

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

*Especialidad en Física y Química*

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**  
**CURSO 2020/2021**

**En busca de la fórmula**

*In pursuit of the formula*

Autor: Álvaro Torrecilla Mayayo

Director: Teresa Medrano San Ildefonso



**Universidad**  
Zaragoza



## Contenido

INTRODUCCIÓN .....	3
ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRACTICUM .....	5
Introducción del uso de herramientas TIC en el aula.....	6
Concepto de retos semanales .....	7
PROPUESTA DIDÁCTICA.....	8
Llamar a las C.O.S.As por su nombre.....	8
Evaluación inicial .....	9
Objetivos .....	11
Justificación didáctica.....	12
ACTIVIDADES .....	14
Proyecto de investigación .....	17
Charla de Electrónica Ética .....	21
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE.....	24
ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA.....	26
CONSIDERACIONES FINALES.....	28
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	31
ANEXOS .....	33

Nombre del alumno	Álvaro Torrecilla Mayayo
Director del TFM	Teresa Medrano San Ildefonso
Tutor del Centro de Prácticas II	Diego Fortea Gorraiz
Centro Educativo	IES La Puebla de Alfindén
Curso en el que se desarrolla la propuesta	3º ESO
Tema de la propuesta	Formulación inorgánica

## INTRODUCCIÓN

Me llamo Álvaro y creo que la introducción idónea para este TFM es decir que llevaba ya tres años posponiendo realizar el máster de profesorado, por distintas razones. La docencia es un camino que nunca he descartado, sin embargo al graduarme finalmente como ingeniero mecánico por la Escuela de ingeniería y arquitectura de la Universidad de Zaragoza en el año 2017, prioricé ponerme a trabajar en lugar de continuar mis estudios, buscando sobretodo una estabilidad económica y también descansar de "la vida de estudiante", es cierto que es buena, pero también es cierto que las ingenierías tienden a alargarse. Estuve trabajando en el sector del automóvil como técnico, y me di cuenta rápidamente de que no me interesaba. Sabiendo que no quería dedicarme en un futuro al trabajo de oficina tomé la única alternativa en ese momento: dejar mi puesto. Aproveché los ahorros y mi relación con varias asociaciones juveniles y ONGs de Zaragoza para dedicar tiempo a proyectos afines e involucrarme de forma mucho más activa en labores de voluntariado. Durante los últimos tres años he ayudado a redactar y coordinar intercambios juveniles europeos dentro de las convocatorias Erasmus+, he trabajado como facilitador en cursos de inserción laboral con jóvenes en riesgo de exclusión, y he realizado charlas y talleres por institutos de todo Aragón, principalmente tratando temáticas de desarrollo rural, participación social, consumo responsable, y objetivos de desarrollo sostenible. Fueron precisamente estos talleres con adolescentes el último empujón que me ha llevado hasta este punto. Impartiendo los talleres y reflexionando con otras personas voluntarias me planteaba ¿conseguimos realmente un impacto? cuando yo iba al colegio o al instituto no recuerdo actividades de este tipo en el aula, y por eso ya me parece una buena oportunidad de aprendizaje. Sin embargo, solamente compartíamos un par de sesiones con el mismo grupo de jóvenes y desaparecíamos, sin tener la oportunidad de ver una evolución. De nuevo me tentaba matricularme en el máster de profesorado y comprobar si la docencia era lo mío. La aparición del confinamiento de forma súbita y la parada en seco de actividades de todo tipo me hizo darme cuenta de cuánto echaba de menos trabajar educando y supuso la señal definitiva que necesitaba. Unos meses más tarde y con varias asignaturas más en la mochila aquí estoy.

En este trabajo voy a intentar reunir y que se reflejen los aprendizajes sobre metodologías y herramientas empleadas durante el máster, así como actividades e ideas surgidas de mi propia experiencia práctica como facilitador.

Previo a introducir el trabajo en sí, quiero presentar brevemente el centro donde he realizado los Practicum I y II, que ha sido el IES la Puebla de Alfindén. Este joven instituto nació en el

curso 2016-2017, con el objetivo de acoger a alumnos de La Puebla de Alfindén, Alfajarín, Nuez de Ebro, Osera de Ebro y Villafranca de Ebro, conjunto de municipios que han experimentado un gran crecimiento demográfico desde 2001. El centro contiene las enseñanzas de ESO, Bachillerato (Ciencias Sociales y Humanidades) y el Ciclo Formativo de Grado Medio en Mecanizado (FP Dual). Desde el curso 2017-2018, el centro forma parte del MECD-British Council con el objetivo de fomentar y consolidar el bilingüismo, así como facilitar el uso de una lengua distinta a la L1 dentro y fuera del aula. De hecho fue la cantidad de horas de enseñanza del inglés lo que me hizo seleccionar el instituto como lugar de prácticas, ya que el manejo de un segundo idioma siempre me ha abierto puertas, y me supone una motivación extra tanto aprender como enseñar en lengua inglesa. Es cierto que el IES Pablo Serrano contaba con las mismas horas bilingües, pero fue el mismo instituto donde yo estudié y por decirlo de alguna forma "ya lo conozco", quería experimentar la realidad de un centro en una localidad más pequeña. La población extranjera en las localidades nombradas no tiene demasiada representación, y esto se refleja en el porcentaje de alumnado inmigrante en el centro, que es pequeño. En su mayoría, de origen rumano. En cuanto al profesorado, hay que destacar que son una minoría los que tienen plaza definitiva en el centro.

Al ser un centro de nueva construcción, las instalaciones del centro son amplias y están perfectamente adaptadas al uso de las nuevas tecnologías. En cada aula podemos encontrar proyectores o pantallas digitales que nos permitirán utilizar la computadora del aula para mostrar cualquier información a los alumnos. Esto facilitará enormemente la introducción del uso de herramientas TIC durante el periodo de prácticas. Durante la construcción del centro también se tuvieron en cuenta otros espacios específicos diseñados para la actividad del profesorado. Cuenta, entre otras cosas, con salas específicas para la realización de horas de tutoría con las familias de los alumnos, aunque no se dio la situación de emplearlas, y amplias salas de reunión para el profesorado, que me permitieron asistir a reuniones tanto del Departamento de Física y Química como reuniones bilingües y AELEX. Actualmente, a pesar de que el centro cuenta con laboratorio, se utiliza como aula ordinaria y no cuenta con los materiales necesarios para llevar a cabo experiencias prácticas en los diferentes niveles de Física y Química, lo que podría ayudarnos a incluir actividades tal vez más dinámicas en nuestro planteamiento de actividades para el aprendizaje.

