabla Periódica y configuraciones electrónicas), por lo que el juego que preparé para la sesión de repaso debía abarcar todo el temario mencionado.

Fundamentación teórica

En ESO y Bachillerato se sigue fomentando el aprendizaje memorístico por encima del conceptual, esto se debe a que la metodología tradicional continúa siendo la principal alternativa a la hora de impartir clases (Flores, Trejo y Trejo, 2003). Sin embargo, existen estudios que demuestran que para que exista un aprendizaje significativo, es necesario establecer relaciones lógicas entre los contenidos que se estudian. Para ello es básico vincular el material a conocimientos previos, experiencias y al contexto cultural en el que se encuentra inmerso el alumnado (Ausubel, 2002). En relación a esto, Fernández (2006) apuesta por una enseñanza orientada a la resolución

de problemas reales de forma que el alumnado sea capaz de ver la aplicación directa de aquello que se le está mostrando. Así se lograría un verdadero aprendizaje del conocimiento teórico, al comprender el cómo (procedimiento) y el por qué (contexto). De esta manera el protagonismo pertenece a la persona que está aprendiendo, mientras que el docente se convierte en un guía que evalúa y apoya en los momentos en que sea necesario.

Las actividades cooperativas resultan muy útiles a la hora de lograr dicho aprendizaje significativo que, por tener un sentido, incluir elementos que se conocen, ser activo y real, será indudablemente más duradero (Traver y García, 2007). Esta metodología de trabajo conlleva la realización de tareas en las que los estudiantes colaboran entre sí, por lo que es inevitable que durante el proceso surjan desacuerdos. En estos momentos será necesaria la comunicación dentro del grupo para alcanzar puntos comunes y tener en cuenta todas las perspectivas de sus integrantes (Johnson y Johnson, 1999). Por todo esto resulta evidente que este aprendizaje favorece también el desarrollo de otros aspectos más orientados a la convivencia como la solidaridad, el respeto, el diálogo... (Gonzálvez, Traver y García, 2011).

Un ejemplo que ilustra los efectos positivos de esta modalidad de aprendizaje es el estudio realizado por Méndez (2012). En él se compara el interés de dos grupos homogéneos de 3º de ESO por varias materias después de un periodo en el que a un aula se le imparte clase de manera tradicional mientras que a la otra se le plantean actividades colaborativas. El cambio de motivación es claro, aquellos que han realizado aprendizaje cooperativo muestran un incremento en su interés hacia las materias, sin embargo, con la metodología tradicional no se observan cambios significativos.

Por otro lado, la gamificación, consiste en trasladar los componentes motivadores intrínsecos que tiene el juego a un entorno no lúdico, como en este caso puede ser el aula. Esto consigue que tareas ordinarias o normalmente aburridas se conviertan en algo con lo que el individuo se está divirtiendo (Quintanal, 2016). La intención es lograr la implicación de los usuarios y su predisposición favorable hacia el aprendizaje.

La apuesta de introducir el juego en áreas no relacionadas con el ocio proviene del éxito social que están teniendo los juegos actualmente. Así que la idea de que aprender se convierta en algo divertido, sin presión y que apetezca hacer para pasar el rato parece casi revolucionaria. De esta forma surge lo que podemos denominar como gamificación educativa, que no son más que juegos o simulaciones cuya finalidad es educar. Sánchez i Peris (2015) profundiza en cómo al aplicar estas metodologías se logra un aumento significativo de la concentración, esfuerzo y motivación de los estudiantes.

En su publicación “Aplicación de herramientas de gamificación en física y química de secundaria”, Quintanal (2016) realiza un resumen de algunos de los elementos básicos que caracterizan a esta herramienta:

- La base del juego: Dejar claro qué se pretende transmitir y establecer las normas del juego. Siempre prestando mucha atención a la interactividad y dando importancia también al feedback.
- Mecánica: Incorporar recompensas que fomenten su deseo de superación.
- Estética: Es importante utilizar imágenes gratificantes al diseñar la experiencia.
- Idea del juego: Definir unos objetivos claros.
- Conexión juego-jugador: Establecer un compromiso con el usuario, dejar claras las expectativas, si las reglas no están claras o no se entienden

fácilmente se puede llegar a un estado de frustración y que el resultado sea negativo.

- Jugadores: Tener en cuenta su perfil, esto es muy importante para orientar la actividad correctamente.
- Motivación: Es importante que los desafíos no sean pocos pero tampoco demasiados, ya que en el primer caso el juego puede resultar aburrido y en el segundo frustrante.
- Promover el aprendizaje: Mediante una puntuación y feedback correctivo.
- Resolución de problemas: Es el gran final, llegar a la meta, conseguir lo propuesto.

Por último, Fernández (2006) presenta un análisis de diferentes métodos de enseñanza. En este trabajo he incluido un resumen de los tres empleados durante el Practicum III por considerarlo de utilidad a la hora de enfocar la docencia.

Aprendizaje cooperativo. Trabajo en pequeños grupos y evaluación en función de los resultados. Como ventajas presenta el desarrollo de habilidades interpersonales y de comunicación, aumento de la flexibilidad ante opiniones diversas, adaptabilidad. Se recomienda al docente prestar especial atención a la formación de los equipos y diseñar las tareas de forma clara y precisa. Su papel sería principalmente resolver las situaciones problemáticas y fomentar la reflexión del equipo.

Exposición / Lección magistral. Consiste en la presentación de la información de forma ordenada, por lo que es especialmente útil para transmitir conceptos complejos. Es una buena idea hacer participar también al alumnado mediante preguntas, actividades, materiales...

Simulación y juego. Se trata de un aprendizaje interactivo utilizando una experiencia diferente. Su principal ventaja es la estimulación de los estudiantes, que experimentan un aprendizaje agradable y divertido. Facilita la participación y fomenta habilidades y capacidades interpersonales. Como recomendaciones indica que los límites del ejercicio deben estar definidos por las paredes del aula, por las reglas del juego o por ambas, no se representa una situación “real” donde se ve la aplicación directa de los conocimientos. El docente debe manejar la situación en todo momento y establecer la dinámica del juego, mientras que los alumnos experimentan y son una parte activa.

Metodología

El PID que realicé en el centro se desarrolló a lo largo de cinco sesiones y media repartidas de la siguiente manera:

Tabla 1. Esquema con la organización de las sesiones docentes.

Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4	Sesión 5	Sesión 6
26.04.19	29.04.19	30.04.19	03.05.19	06.05.19	07.05.19
Enlace químico	Enlace químico	Enlace químico	Repaso	Examen	Revisión examen
Actividad cooperativa (mitad de la hora)	Actividad cooperativa y clase magistral	Actividad cooperativa y clase magistral	Gamificación		Práctica con modelos moleculares

Con la propuesta de dos actividades claramente diferenciadas que pueden enmarcarse dentro de la innovación docente. Por un lado, el alumnado llevó a cabo un trabajo cooperativo por grupos que abarcaba el estudio de la Unidad Didáctica del Enlace Químico. En esta actividad realizamos lo que se presentó como un intercambio de roles, ellos fueron los/as profesores/as y cada grupo tenía la responsabilidad de enseñar al resto de la clase un apartado del tema. Por otro lado, durante la sesión de repaso nos divertimos estudiando para el examen con una experiencia de gamificación inspirada en el juego Party&Co.

Durante el desarrollo de las clases hicimos uso de material adicional proporcionado por el centro como cristales de diversos tipos o modelos moleculares (Imagen 1).

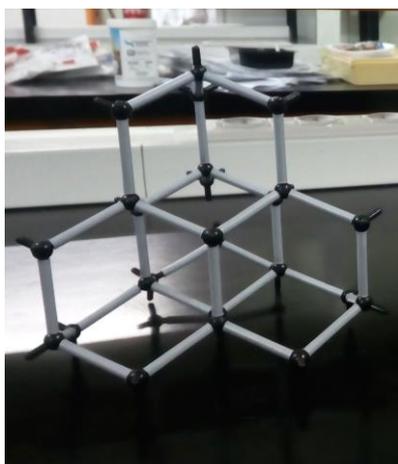
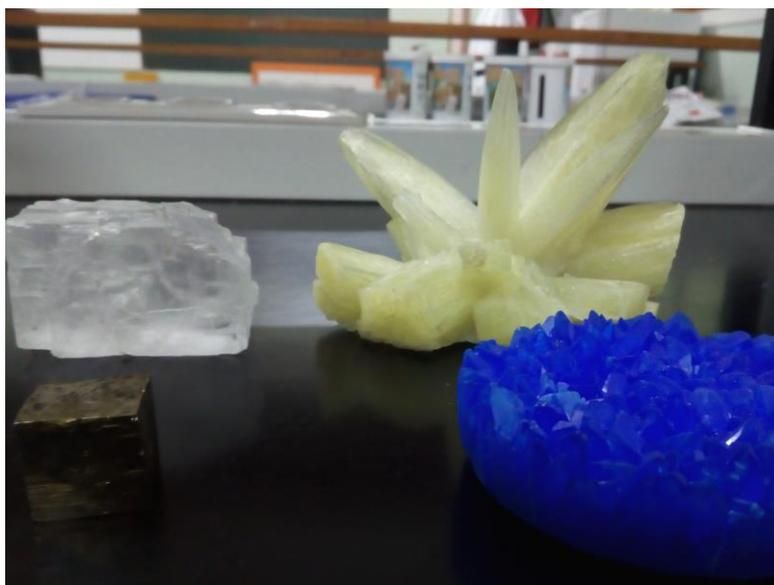


Imagen 1. Arriba, varios cristales utilizados en las clases. Abajo, modelos moleculares que representan el diamante (izda.) y el grafito (dcha.).

1ª Experiencia. Actividad cooperativa, alumnado como docentes.

El desarrollo de las sesiones tuvo lugar tal y como se muestra en la Tabla 2

Tabla 2. Desarrollo de las sesiones dedicadas a la actividad cooperativa.

Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3
Terminar ejercicios con Fernando	Preparación	Ejercicios Lewis
Introducción al tema	Presentaciones alumnado	Repaso enlace molecular
Trabajo cooperativo y dudas	<ul style="list-style-type: none"> • Enlace covalente (Propiedades) • Enlace molecular 	Presentaciones alumnado <ul style="list-style-type: none"> • Enlace covalente (Definición) • Enlace iónico (Definición) • Enlace iónico (Propiedades) • Enlace metálico
	Repaso enlace covalente	Repaso enlace metálico Aprender a interpretar el esquema de cristales, sustancias moleculares y átomos

1ª sesión: El primer día fue de toma de contacto con el tema, para ello utilicé una breve presentación con la que hablar con el grupo sobre el enlace de forma genérica e introducir la parte específica. Fue una manera de evaluar sus conocimientos previos y de que hiciesen asociaciones entre el enlace químico y su vida diaria. Comenzamos hablando de ejemplos de enlaces en nuestro día a día: dar la mano, tocarse, atarse los cordones, unas cadenas, un clavo en la madera... Cada uno de ellos es diferente, con una fuerza y propiedades distintas, lo mismo ocurre con el enlace químico. Aquí les pregunté por las diferencias entre el enlace atómico y el molecular, cuáles conocían y mencionamos algunos ejemplos. Fue un primer contacto con el tema veloz, pero que ya sembraba unas bases sobre las que empezar a trabajar. También les permitía conocerme a mí como docente, por ello intenté generar un ambiente de comunicación fluida en el aula.

A continuación introduje la metodología de trabajo. Previamente había realizado la división del tema en 6 apartados y del aula en 6 grupos de 4-5 personas. Los grupos fueron creados con la ayuda de Fernando para que estuviesen equilibrados y evitar en la medida de lo posible conflictos que pudiesen ralentizar la actividad.

Las reglas del juego estaban claras: tenían que preparar una intervención que durase de 5-10 min, todos los miembros del grupo debían participar y disponían de total libertad a la hora de elegir cómo hacerlo. Al no disponer de ordenadores en el aula, la idea inicial fue que preparasen una breve explicación del apartado que se les había asignado (de forma aleatoria) utilizando la información contenida en el libro de texto durante la misma sesión, sin necesidad de preparar nada adicional en casa. Sin embargo,

la libertad era total, podían hacer lo que quisieran para explicar a sus compañeros su parte del tema.

La acogida fue muy buena y todos los grupos se pusieron a trabajar desde el primer momento. Se adaptaron perfectamente al tiempo y para el final de la clase, en unos 15-20 minutos, todos habían decidido cómo querían enfocarlo. Decidieron preparar presentaciones de Power Point, modelos moleculares e incluso un vídeo explicativo. Durante este periodo de preparación los tres docentes estuvimos en el aula hablando con ellos y ayudándoles a comprender los conceptos nuevos, orientar sus explicaciones y resolviendo los conflictos que pudieron surgir en cuanto al enfoque de la presentación o el reparto de tareas dentro del grupo.