Este trabajo que se describe a continuación está planteado para la clase de tercero de la ESO. Se trata de un grupo heterogéneo formado por 8 alumnas y 13 alumnos, 21 estudiantes en total. Las partes de contenido a trabajar de acuerdo a la temporalización del curso son la tabla periódica y la formulación inorgánica de compuestos binarios de acuerdo a las normas IUPAC.

Hay varios factores que tuve en consideración a la hora de plantear una propuesta didáctica en esta clase: para empezar el horario de la asignatura de Física y Química supone una dificultad, ya que se imparten las 2 horas lectivas correspondientes al curso de tercero en días consecutivos (martes y miércoles). Si tenemos en cuenta el formato de semipresencialidad que se ha tenido durante gran parte del curso, esto ha provocado que los estudiantes

estuvieran dos semanas sin trabajar la asignatura, lo que se traduce en alumnos que se han desenganchado por completo de la materia. Alumnos por cierto a los que no les preocupa en exceso suspender, por no tratarse Física y Química de una asignatura de obligada superación a la hora de promocionar, como pueden ser Matemáticas o Lengua y Literatura. Por todo eso, además de tratar de alcanzar los objetivos de aprendizaje marcados por el currículo oficial, nos enfrentamos al reto de tratar de implicar de nuevo a alumnas y alumnos que no realizan trabajo personal para aprobar la asignatura, y que no se plantean seguir cursando materias de ciencias en un futuro.

Teniendo estos factores en cuenta podemos afirmar que, además de comprobar cual es el nivel inicial de los alumnos, también es importante que se sientan protagonistas del aprendizaje, y que las actividades que se van a incluir sean motivadoras y les encuentren utilidad. Por ello de forma inicial se realizó un cuestionario el primer día de clase con el propósito de obtener información acerca de los intereses de los alumnos, sus sensaciones de cara a la clase de Física y Química y encontrar actividades que les gustaría estuvieran incluidas en el aula de las que querrían ser partícipes. Tras recoger estos datos se plantearon tres actividades distintas teniendo en cuenta las preferencias de los alumnos y las herramientas disponibles en el centro. Una de ellas consistió en utilizar una aplicación a modo de juego que pudiera servir como evaluación inicial sobre su aprendizaje de la tabla periódica (grupos y elementos representativos) y la formulación de compuestos binarios, que ya habían comenzado a estudiar. La segunda consistió en lanzar una tarea evaluable en forma de proyecto de investigación personal sobre elementos químicos donde sus intereses personales fueran protagonistas. Y por último, enlazada con el proyecto individual ya mencionado, se calendarizó y llevó a cabo una charla sobre electrónica ética con el ánimo de observar la tabla periódica de los elementos desde un prisma más social y un enfoque distinto a lo que se suele tratar en el aula, buscando cumplir algunos de los objetivos generales marcados por el currículo oficial de Aragón y tratando de despertar el interés de la clase hacia la asignatura al mismo tiempo que se promueven actitudes responsables hacia un desarrollo científico y tecnológico sostenible.

## **ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRACTICUM**

Me ha costado decidirme en este punto concreto del TFM ya que no considero que hayan sido trabajos puntuales los que hayan marcado el aprendizaje a lo largo del máster si no la suma de múltiples actividades realizadas en clase junto con los trabajos tanto individuales como en grupo, lecturas de artículos y exposiciones de otras compañeras y compañeros. De todo ello he extraído conocimientos y herramientas que posteriormente he utilizado durante las prácticas. Sin embargo, al tener que seleccionar dos he decidido escoger un trabajo de la asignatura Innovación e investigación educativa consistente en introducir el uso de las TIC en una propuesta de aula, desarrollando cómo la utilizaríamos y evaluaríamos (tanto el funcionamiento de la herramienta como el aprendizaje conseguido) según los objetivos que

nos marcamos y una actividad que realizamos de forma semanal en la asignatura de Diseño de actividades para el aprendizaje, donde estudiábamos métodos y formas para abordar contenidos del currículo en distintos cursos o dando diferentes enfoques según la dificultad que supone para los alumnos.

## **Introducción del uso de herramientas TIC en el aula**

En un mundo cambiante como el que habitamos, introducir en el aula el uso de las TIC, que ya son parte de nuestra cultura, es de gran importancia. Sin embargo debemos de hacerlo de forma justificada siempre que suponga una ventaja para el proceso de enseñanza-aprendizaje y no simplemente porque tengamos acceso a ellas. Conviene reflexionar sobre el rol que juegan docentes y estudiantes e investigar las maneras más apropiadas para utilizar tecnologías en el ámbito educativo (Salinas & Ayala, 2017) tratando de fomentar el trabajo autónomo de forma que se pueda adaptar a cada individuo (Collis, B., & Moonen, 2001) y estos son puntos que en mi opinión hemos tratado de cubrir durante la asignatura de innovación.

Los simuladores son herramientas muy potentes a la hora de representar diversas situaciones y que los alumnos hagan predicciones sobre lo que va a suceder, comprueben ideas acertadas o erróneas y completen los modelos que están construyendo. En concreto con los dos grupos de 2º ESO que cursan el programa bilingüe me ha sido particularmente útil, ya que en esta etapa les presentamos la Física y la Química de forma más general y a pesar de no entrar en detalle sí es cierto que se trabajan una cantidad enorme de conceptos, desde la relación entre fuerza y aceleración que puede resultar más intuitiva y que permite demostraciones sencillas en el aula tan solo empujando una silla, hasta las diferencias entre peso y masa, la gravedad y las distancias espaciales. Puede que en nuestra cabeza seamos capaces de imaginar con relativa facilidad los efectos producidos por la fricción entre superficies al tratar de mover un mueble, pero no es tan sencillo que a partir de una cifra o una idea abstracta nuestros alumnos comparen la caída de los cuerpos en el espacio, o qué sucedería con el movimiento de los planetas si dejasen de verse afectados por la atracción gravitatoria.

Por otro lado de acuerdo a la metodología de enseñanza CLIL (Content and Language Integrated Learning) estudiada en la optativa de Recursos didácticos para la enseñanza de materias en inglés debemos tratar de ofrecer múltiples oportunidades de aprendizaje y ayudas visuales, esquemáticas, o de lenguaje para garantizar la correcta asimilación de conceptos al enseñar en una segunda lengua, y los simuladores son una herramienta idónea para ello. La actividad realizada en la asignatura de innovación no solo me ha servido para descubrir simuladores de Física y Química que he podido aplicar en el aula, sino que al exponerse diferentes herramientas las compañeras y compañeros del máster, que debíamos co-evaluarnos, he podido aprender más sobre el aprovechamiento de canales de divulgación científica en redes sociales (sobre todo en YouTube pero también por otros medios menos comunes para mi como tiktok, Twitter o Instagram) y sobre diversas aplicaciones útiles para la evaluación y el juego como Plickers, que de hecho terminé usando en la clase de 3º y describiré más adelante.

Centrándome de nuevo en el uso de simuladores, no tuve en cuenta que por la situación sanitaria no podría tener acceso a la sala de informática, habría sido ideal que pudiéramos haber dispuesto de ordenadores para utilizar de forma individual o por parejas para que los estudiantes pudieran realizar trabajo autónomo y aprender a su propio ritmo, investigando también las partes del simulador que resultasen ser más interesantes para ellos. Finalmente dadas las restricciones la realidad fue que el uso de simuladores se limitó a mostrarlos y utilizarlos a través del ordenador y proyector de clase, lanzando preguntas a los alumnos y cambiando parámetros que pudieran ser interesantes para estudiar situaciones concretas. No obstante, está claro que no todos los estudiantes participan de este modo y pueden quedar dudas sin preguntar y por tanto sin responder. De hecho, usé varios simuladores y juegos en los que se trataba la caída libre de los cuerpos, y a pesar de ser un concepto ampliamente repetido en clase tras la prueba de evaluación pude comprobar que algunos alumnos volvían a caer en las mismas equivocaciones. Creo que la corrección de un ejercicio individual previo utilizando las recreaciones virtuales podría haberlo solventado o mitigado, o al menos la conclusión a la que he llegado es que una buena solución habría sido preparar un guión para que ellos mismos pudieran explorar en casa y rellenarlo sin la limitación del tiempo de la clase, y comprobar mediante la recogida de sus trabajos que verdaderamente han aprovechado de herramienta, si les servido o no para solventar dudas, si ha habido un avance respecto a las complicaciones y obstáculos que pudieran tener para comprender ese tema en concreto y en caso de verlo necesario, profundizar todavía más en horas lectivas posteriores.

### **Concepto de retos semanales**

La flexibilidad se ha convertido en una palabra clave cuando hablamos de educación (Collis, B., & Moonen, 2001) debido a lo rápido que nuestra sociedad se desarrolla. Tenemos que reconocer la importancia de cambiar de un modelo de alumnado pasivo a ser aprendices autónomos con capacidad de juicio crítico (Kohler Herrera, 2005) y que sobretodo desarrollen sus capacidades y aprendan a aprender, de esta forma descubren la mejor forma de adquirir conocimientos para sí mismos y tendrán mucho más control sobre su proceso de aprendizaje.

Por ello quiero destacar los retos semanales de la asignatura de Diseño de actividades para el aprendizaje de física y química como segunda actividad que me ha inspirado a la hora de llevar su aplicación a la segunda parte de las prácticas. Algunos beneficios del trabajo por retos pueden ser: explorar diferentes medios para obtener información, se pueden ajustar a las preferencias de cada individuo y facilitan la comprensión ya que se produce un aprendizaje real. Nuestras alumnas y alumnos reflexionan, consiguen relacionar y asimilar conceptos e idealmente son capaces de crear y compartir. Al menos esa era mi intención al trasladar la experiencia propia del máster al aula del instituto, ya que la inclusión de retos y trabajos prácticos donde se pone el foco en el proceso y no en el resultado, y donde podemos compartir conocimientos de forma dinámica con compañeros ha sido muy positivo para mí. Además, creo que al ofrecerles un abanico amplio de posibilidades y darles opción a elegir les hace disfrutar, les ayuda a ser autónomos y a seguir profundizando según sus intereses. Proporcionando también mucho más valor al camino y no tanto al resultado final, aliviando estrés y ansiedad, de forma que mejoramos los resultados sin buscarlo de forma directa.

Ha sido relativamente sencillo incluir actividades a lo largo del Prácticum que tuvieran pinceladas de este tipo de trabajo indagatorio gracias a que el tutor tiene como costumbre establecida preparar al menos un proyecto por trimestre, cada uno de diversas características, y tuve total libertad para implementar el que me pareciera más adecuado. Para los grupos de 2º de ESO planteé la creación de un breve vídeo sobre experimentos caseros relacionados con el magnetismo y la electricidad estática y en el caso de 3º les presenté un proyecto de investigación al que no voy a entrar en más detalle en este momento, ya que lo desarrollaré en el apartado específicamente dedicado a las actividades. En el caso de segundo opté por la realización de experiencias prácticas en casa sobre todo por razones de tiempo y disponibilidad de material, que hacían de los experimentos en casa la mejor alternativa, y les ofrecí una lista de posibles ejemplos en los que se podían basar, para que tuvieran un punto de partida y una idea sobre lo que les pedía. La verdad es que los resultados fueron satisfactorios, hubo una gran variedad de experiencias, pude comprobar gracias a sus comentarios qué partes les habían supuesto mayor complicación, y fue una buena oportunidad para que se divirtieran haciendo ciencia y dar rienda suelta a su creatividad, de hecho me sorprendió muy gratamente cuando me encontré incluso un truco de magia en uno de los vídeos utilizando el magnetismo.

De haber contado con más clases me habría gustado visionar las grabaciones en clase y que los propios alumnos tuvieran la oportunidad de explicar lo que han descubierto (individualmente, por parejas o en grupo en caso de realizar el mismo experimento) a la clase, ya que este tipo de exposiciones son muy dinámicas y pueden comparar y sacar nuevas ideas sobre el tema que ya han trabajado además de mejorar su comunicación oral. Desde luego me parece que este tipo de actividades tienen mucho potencial a la hora de profundizar y el mayor limitante es siempre el tiempo. Creo que en un futuro me gustaría seguir aplicando este tipo de proyectos donde no solo aprenden conceptos de física y química sino que se combinan con el uso de otras herramientas y métodos, la gestión de sus propias emociones y la manera en la que prefieren aprender.