Surgieron imprevistos también para mí, por ejemplo, el grupo encargado de la definición del enlace iónico no podía hacer el trabajo durante el fin de semana y hubo que reorganizar la presentación del temario. Me impresionó el buen talante de toda la clase al disponer de tan poco tiempo para prepararlo, no se enfadaron ni se rindieron, cada grupo lo hizo lo mejor que pudo con el tiempo asignado.

Para evaluar la actividad elaboré la siguiente rúbrica de evaluación, tomando como referencia una proporcionada por mi tutor:

	SOBRESALIENTE (4)	NOTABLE (3)	APROBADO (2)	INSUFICIENTE (1)
TRABAJO (A)	El resultado del trabajo es de calidad y los contenidos a exponer quedan claros al resto del alumnado	La explicación es satisfactoria pero quedan dudas sobre el tema explicado	Exponen el tema pero los compañeros y compañeras no llegan a comprenderlo	La exposición es confusa y los conceptos no se explican de forma satisfactoria
REPARTO DE TAREAS (B)	Cada alumno/a tiene un rol definido dentro del grupo y lo cumple con responsabilidad	El reparto de tareas no es totalmente igualitario, pero no existe una gran diferencia	Las tareas se han repartido dentro del grupo pero de manera desigual	La desigualdad en el reparto de tareas es evidente
COMUNICACIÓN DENTRO DEL GRUPO (C)	Se observa que el grupo trabaja bien y su comunicación es fluida	Aunque existe comunicación dentro del grupo, hay momentos de conflicto	La comunicación dentro del grupo no es muy buena pero logran sacar el trabajo adelante	No existe comunicación en el grupo, realizan cada parte de forma individual sin tener en cuenta la de los demás
PARTICIPACIÓN (D)	Todo el grupo participa en la explicación de forma igualitaria	Se observa cierta desigualdad en el nivel de participación	La desigualdad en la participación es evidente, pero todos/as realizan alguna actividad	Hay alumnos/as que no participan en absoluto

2ª sesión: Comenzamos con unos minutos de preparación y surgió un nuevo imprevisto, uno de los grupos se había olvidado la presentación, por lo que acordamos que la harían al día siguiente.

Tenía preparadas exposiciones para el tema a modo de clase magistral interactiva. Mi intención para la realización de las clases era comenzar con sus exposiciones y utilizar las mías como repaso de la materia de forma interactiva para afianzar el temario y subsanar posibles errores de concepto que hubiesen tenido. Sin embargo, debido a la falta de tiempo, tuve que adaptarme a las situaciones conforme ocurrían. Para que la dinámica hubiese funcionado mejor habría necesitado disponer de una hora más en la que orientar a los grupos en función de lo que hubiesen preparado.

Esto demuestra que con este tipo de actividades no sólo se fomenta la adaptabilidad y habilidades sociales del alumnado, sino también las del docente.

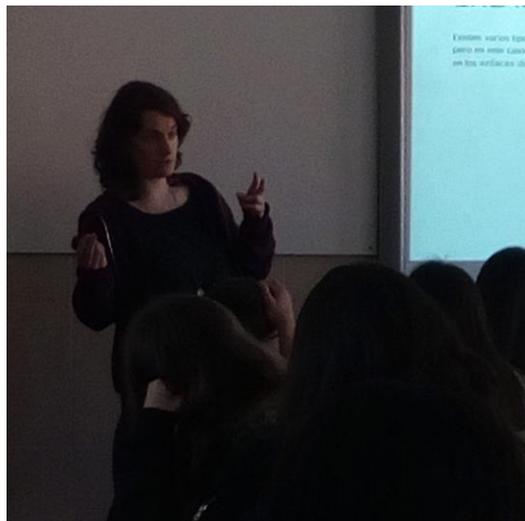


Imagen 2. Izquierda, resolución de ejercicios en clase. Derecha, clase magistral.

Para esta sesión una de las alumnas encargadas del apartado de cristales covalentes había preparado un modelo molecular para el cristal de sílice o cuarzo (Imagen 3). Aunque demostraba su interés por hacer un buen trabajo, no había llegado a profundizar en la composición química de dicho cristal ni en la estructura de la red cristalina.

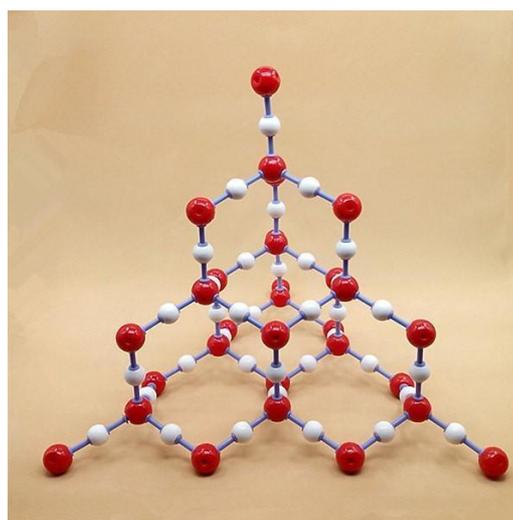


Imagen 3. A la izquierda, fotografía de la red cristalina de la sílice (SiO_2) preparada por una alumna. A la derecha, modelos moleculares correctamente unidos para representar el mismo cristal.

3ª sesión: Fue una hora fue increíblemente productiva. Las exposiciones del enlace iónico fueron impresionantes, un grupo incluso había realizado un vídeo. Consideré innecesario realizar la presentación de repaso de este tipo de enlace y así conseguimos acabar el tema del enlace químico en un tiempo récord. Dedicando los últimos minutos de la clase para ver juntos un esquema proporcionado por Fernando sobre cómo se presentan los elementos (Anexo 1) y así aprender a diferenciar bien entre átomos aislados, moléculas y cristales.



Imagen 4. Arriba, algunas imágenes extraídas de las presentaciones realizadas por el alumnado. Abajo, fotografías realizadas durante las exposiciones de los estudiantes.

Fernando subió a la página web de ciencias del colegio (<https://fqsilos.wordpress.com/author/fqsilos/>) todas las presentaciones de los grupos y también las más para que los alumnos tuvieran todo el material disponible a la hora de ponerse a estudiar. Es por esto que durante las exposiciones no les motivaba para que cogieran apuntes, aunque algunos de ellos sí que tenían la costumbre y se quejaron de la falta de tiempo.

Para comprender cómo funciona el enlace de H entre moléculas de agua les planteé una dinámica en la que todos éramos moléculas de agua y debíamos interactuar unas con otras. Nuestro cuerpo representaba el átomo de oxígeno, nuestros brazos extendidos los enlaces covalentes y nuestros puños cerrados los átomos de hidrógeno.

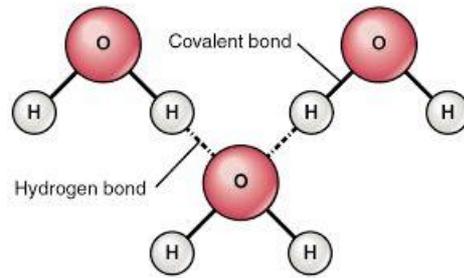


Imagen 5. Arriba, representación de la formación de enlaces de H entre moléculas de agua. Abajo, fotografías realizadas en el aula durante la representación de dichos enlaces.

Sesión de repaso jugando

Dedicamos aproximadamente la mitad de esta clase para jugar al Party&Co del Enlace Químico. La primera mitad fue para resolver dudas y hacer juntos unos ejercicios de repaso que había preparado Fernando. También realizamos varias experiencias con un circuito conectado a un aparato musical que nos permitió comprobar la conductividad del grafito o de una disolución salina, y la no conductividad de sólidos cristalinos o del agua destilada.



Imagen 6. Circuito musical utilizado para demostrar la conductividad y no conductividad de determinadas sustancias en función de su enlace químico.

Con la intención de crear los dos equipos para el juego de forma rápida y aleatoria dividimos el aula por la mitad. El juego se componía de cuatro apartados con tarjetas de diferente color para cada actividad: mímica, definiciones con palabras prohibidas (Tabú), preguntas para responder en la pizarra (Pictionary) y rondas de preguntas rápidas.

En el apartado de mímica tenían que salir dos personas de un mismo equipo para representar uno de los cuatro enlaces que habíamos estudiado, el resto del equipo debía adivinar de cuál se trataba. Disponían de unos carteles en los que por un lado se leía la palabra Metal y por el otro No Metal, otros de Cation/Anión, y otros tres con electrones sueltos (e^-). Las opciones eran:

- Enlace iónico: Metal + No metal. El átomo metálico cede un electrón al no metálico. Así que el metal se convierte en un catión y el no metal en un anión.
- Enlace covalente: No metal + No metal. Comparten electrones.
- Enlace metálico: Metal + Metal. Son cationes inmersos en una nube de electrones.
- Enlace de hidrógeno: Gracias a la experiencia realizada en clase podían interpretarlo con sus propios cuerpos como moléculas de agua o cualquier alternativa que se les ocurriese.

Para el Tabú preparé una serie de tarjetas con palabras clave del temario, debían definir las sin utilizar otras que figuraban en la misma tarjeta (Tabla 3). De nuevo la actividad se realizaba por parejas, salían dos personas de cada equipo por turnos y cada grupo tenía un minuto de tiempo para acertar el mayor número posible de palabras. Fue genial ver cómo se las ingeniaban para definir conceptos, era una buena manera de repasar tanto para la pareja que hacía definiciones como para los compañeros que tenían que adivinarlas.

Tabla 3. Definiciones con palabras prohibidas.

OCTETO	ÓRBITA	ORBITAL	GAS NOBLE
<ul style="list-style-type: none"> • Completar • e- valencia • ocho 	<ul style="list-style-type: none"> • Bohr • Círculo • Electrones 	<ul style="list-style-type: none"> • Núcleo • Electrones • Girar 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilidad • Octeto • Argón
ELECTRÓN	e ⁻ DE VALENCIA	PROTÓN	NEUTRÓN
<ul style="list-style-type: none"> • Negativo • Girar • Aniones 	<ul style="list-style-type: none"> • Último • Negativo • Nivel energético 	<ul style="list-style-type: none"> • Núcleo • Positivo • Electrón 	<ul style="list-style-type: none"> • Neutro (sin carga) • Núcleo • N° másico
ION	MALEABLE	DÚCTIL	
<ul style="list-style-type: none"> • Ganar e⁻ • Perder e⁻ • Carga 	<ul style="list-style-type: none"> • Metal • Láminas • Nube de electrones 	<ul style="list-style-type: none"> • Metal • Hilos • Nube de electrones 	

En la fase del Pictionary salían a la pizarra al mismo tiempo dos personas de cada equipo, se planteaba la pregunta y el primer equipo en contestar correctamente se llevaba el punto. En realidad acabó siendo una actividad cooperativa en la que buscaban la respuesta entre todos. Así surgieron dudas que no habían preguntado previamente, quizá por no ser conscientes de que no lo entendían bien, como por ejemplo la relación entre el tamaño de los átomos y su reactividad. Algunas de las preguntas eran:

- ¿Cuántos neutrones? N ($A= 14$; $Z= 7$).
- Estructura de Lewis NH_3 .
- Configuración electrónica del Mg^{2+} ($Z= 12$).
- Ordenar por tamaño Al, Ar, S.
- ¿Grupo y periodo? $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$.

La última parte de la actividad eran las preguntas rápidas, pero no nos dio tiempo de realizarla. Preparé unas tarjetas con nombres de compuestos unidos mediante distintos tipos de enlace, algunos ejemplos son diamante (C), bromuro de sodio (NaBr), agua (H_2O), nitrógeno (N_2) o argón (Ar). Cada equipo debía decir el tipo de enlace de cada compuesto acertando el mayor número posible de ellos en un minuto. Había más preguntas por si quedaba tiempo para seguir repasando: cuáles son moléculas, cuáles cristales, son gases, conducen la electricidad...