## **PROPUESTA DIDÁCTICA**

El tema seleccionado para realizar su análisis didáctico es la formulación inorgánica para tercero de ESO, que coincide con el tema trabajado durante las prácticas. Aquí incluyo el aprendizaje de la tabla periódica, al menos de los elementos más representativos y la formulación de compuestos binarios siguiendo las normas IUPAC. Los elementos que nuestros estudiantes deberán conocer son: los metales alcalinos y alcalino-térreos, los grupos de los carbonóideos, nitrogenoideos, anfígenos, halógenos y gases nobles, y algunos metales de transición que aparecerán en las fórmulas.

### **Llamar a las C.O.S.As por su nombre**

El título que le he querido dar a mi propuesta didáctica es "Llamar al Carbono, al Oxígeno, al Azufre y al Arsénico por su nombre" es decir "Llamar a las C.O.S.As por su nombre" para abreviar. En el segundo ciclo de secundaria la materia de Física y Química tiene un carácter mucho más formal que en el primero, donde se tratan contenidos muy amplios de forma superficial, y se trata de que el alumno adquiera capacidades científicas específicas.



Buscamos que nuestros estudiantes sean capaces de nombrar y formular compuestos binarios utilizando el lenguaje químico, y para ello es necesario en primer lugar que reconozcan los elementos de la tabla periódica a partir de sus símbolos. Debemos guiarles y ayudarles a que aprendan los elementos a través de diferentes herramientas: canciones, reglas mnemotécnicas e incluso juegos. Posteriormente para que sean capaces de escribir las fórmulas de los compuestos deberán de conocer los estados de oxidación del hidrógeno,  $-1$  en las combinaciones con metales y  $+1$  con no metales, los estados de oxidación del oxígeno,  $-2$ , los correspondientes a algunos metales,  $+1$  para los alcalinos y  $+2$  para los alcalinotérreos, entre otros. Necesitamos además que estos conceptos sean adquiridos de forma satisfactoria para tratar más adelante problemas estequiométricos y reacciones químicas.

### **Evaluación inicial**

Partimos de una revisión bibliográfica de diversas fuentes de didáctica de las ciencias para estudiar las dificultades más comunes respecto al aprendizaje de este tema en concreto. El conocimiento de la nomenclatura y el lenguaje químico es necesario para la correcta comunicación en el área de química y sin embargo se comprueba que estudiantes que llegan a carreras de ciencias (a los cuales podemos presuponer que les parece un tema atractivo) muestran deficiencias en este aspecto (Gómez Moliné, 2011). Debemos por tanto reflexionar sobre la forma en que se enseña esta parte de la química, y para ello podemos observar el punto de vista tanto de los docentes como los estudiantes. Algunas dificultades detectadas son intrínsecas al tema a estudiar, también pueden ser generales o ajenas al mismo, y por últimos podemos encontrar formas metodológicas que no son adecuadas a la hora de abordarlo en la etapa secundaria. Los profesores ven que el aprendizaje de la tabla periódica puede ser un reto para los alumnos que les anime a su estudio, sin embargo suelen destacar como aspectos más negativos la gran cantidad de información que la rodea, el significado vacío para el alumno sobre lo que debe aprender de ella, y el uso de conceptos abstractos como la electronegatividad (Mariscal, 2009). Además, en ocasiones la nomenclatura aparece desligada al resto de contenidos a tratar y sin una conexión lógica, como si fuera una intrusa, con una serie de reglas que no son familiares, y que puede apagar el entusiasmo del estudiante que intenta profundizar y descubrir los secretos de las reacciones químicas.

Desde el punto de vista del alumnado nos encontramos con diversos obstáculos: se pide un aprendizaje memorístico y sin comprensión de lo que se hace, aprendizaje por tanto que será olvidado a corto plazo; asimismo existe un mito fuertemente arraigado sobre la dificultad del estudio de la nomenclatura, que levanta un muro incluso antes de comenzar el proceso pedagógico; se produce una irreflexión sobre lo que se está estudiando de forma que se resuelve por repetición y no por comprensión; provoca frustración no poder relacionar el tema con sus intereses ni con lo que le rodea, y no conocer la amplia gama de compuestos químicos existentes que hace necesario el uso de un lenguaje específico, hace en definitiva que no le vean valor ni razón de ser al estudio de la nomenclatura. Todos estos obstáculos se maximizan al estar obligados a estudiarla en la etapa de secundaria, lo que en ocasiones termina generando un fuerte rechazo.

Según Garrido-Escudero (2013) existen cinco barreras principales, cuya superación supondrá el aprendizaje correcto del lenguaje químico y permitirá a los estudiantes disfrutar del proceso, y en caso de no conseguirlo terminarán por abandonar el estudio de la nomenclatura:

1. Falta de familiaridad con los elementos y la tabla periódica.
2. Falta de conocimiento sobre las configuraciones electrónicas de los elementos y sus estados de oxidación.
3. Dificultades al identificar los distintos tipos de compuestos químicos.
4. Falta de comprensión de la nomenclatura química sistemática y sus normas.
5. Dificultades en entender que representa una fórmula química o su nombre

Con el objetivo de unificar el conocimiento didáctico y el de contenido y adaptarlos a cada etapa educativa, la Real Sociedad Española de Química (2016) elaboró unas recomendaciones a tener en cuenta para la enseñanza de la nomenclatura inorgánica en la etapa secundaria obligatoria, tratando de adaptar los criterios a la edad y capacidades de los estudiantes. Algunos consejos para la enseñanza de la nomenclatura en el curso que nos encontramos son por ejemplo reservar para Bachillerato tanto los peróxidos como los oxoácidos y las sales ácidas e hidrácidas. También podemos presentar a nuestros alumnos la regla de la suma cero de los números de oxidación de los compuestos, de esta forma tan solo deberán recordar un número limitado de números de oxidación y se pueden prescindir de listados con múltiples valores que pueden ser abrumadores en una introducción a la formulación. De esta forma prescindimos del método de cruzar los números de oxidación y simplificar que en ocasiones puede resultar incorrecto.