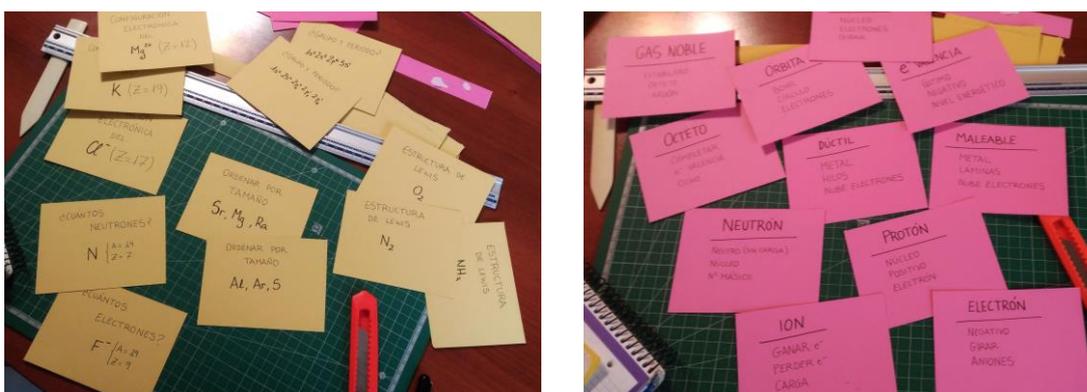


Imagen 7. Algunas de las tarjetas utilizadas para el juego de repaso.

El examen (Anexo 2)

Mi compañero y yo utilizamos como referencia exámenes de Fernando del curso anterior para poner las preguntas del examen, que fue común para ambos grupos. El alumnado lo realizó a lo largo de la 5ª sesión y nos los llevamos a casa para corregirlos utilizando una plantilla que nos proporcionó el tutor con las respuestas y calificaciones esperadas para cada pregunta (Anexo 3).

Resultados

1ª Experiencia. Actividad cooperativa, alumnado como docentes.

A través de esta experiencia he observado la capacidad del alumnado para trabajar en grupo y cumplir los tiempos estipulados. Considero que el hecho de que todos los grupos quisieran preparar material adicional voluntariamente es una señal de motivación hacia la iniciativa. Me parece complicado evaluar el trabajo de cada persona

dentro de un equipo, si volviese a realizar la experiencia quizá plantearía otros métodos de evaluación que faciliten conocer el nivel de implicación de cada integrante.

Al finalizar las prácticas les hice un breve cuestionario sobre las actividades realizadas y también les pedí que incluyeran una valoración del 1 al 10 para cada una de ellas. En la Imagen 8 se muestra un gráfico con las calificaciones obtenidas para ambas actividades. En el cuestionario participaron un total de 25 personas.

El cambio de roles obtuvo un 7,4 de nota media, algunas personas preferían la clase magistral argumentando que la explicación se entiende mejor, sin embargo también comentaban que la experiencia les había gustado. Otros decían que les daba vergüenza pero aun con todo consideraban haber aprendido cosas y el hecho de que la actividad fuese en grupo les pareció ameno y divertido. También se repite la demanda de haberlo realizado durante un periodo de tiempo más largo, en lo que estoy totalmente de acuerdo. También mencionan la falta de tiempo para tomar apuntes, pero teniendo en cuenta que después iban a tener acceso a todas las presentaciones me pareció adecuado priorizar en avanzar con el temario durante la clase.

Sesión de repaso jugando

La nota media para esta actividad fue de un 8,5. En los comentarios señalan que se lo pasaron bien y sintieron que aprendían, consideran que la actividad le sirvió para repasar el temario y además les pareció una forma original y divertida de repasar. También comentan que les hubiera gustado que durase algo más de tiempo.

A continuación se muestran dos gráficas con las notas asignadas a cada actividad.

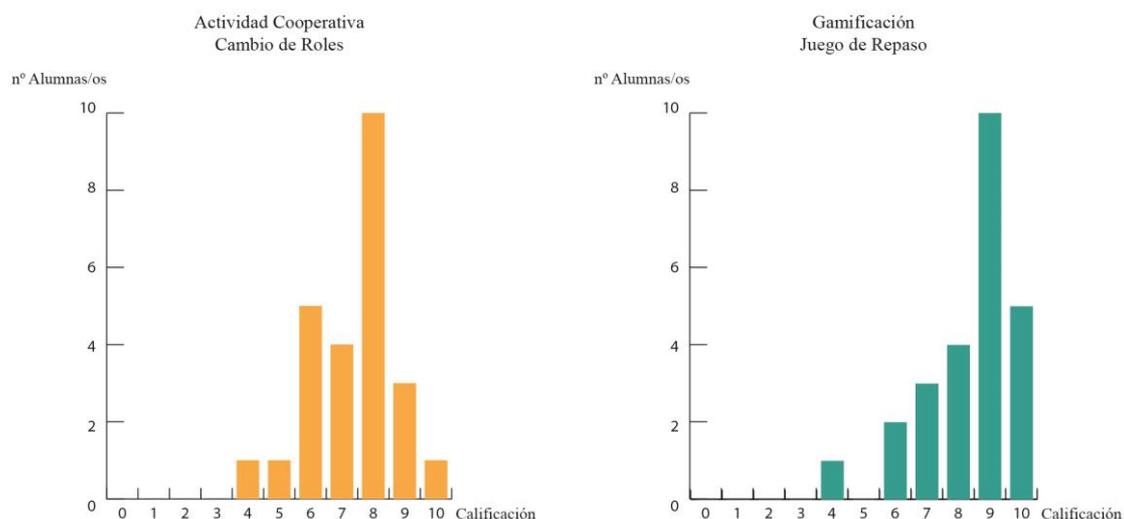


Imagen 8. Gráficas que muestran las valoraciones de los estudiantes para las actividades realizadas.

El examen

Las calificaciones obtenidas en el examen se muestran en la Imagen 9. Los resultados me sorprendieron, a priori pensaba que los conceptos les estaban quedando más claros. Sin embargo, al realizar la corrección de los controles pude observar que había muchos apartados del temario que no comprendían bien. Esto puede deberse a una

falta de estudio en casa, quizá también exista una falta de interés por la materia. Al mismo tiempo es llamativo que muchos de los aprobados están por encima del 7 y que una gran parte de los suspensos se encuentran entorno al 4.