Aún así nuestro mayor obstáculo suele ser la predisposición general de la clase al enfrentarse a la nomenclatura química por primera vez, y nuestro trabajo debe tener siempre la intención de diseñar un proceso de enseñanza que atenúe sus dificultades, por lo que es muy recomendable recurrir a juegos didácticos que intenten motivarles y desarrollar en los alumnos actitudes favorables hacia el tema y a su aprendizaje.

Tras conocer un poco más las posibles dificultades que se pueden encontrar los alumnos es interesante establecer su nivel de partida. En este caso he empleado la aplicación Plickers para poder pasar un test inicial de forma más dinámica. Esta aplicación web tiene varias ventajas respecto a Kahoot, que suele ser la más conocida, en primer lugar no es necesario que los estudiantes dispongan de un dispositivo móvil, tan solo necesitarán usar unas cartulinas previamente asignadas con un código QR individual que les proporcionará el docente, para marcar una de las cuatro posibles respuestas, y en segundo lugar no existe una variación en la puntuación según si se tarda más o menos tiempo en seleccionar la respuesta correcta, lo que suele provocar que los alumnos no se detengan a pensar en la respuesta. Existe un porcentaje de alumnos que al no estudiar en casa lo que se ve en el aula no se atreven a participar en clase o preguntar dudas, y por tanto no es sencillo ni para el docente ni para ellos mismos descubrir en qué punto se atascan más o qué cuestiones necesitarían resolver para conseguir entender mejor la materia y seguir avanzando. La utilización de la herramienta Plickers provoca que todos deban participar y por tanto podemos observar cuales son los fallos más repetidos para hacer hincapié en ellos en nuestras explicaciones posteriores. Por otro lado el

ofrecerles varias respuestas cerradas (aunque en algunos cuestionarios se deje una casilla de "ninguna respuesta es correcta") hace que la probabilidad juegue a su favor, y estudiantes que no hayan repasado o no estén seguros de la respuesta se animen a intentarlo, lo que puede mejorar su motivación y confianza en aprobar el posterior examen, si bien es cierto que por ser cerradas las respuestas no podemos saber qué responderían exactamente a la pregunta si tuvieran al lado una casilla en blanco en lugar de diversas opciones.

La sesión en la que se utilizó Plickers confirmó que el 90% de los estudiantes tenía un muy buen conocimiento sobre los elementos representativos de la tabla periódica, que necesitan saberse para formular de forma correcta, e incluso en las dos respuestas con mayor tasa de errores los aciertos superaron al 50%. También pude comprobar que existían dudas a la hora de formular compuestos binarios. En muchas ocasiones fue debido a que no conseguían recordar qué elementos tenían un único número de oxidación o varios y por tanto no tenían claro si necesitaban especificarlo utilizando la nomenclatura de Stock, en otras fallaban al asignar el número de oxidación indicado en la fórmula al hidrógeno en lugar de al metal, de forma incorrecta, asimismo en ciertos casos no tenían claro en qué orden debían escribir los compuestos. Realizar este sencillo cuestionario inicial fue de gran utilidad ya que sirvió para hacer hincapié en los ejemplos con los que tuvieron más dificultades, para mejorar los resultados de cara al examen, y también para ofrecerles la posibilidad de acudir a tutorías de forma individual para resolver dudas y ver dónde habían cometido fallos. En todo caso los resultados obtenidos fueron los que esperaba ya que todavía no habían trabajado apenas en clase, lo que provocaba múltiples fallos a la hora de nombrar (55% de aciertos para ser más exactos) y formular compuestos binarios (47% de aciertos en este caso), y sí se confirmó que conocían la tabla.

## Objetivos

En el currículo aragonés podemos encontrarnos distintos tipos de objetivos: generales, específicos de la materia a tratar y transversales. Por eso yo también he querido dividir una serie de objetivos concretos en tres apartados distintos según la siguiente clasificación:

De acuerdo al desempeño del grupo clase respecto a la asignatura de Física y Química.

- Encontrar y explotar un vínculo entre el conocimiento del aula (en este caso relacionado con los elementos químicos y la formulación) y los intereses personales de los estudiantes.
- Conseguir una mayor implicación del grupo en las clases mejorando su participación, su interés por la asignatura y su motivación.

De acuerdo a los criterios específicos de esta parte del temario.

- Alcanzar el aprendizaje por parte de los alumnos de los elementos representativos de la tabla periódica junto con sus números de oxidación
- Saber formular y nombrar compuestos binarios
- Conocer la formación de algunos compuestos ternarios (hidróxidos, oxácidos y sales ternarias) que profundizarán en el próximo curso.

De acuerdo a elementos transversales relacionados con su participación ciudadana en la sociedad.

- Dotar a los alumnos de capacidad para analizar las implicaciones éticas, económicas y sociales positivas y negativas que el avance científico y tecnológico tiene en la sociedad y el medio ambiente
- Promover actitudes responsables para alcanzar un desarrollo sostenible y el bienestar social

### **Justificación didáctica**

Podemos encontrar con facilidad múltiples artículos que hacen hincapié en la pérdida de interés en los últimos años de los estudiantes de secundaria respecto a las materias del ámbito científico. Entre ellas las asignaturas de Biología y Geología, Matemáticas, y la Física y Química, siendo ésta la menos preferida por los alumnos (Mellado Jiménez et al., 2014; Solbes et al., 2007; Vilches Peña, 2007) por varios motivos: no encontrarla de utilidad, por tener una teoría compleja y dificultad elevada, muchas veces por la necesidad de una buena base matemática, ver pocas salidas laborales a futuro (en especial para el género femenino por no aparecer en clase mujeres científicas referentes en las que fijarse), entenderla como una materia alejada de la realidad y de la vida cotidiana, obviar valores positivos que puede aportarles como espíritu crítico o compromiso social y político, considerarla aburrida...en general se concluye que tienen una visión extremadamente negativa de la Física y la Química.