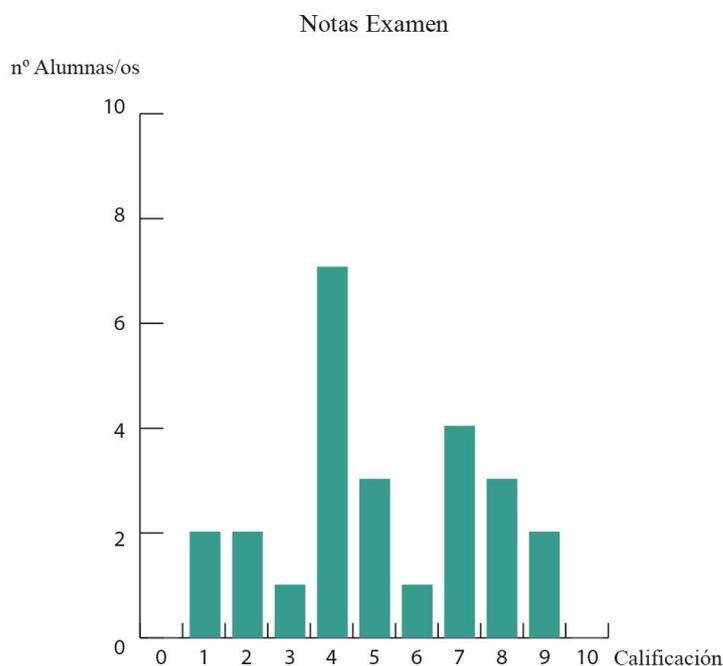


Imagen 9. Gráfica con las calificaciones del examen redondeadas.

Discusión y consideraciones finales

Por las calificaciones y comentarios recogidos en el cuestionario final se puede concluir que ambas experiencias les han gustado. En la primera se observa más variación en las valoraciones, esto puede deberse a que cada persona aprendemos de manera diferente, tenemos distintos gustos y nuestra personalidad también influye en cómo nos desenvolvemos (estudiantes a los que les daba vergüenza, posibles problemas de comunicación en el grupo...).

El juego ha tenido una valoración más positiva, este resultado no es llamativo en sí, ya que conlleva menos esfuerzo que la realización de un trabajo.

En lo referente al examen, considero que este tipo de pruebas no muestran la totalidad de los conceptos adquiridos por los estudiantes. Pero sí que es cierto que se pueden observar ciertas tendencias, al corregir sus respuestas pude observar que algunos alumnos seguían sin entender la diferencia entre los tipos de enlace o no habían estudiado sus propiedades. Por otro lado, prácticamente todos supieron hacer la estructuras de Lewis y las configuraciones electrónicas. Esta información podría ser útil para realizar una última sesión dedicada al tema en la que revisar en profundidad los fallos que se han repetido con mayor frecuencia.

El hecho de que una gran parte de los suspensos estén cerca del 4 indica que, aunque insuficientes, sí que han adquirido unos conocimientos mínimos sobre el tema. Quizá podrían plantearse cambios en el método de evaluación.

Con algo más de tiempo para impartir la Unidad Didáctica y llevar a cabo la experiencia probablemente los resultados hubiesen sido mejores. En estas actividades es importante adaptar las sesiones al ritmo de la clase ya que es casi imposible controlar a priori los tiempos y hay situaciones que no se pueden conocer con antelación. Un ritmo más lento también permitiría profundizar en los apartados más novedosos, asentar bien la información...

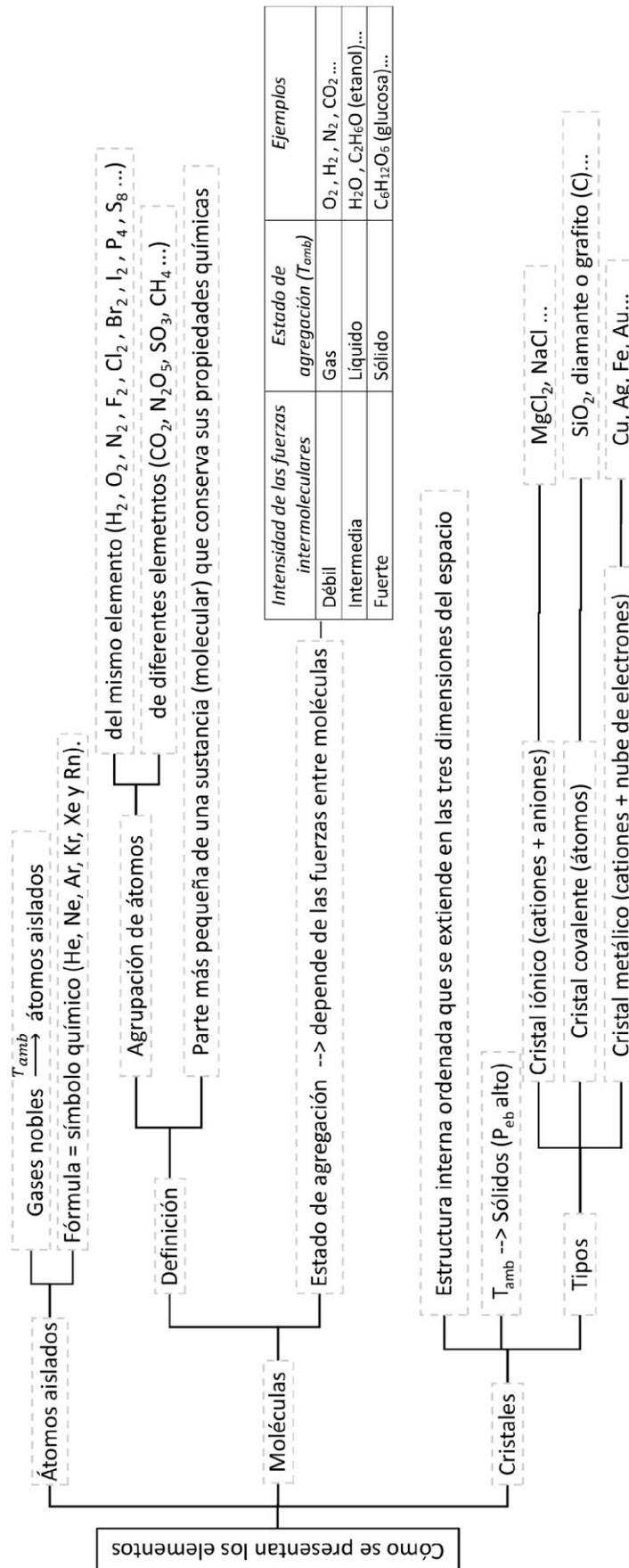
Estoy sinceramente impresionada por el trabajo realizado por el alumnado y por su actitud positiva. Aunque el tiempo era muy limitado comprendieron la situación y trabajaron cooperativamente desde el primer momento.

Como conclusión final me gustaría señalar que considero que esta experiencia me ha ayudado a comprender mejor cómo funciona un aula y que es posible y positivo involucrar al alumnado en su propio aprendizaje. Existen infinidad de métodos para lograrlo y espero poder seguir poniéndolos a prueba en el futuro y saber adaptarlos a cada situación.

Referencias

- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós Ibérica.
- Fernández, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio siglo XXI*, 24, 35–56.
- Flores, S., Trejo, A., y Trejo, L. (2003). *¿Cómo Mejorar el Proceso Enseñanza – Aprendizaje Mediante la Evaluación – Regulación?: el Caso de la Termodinámica*. Memorias de las Terceras Jornadas Internacionales de la Enseñanza Universitaria de la Química, Argentina, 1-8, octubre.
- González, V., Traver, J., y García, R. (2011). El aprendizaje cooperativo desde una perspectiva ética. *Estudios sobre educación*, 21, 181–197.
- Johnson, D., y Johnson, R. (1999). *Learning together and alone: Cooperative, competitive and individualistic learning*. Boston: Allyn & Bacon.
- Méndez, D. (2012). El aprendizaje cooperativo y la enseñanza tradicional en el aprendizaje de la física. *Educación y Futuro*, 27, 179–200.
- Quintanal, F. (2016). Gamificación y la Física–Química de Secundaria. *Education in the Knowledge Society*, 17(3).
- Quintanal, F. (2016). Aplicación de herramientas de gamificación en física y química de secundaria. *Opción*, Año 32, Especial No.12, 327-348
- Sánchez i Peris, F. (2015). Gamificación. *Education In The Knowledge Society*, 16(2), 13–15.
- Traver, J., y García, R. (2007). Construcción de un cuestionario-escala sobre actitud del profesorado frente a la innovación educativa mediante técnicas de trabajo cooperativo (CAPIC). *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 9(1).

ANEXO 1. Esquema “Cómo se presentan los elementos”.



ANEXO 2. Examen Física y Química, tema 8.

**4º ESO FÍSICA Y QUÍMICA. TEMA 8.
3ª EVALUACIÓN.**

Realiza el examen con bolígrafo negro o azul, nunca en lapicero. Todos los ejercicios deberán estar **debidamente justificados** y contener los **pasos necesarios** para su resolución.

Problema 1. (0,6 puntos). Completa la siguiente tabla:

Símbolo	Nombre	Z	A	Protones	Neutrones	Electrones
Se					45	34
	Estaño			50	69	
K ⁺		19	39			

Problema 2. (2 puntos). Justifica si es verdadero o falso:

- Según el modelo atómico actual, los electrones se encuentran alojados en órbitas circulares definidas.
- El litio (Li) presenta una mayor reactividad que el rubidio (Rb).
- El grafito (C) es buen conductor de la electricidad.
- La configuración electrónica del oxígeno es $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2$.

Problema 3. (2 puntos). ¿Cuál es la configuración electrónica de los elementos Ca (Z=20), Cl (Z=17) y P (Z=15)? ¿Cuál de estos tres átomos presenta una mayor tendencia a captar electrones?

Problema 4. (1 punto). Ordena los siguientes átomos de menor a mayor tamaño razonando tu respuesta.

- K, Cs, Na.
- Al, S, Mg.

Problema 5. (1 punto). Escribe las estructuras de Lewis del oxígeno (O₂) y del amoníaco (NH₃).

Problema 6. (1,8 puntos). Tienes las siguientes sustancias: oro (Au), fluoruro de litio (LiF), neón (Ne) y cloro (Cl₂).

Indica:

- Indica el tipo de enlace que presenta cada una, enunciando sus principales características.
- Las sustancias que forman redes cristalinas.
- Las sustancias gaseosas a temperatura ambiente.

Problema 7. (1,6 puntos). Contesta:

- Razona si es verdadera o falsa la siguiente frase: Tanto el cristal metálico como el iónico se rompen con facilidad ante un golpe.
- El H₂O tiene un punto de fusión mayor que el Cl₂. ¿Por qué?
- ¿Qué quiere decir que el cobre (Cu) es dúctil y por qué presenta esta propiedad?

ANEXO 3. Soluciones para el examen de Física y Química, tema 8.

SOLUCIONES EXAMEN 1 BLOQUE QUÍMICA

4º ESO FÍSICA Y QUÍMICA 3ª EVALUACIÓN.

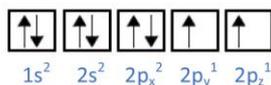
Problema 1. (0,6 puntos). Completa la siguiente tabla:

Símbolo	Nombre	Z	A	Protones	Neutrones	Electrones
Se	Selenio	34	79	34	45	34
Sn	Estaño	50	119	50	69	50
K ⁺	Catión potasio	19	39	19	20	18

Cada acierto tiene una calificación de 0,05 puntos.

Problema 2. (2 puntos). Justifica si es verdadero o falso:

- Según el modelo atómico actual, los electrones se encuentran alojados en órbitas circulares definidas. Falsa, en el modelo atómico actual los electrones se encuentran en orbitales (0,3 puntos), que son regiones del espacio donde la probabilidad de encontrar al electrón es máxima. (0,1 punto)
- El litio (Li) presenta una mayor reactividad que el rubidio (Rb). Falso. El Li se encuentra en el periodo 2 y grupo 1, mientras que el Rb se encuentra en el periodo 5 y grupo 1 (0,15 puntos). Ambos son metales alcalinos y tienen tendencia a perder 1 electrón para alcanzar la configuración electrónica de gas noble (0,15 puntos). En los metales cuanto mayor es el tamaño mayor es la reactividad, porque el electrón que tiene que perder está menos atraído por el núcleo (0,15 puntos). Por tanto, como el Rb tiene cinco niveles energéticos y el Li solo tiene dos niveles, el Rb será más grande y más reactivo que el Li (0,15 puntos).
- El grafito (C) es buen conductor de la electricidad. Verdadero. El grafito es un cristal covalente formado por átomos de C formando capas (0,3 puntos). En una capa un átomo de C está unido a otros 3, y el cuarto electrón hace que se unan las diferentes capas de grafito, lo que permite que el grafito sea conductor de la electricidad (0,2 puntos).
- La configuración electrónica del oxígeno es $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2$. Falsa, la correcta configuración electrónica es $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$ (0,3 puntos). Cuando tenemos orbitales tipo p primero hay que colocar 1 electrón en cada uno de los tres orbitales antes de completar uno de ellos (0,2 puntos).