Por otro lado cada vez se tiene más claro que para aprender debemos emocionarnos, alimentar la curiosidad del alumnado, fomentar su interés por el aprendizaje, cuidar el bienestar en clase y transmitir pasión por lo que se está enseñando resulta clave para el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula (Pablo et al., 2019). A raíz de este conocimiento adquiere especial importancia el papel del profesor a la hora de conseguir adaptarse a la situación del aula, mostrarse disponible y cercano hacia el alumnado, observar el comportamiento individual de los estudiantes, y poseer unas buenas herramientas de gestión e inteligencia emocional para mejorar la implicación y la participación en clase, lo que potenciará el desarrollo del conocimiento, la confianza en sí mismos y su motivación intrínseca (Mendez Coca, 2015). Todo ello con idea de generar un óptimo clima de clase donde los alumnos se sientan invitados a participar, y un aumento de las sensaciones positivas respecto a las clases de ciencias que puedan traducirse principalmente en conseguir superar la asignatura con éxito, y probablemente, enfocar a algunos estudiantes hacia la elección de estudios correspondientes a la rama científica en un futuro.

Durante la etapa de la adolescencia es vital que los estudiantes sientan que tienen capacidad de decisión y esto se incluye también en su aprendizaje. Debemos tener en cuenta esta necesidad de autodeterminación y no olvidarnos de sus intereses individuales a la hora de diseñar una actividad (Hodson, 1994). Cuanto más podamos acercar el conocimiento científico a su radio de interés más probable es que alcancemos un aprendizaje significativo. Este es el motivo principal a la hora de preparar el cuestionario inicial y establecer la propuesta de investigación como proyecto individual de la asignatura.

Los artículos presentados hasta ahora corresponden sobre todo a la parte social, pero es hora de meternos de forma más profunda con el contenido a tratar. Se ha escrito y debatido mucho

sobre las diferentes vías a la hora de abordar el estudio de la tabla periódica en la educación secundaria obligatoria. De hecho podemos encontrarnos opiniones muy diferentes en cuanto a la importancia de conocer los elementos y sus propiedades: algunos docentes opinan que es de gran necesidad y otros que este conocimiento puede reservarse para cursos superiores, y que lo vital es realizar una introducción histórica sobre la tabla periódica y su evolución. Algo en lo que casi todos los docentes parecen coincidir sin embargo es la utilidad de vincular la presencia de elementos periódicos en la vida diaria ya sea en la comida o bebida, en los materiales que nos rodean o en el mismo botiquín de nuestra casa (Franco-Mariscal & Oliva-Martínez, 2013) y que además el estudio de la tabla periódica puede tratarse de tantas formas diferentes que acaba resultando la oportunidad perfecta para aprender de prácticamente todo: historia, etimología, construcción, geografía, pintura, ciencia en general o literatura.

A la hora de diseñar actividades en clase que fomentasen el aprendizaje de forma específica sobre cómo nombrar y formular correctamente compuestos binarios se encontraron y consultaron diversas fuentes que promovían el trabajo cooperativo entre los estudiantes. Debido a la situación excepcional en la que nos encontramos y las especificaciones sanitarias que recomiendan no modificar el espacio de clase en el instituto, se prefirió optar por una alternativa consistente en el uso de las TICs y la gamificación, ya que además de aprender, el juego permite que los alumnos sean capaces de autoevaluarse, acepten los errores, y aprendan de ellos (Esteve Castell, 2008). En concreto la propuesta consistió en introducir la aplicación Plickers, desconocida para la totalidad de la clase, que además de dinamizar la sesión y resultar muy atractiva para los alumnos, nos permite mediante su uso registrar respuestas y detectar errores comunes.

Es todo un reto para los docentes, pero absolutamente necesario, tratar de transmitir una educación tecnológica a los alumnos en este mundo en el que habitamos, cada vez más artificial, donde cualquiera que sea su actividad laboral, un ciudadano no puede prescindir de una formación general en tecnología (o al menos al centrarnos en países desarrollados). Se trata efectivamente de un reto debido a que la sociedad y la tecnología avanza mientras todavía se debate sobre cuáles serían los contenidos y objetivos a trabajar desde las instituciones educativas, pero está claro que debemos enfocarlo al mismo tiempo desde un prisma tecnológico y otro humanista para que las personas puedan desempeñarse en un mundo copado por los dispositivos electrónicos entendiendo a la vez sus peligros y limitaciones, para poder participar en la vida social y política y tomar decisiones conscientes en debates complejos (Buch, 2003). Además, aunque hace unos años la opinión pública predominante estaba convencida de que la tecnología había llegado para resolver todos nuestros problemas sociales, rápidamente se ha posicionado en la esquina contraria del debate, ante la explotación incontrolada de los recursos naturales, y el aumento de la contaminación y los daños al medio que nos rodea mientras la desigualdad entre países de Sur y Norte se hacen cada vez más palpables. Por ello adquiere especial importancia un enfoque CTS en el aula que relacione los avances científico-tecnológicos con los avances e implicaciones sociales que acarrearán.

La perspectiva Ciencia-Tecnología Sociedad es idónea para alcanzar la alfabetización científica de nuestro alumnado. La idea principal es que vivimos una época de cambios a un

ritmo vertiginoso y existen preocupaciones como la contaminación de la atmósfera y de los mares, el cambio climático, o la destrucción de la capa de ozono, lo que nos obliga a preocuparnos por la salud de nuestro planeta y buscar vías de desarrollo sostenible. Si somos coherentes, deberemos también transmitir esta preocupación a los más jóvenes a través de su educación, para que lleguen a ser ciudadanas y ciudadanos responsables, ya que en la primera cumbre de la Tierra en 1992, se reclamó una decidida acción de los educadores, de todas las áreas, para que transmitan una correcta percepción del mundo y formen a la población de forma que sean conscientes y puedan participar en la toma de decisiones fundamentadas (Edwards et al., 2004). A pesar de la gran problemática que supone la basura electrónica y la fabricación de dispositivos móviles a gran escala a día de hoy, con la explotación de minerales y perjuicio medioambiental que conlleva, no he logrado encontrar ninguna propuesta didáctica enfocada a este tema en concreto. Se trata sin embargo de una oportunidad perfecta para abordar desde el punto de vista de la tabla periódica y los elementos químicos, que se relaciona directamente con nuestro modo de vida y consumo, y que requiere de sensibilizar y formar a los ciudadanos y ciudadanas para comenzar a tomar decisiones conscientes frente a una situación insostenible donde en menos de 10 años se han fabricado tantos móviles como la población actual (siendo que menos del 50% tiene acceso a ellos) con los conflictos sociales, daños al medioambiente y vulneración de DDHH que acarrea.

## ACTIVIDADES

En este punto voy a describir dos de las actividades realizadas durante el Prácticum II, tratando de alcanzar los objetivos propuestos que he enumerado previamente. Pero antes de ello, como ambas han sido implementadas para el mismo grupo, voy a hablar del contexto del aula y sus participantes. Como he mencionado en la introducción de este trabajo, me estoy refiriendo a la clase de 3º de la ESO del instituto La Puebla de Alfindén. Podemos decir que no es un grupo demasiado numeroso, hay en total 21 estudiantes: 8 chicas y 13 chicos, siendo estos últimos mayoría. Se trata de un grupo heterogéneo, donde podemos encontrarnos estudiantes que muestran interés por la ciencia y su aprendizaje, y al mismo tiempo alumnos que se muestran totalmente apáticos, que no sienten curiosidad por la materia, en ocasiones no prestan atención en clase y cuya participación es baja o nula. Por supuesto esta información la he extraído tras la estancia en el centro con el tiempo que he podido compartir con todos ellos en el aula ya que inicialmente, a excepción de conocer las notas de evaluaciones previas que el tutor compartió conmigo y algunos comentarios orientativos sobre personas que podían despistarse con más facilidad y requerirían atención extra por mi parte, eran unos extraños para mí al igual que yo para ellas y ellos. A pesar de este apunte, no contamos en el aula con ningún alumno con trastorno de déficit de atención diagnosticado ni con ninguna necesidad especial detectada, por lo que no necesitamos incluir en el diseño de nuestras actividades propuestas que proporcionen un apoyo específico para dificultades del aprendizaje o altas capacidades. No obstante, está claro que existen diferencias entre todos ellos y una buena forma de aprovechar esta diversidad es utilizando el aprendizaje cooperativo en la resolución de ejercicios. Puede resultar motivador para ellos, reduce la ansiedad de enfrentarse a un problema que no saben resolver, y de hecho en muchas ocasiones se genera de forma

espontánea consultando a compañeras y compañeros para compartir dudas o comparar respuestas.

El tutor de prácticas confió en mí y en mi compañera desde el principio de las prácticas y nos animó a aprovechar todas las horas posibles dando clase, por lo que además de las actividades que desarrollaré en mayor profundidad a continuación, realicé muchas otras que dejo reflejadas en la Tabla 1.

Actividad	Temporalización	Materiales
Repaso de la clase anterior con el tutor (Compuestos binarios: óxidos e hidruros)	Primera clase / toma de contacto	Apuntes del tutor, proyector, tabla periódica, listado de números de oxidación, cuadernos individuales
Breve cuestionario sobre intereses individuales	Primera clase / toma de contacto	Listado de preguntas, cuartillas de papel
Test inicial Plickers	Segunda clase / evaluación inicial	Cartulinas con QR, aplicación web, proyector
Introducción proyecto y calendario	Segunda clase / evaluación inicial	Presentación PowerPoint
Compuestos ternarios: hidróxidos y oxácidos	Segunda clase / evaluación inicial	Listado de ejemplos, cuadernos individuales
Examen de recuperación / Repaso de conceptos	Tercera clase	Fotocopia de ejercicios, Apuntes de los alumnos
Continuación ternarios: Oxácidos y sales ternarias	Cuarta clase	Proyección de apuntes, listado de ejemplos, cuadernos y listados individuales
Repaso general: binarios y ternarios / Resolución conjunta de ejercicios	Quinta clase	Proyección de tabla periódica, Cuadernos y listados individuales, hoja de ejercicios intercalados
Examen	Sexta clase	Documento de examen supervisado por el tutor
Charla E.E.	Séptima clase	Presentación PowerPoint
Revisión examen	Séptima clase	Documento de examen corregido, cuadernos individuales
Evaluación de la labor docente	Séptima clase	Listado de preguntas, cuartillas de papel

*Tabla 1.* Listado de actividades realizadas para el grupo de 3º ESO.

La mayoría de estas actividades hacen referencia a clases "al uso" es decir, de exposición de teoría y contenidos propios del temario, o bien de resolución de ejercicios con bolígrafo y papel de forma cooperativa y/o individual, y corrección conjunta de los mismos atendiendo a dudas concretas y abordando confusiones en la pizarra para problemas generalizados. Todas ellas han ayudado a la consecución de objetivos concretos relacionados con contenidos específicos reflejados en el currículo. Se puede comprobar en la tabla que durante la segunda sesión decidí compartir con los alumnos el calendario que íbamos a seguir, por si les fuese de ayuda disponer de una planificación de cara a organizarse mejor y tener una idea global del

proceso a seguir, además de saber cuáles son mis objetivos de antemano y conocer cómo y cuándo se les va a evaluar.

Ya he hablado de la importancia que tiene para el proceso de enseñanza-aprendizaje conectar a nivel emocional con los estudiantes, ya que queremos contribuir a su desarrollo en todos los niveles, además de académica y profesionalmente. Para poder orientarles correctamente y ser de ayuda debemos tener en cuenta sus características psicológicas sociales y familiares, y tratar de crear como grupo una convivencia adecuada en el aula: respetuosa y estimulante, donde puedan crecer. Por todos estos motivos y por querer integrarlos en el proceso de diseño de actividades quise conocer sus preferencias para descubrir el mejor camino a seguir a la hora de preparar mi propuesta didáctica.

Nuestros estudiantes no están acostumbrados a que puedan tomar decisiones respecto al trabajo en el aula, e imagino que les sorprendí al preguntarles qué les gustaría ver en la clase de Física y Química. En general creo que no esperaban ni mucho menos encontrarse este listado de preguntas cuando les dije que sacaran (o compartieran) una hoja para responder un breve cuestionario de forma anónima, que no ocuparía más de media carilla y del cual iban a conocer todas las respuestas sin problema. a ciertas preguntas encontrarse con la lista que voy a enumerar a continuación. El cuestionario disponía de 10 preguntas distintas en total que fueron las siguientes:

1. ¿Qué nota esperas sacar en FyQ?
2. ¿Cuál es tu asignatura favorita?
3. ¿Dónde te gustaría vivir/trabajar?
4. ¿Qué parte de la FyQ te parece más complicada?
5. ¿Cómo te sientes?
6. ¿Te planteas estudiar ciencias en un futuro?
7. ¿Cuál es tu canción favorita?
8. ¿Qué te gustaría que hubiera en clase de Química?
9. ¿Cómo te ha afectado la semipresencialidad?
10. ¿Sabes a qué te quieres dedicar en el futuro?