Problema 3. (2 puntos). ¿Cuál es la configuración electrónica de los elementos Ca (Z=20), Cl (Z=17) y P (Z=15)? ¿Cuál de estos tres átomos presenta una mayor tendencia a captar electrones?

Ca (Z=20) = $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2 2p_z^2 3s^2 3p_x^2 3p_y^2 3p_z^2 4s^2$ (0,4 puntos)

Cl (Z=17) = $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2 2p_z^2 3s^2 3p_x^2 3p_y^2 3p_z^1$ (0,4 puntos)

P (Z=15) = $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2 2p_z^2 3s^2 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$ (0,4 puntos)

El Ca es un metal del periodo 4 y grupo 2, por lo que tiene 2 electrones de valencia y debe perderlos para tener configuración electrónica de gas noble. (0,15 puntos)

El Cl es un no metal del periodo 3 y grupo 17, por lo que tiene 7 electrones de valencia y deberá ganar 1 electrón para tener la configuración electrónica de gas noble. (0,15 puntos)

El P es un no metal del periodo 3 y grupo 15, por lo que tiene 5 electrones de valencia y deberá ganar 3 electrones para tener la configuración electrónica de gas noble. (0,15 puntos)

Como de los dos no metales el Cl es más pequeño y tiene que captar menos electrones para tener sus orbitales completos, el Cl será el que tenga mayor tendencia a captar electrones. (0,35 puntos)

Problema 4. (1 punto). Ordena los siguientes átomos de menor a mayor tamaño razonando tu respuesta.

a) K, Cs, Na.

Los tres elementos son metales del grupo 1, pero el periodo en el que se encuentran cambia. El Na (sodio) está en el periodo 3, el K (potasio) está en el periodo 4 y el Cs (cesio) está en el periodo 6 (0,2 puntos). Al indicar el periodo el número de niveles energéticos, cuanto mayor sea este mayor será el tamaño al tener más capas de electrones. El orden será $\text{Na} < \text{K} < \text{Cs}$ (0,3 puntos)

b) Al, S, Mg.

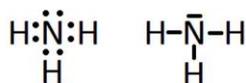
Los tres elementos son del mismo periodo, el 3. El Mg está en el grupo 2, el Al en el 13 y el S en el 16 (0,2 puntos). Conforme se avanza a la derecha en un periodo el número de protones en el núcleo aumenta y la atracción sobre los electrones es mayor, por lo que el tamaño disminuye. Por tanto el orden será $\text{S} < \text{Al} < \text{Mg}$ (0,3 puntos).

Problema 5. (1 punto). Escribe las estructuras de Lewis del oxígeno (O_2) y del amoníaco (NH_3).

O_2 : el oxígeno tiene 6 electrones de valencia, por lo que cada uno de los dos átomos de O tiene que compartir dos electrones con el otro, estableciéndose un enlace covalente doble (0,5 puntos).



NH_3 : el nitrógeno tiene 5 electrones de valencia, por lo que necesita compartir 3 electrones que aportan los tres átomos de hidrógeno. El N tendrá formar tres enlaces sencillos covalentes con tres átomos de H. Cada uno de los tres átomos de H tendrá ahora 2 electrones (0,5 puntos).



Problema 6. (1,8 puntos). Tienes las siguientes sustancias: oro (Au), fluoruro de litio (LiF), neón (Ne) y cloro (Cl_2).

Indica:

a) Indica el tipo de enlace que presenta cada una, enunciando sus principales características.

Au => enlace metálico. Se combinan átomos de un mismo metal entre sí. Los metales pierden electrones que forman la nube electrónica estableciéndose fuerzas electrostáticas entre estos electrones y los cationes del metal que se han formado (0,3 puntos).

LiF => enlace iónico. Se combina un metal (Li) con un no metal (F). El Li cede un electrón (convirtiéndose en el catión Li^+) al F (convirtiéndose en el anión F⁻). Ambos elementos alcanzan la configuración electrónica de gas noble y se forma el enlace por las fuerzas electrostáticas entre los iones (0,3 puntos).

Ne => el neón no forma enlace, se presenta como un átomo aislado al tener ya todos sus orbitales llenos. Es un gas noble (0,3 puntos).

Cl_2 => el cloro presenta un enlace covalente. Los dos átomos de un no metal (Cl) comparten electrones para alcanzar la configuración electrónica de gas noble. El enlace se forma precisamente por la unión de estos electrones compartidos (0,3 puntos).

b) Las sustancias que forman redes cristalinas.

Las sustancias que forman redes cristalinas serán:

- El LiF, un cristal iónico formado por cationes Li^+ y aniones F^- unidos por fuerzas electrostáticas (0,15 puntos).
- El Au, un cristal metálico, formado por cationes de Au y una nube de electrones procedentes del mismo Au, atraídos por fuerzas electrostáticas (0,15 puntos).

c) Las sustancias gaseosas a temperatura ambiente.

Las sustancias gaseosas a temperatura ambiente serán:

- El Cl_2 , ya que al ser una sustancia que forma una molécula cuando hay cambios de estado se rompen fuerzas intermoleculares, que son mucho más débiles que los enlaces (0,15 puntos).

- El Ne, al ser ya muy estable y no tener que combinarse con ningún otro elemento, se presenta como átomo gaseoso (0,15 puntos).

Problema 7. (1,6 puntos). Contesta:

- a) Razona si es verdadera o falsa la siguiente frase: Tanto el cristal metálico como el iónico se rompen con facilidad ante un golpe. Falso, el que se rompe con facilidad con un golpe es el cristal iónico, ya que se enfrentan iones del mismo signo y se repelen. En cambio, en el cristal metálico al dar un golpe los cationes se desplazan, pero sigue estando la nube electrónica entre ellos y no se produce repulsión entre ellos (0,6 puntos).
- b) El H₂O tiene un punto de fusión mayor que el Cl₂. ¿Por qué? Porque en el H₂O se presentan fuerzas intermoleculares más intensas que en el Cl₂. Estas fuerzas se llaman enlaces o puentes de Hidrógeno (0,5 puntos).
- c) ¿Qué quiere decir que el cobre (Cu) es dúctil y por qué presenta esta propiedad? Significa que al aplicar una presión se pueden formar hilos. Se debe a la movilidad de la nube de electrones y las fuerzas electrostáticas que presentan (0,5 puntos).