Podemos extraer una gran cantidad de información de estas preguntas, aunque solo algunas son verdaderamente relevantes para nosotros, están salteadas de forma que no es tan obvio cuáles nos interesan. Podemos imaginarnos qué grado de implicación tienen con la materia de Física o Química, si su participación en clase será alta, si les parece útil para su formación, saber cómo se encuentran anímicamente, o cuáles son sus mayores obstáculos. No obstante en este caso las respuestas a las que más atención vamos a prestar son las correspondientes a "¿Qué te gustaría que hubiera en clase de Química?"

Si dejamos a un lado varias respuestas que demandaban salidas y excursiones (algo que no estaba en mi mano) obtenemos la gráfica observable en la Tabla 1.



## ¿Qué te gustaría que hubiera en clase de Química?

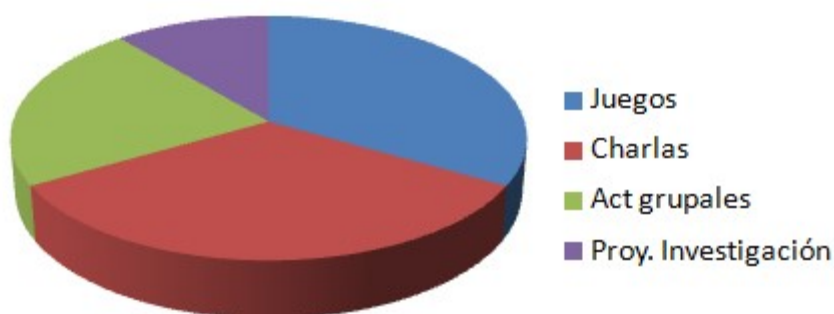


Figura 1. Porcentajes obtenidos de las 21 respuestas anónimas.

Voy a esforzarme para reflejar con el mayor detalle posible como he llevado a cabo las dos actividades que decidí introducir en mi propuesta tras pasar el cuestionario y reflexionar sobre las respuestas recogidas, y que he seleccionado de todas las realizadas en las prácticas por ser precisamente las que más se salen de la norma o yo considero más originales/interesantes. De forma sencilla, describiría la primera actividad diciendo que se le ha propuesto al grupo clase entregar un trabajo de investigación que vincule el tema que estamos dando (la tabla periódica y los elementos, y la formulación y los compuestos binarios) con un tema que les interese personalmente, cumpliendo así con su "petición" de realizar algún tipo de investigación. La segunda actividad consistió en la realización de una charla con un tema que a mí personalmente me gusta mucho y tiene mucha química detrás, correspondiéndose con su segundo "deseo" de llevar una charla o un taller al aula. Para completar el resto de la gráfica sobre sus preferencias, comentar que tuve que dejar a un lado las actividades grupales por la situación sanitaria y la normativa del centro, y fueron un tanto engañados cuando pidieron hacer un juego, ya que me esperaba esa respuesta y ya tenía en mente presentarles el test inicial de evaluación de conceptos previos a través de Plickers como un juego.

### Proyecto de investigación

Los objetivos concretos a alcanzar a través de este proyecto de investigación de la tabla periódica son:

- Encontrar y explotar un vínculo entre el conocimiento del aula (en este caso relacionado con los elementos químicos y la formulación) y los intereses personales de los estudiantes.
- Conseguir una mayor implicación del grupo en las clases mejorando su participación, su interés por la asignatura y su motivación.
- Utilizar las competencias digitales para realizar búsquedas contrastadas de información
- Presentar sus descubrimientos sobre la tabla periódica en general o una sustancia de interés y sus aplicaciones a través de las TIC

La entrega del proyecto está fijada para una fecha posterior a la realización del examen y se les proporcionó dos semanas más un día de tiempo. De esta forma en caso de no disponer de

suficiente tiempo de estudio, nos aseguramos de que no sea un motivo de agobio para nuestros estudiantes. Obviamente se les aconsejó que lo realizaran lo antes posible para evitar prisas y que disfrutasen de su elaboración, aunque tenía en cuenta la posibilidad de que lo dejaran para el último día ya que la carga de trabajo de otras asignaturas también era elevada. Sin embargo mi ilusión era verdaderamente generar interés en los alumnos y traté de hacerlo de diversas formas. Al día siguiente de haberles pasado el cuestionario de 10 preguntas les pedí en clase que me respondieran a una pregunta todavía más sencilla ¿os consideráis personas curiosas?, puedo decir satisfecho que las personas que estaban escuchando se inclinaron hacia adelante con sorpresa y las que no, empezaron a escuchar. Enseguida apareció la respuesta esperada, "¿por qué nos preguntas eso?" y les dije que todavía estaba esperando a que se interesaran por la utilidad del cuestionario que habían completado. En ese momento aproveché para introducirles el calendario correspondiente a las sesiones que iban a compartir conmigo, la parte del temario que veríamos en cada clase, les repetí los criterios de evaluación que ya habían sido fijados por el tutor, que correspondían con un 30% de la nota al examen de formulación, y un 10% para el proyecto a la nota global de la evaluación.

Tal y como habíamos visto en las asignaturas de Innovación e investigación educativa y de Diseño curricular, es importante que nuestros alumnos conozcan desde un principio los métodos de evaluación que se van a seguir y los conocimientos que se les va a exigir demostrar por lo que decidí preparar una rúbrica que compartí con ellos para la corrección de sus trabajos individuales y que puede observarse en la Figura 2.

	MOTIVACIÓN (3P)	EXPLICACIÓN (4P)	CONCLUSIÓN (3P)
<p>Explicar las razones por las que habéis decidido realizar el proyecto sobre el tema concreto seleccionado. (1.5p)</p> <p>Problemas que hayáis tenido a la hora de encontrar y filtrar la información. (0.5p)</p> <p>Relacionar vuestro vídeo/artículo/noticia con la tabla periódica y la formulación (habla de un elemento en particular, de un elemento o compuesto visto en clase, o de gran importancia a día de hoy). (1p)</p>	<p>Máxima puntuación:</p> <p>- Aparece su motivación a la hora de escoger el tema y los obstáculos que han podido encontrarse.</p> <p>-Se relaciona de forma satisfactoria con la materia estudiada en clase.</p>		

<p>Resumen de vídeo(s), artículo(s), noticia(s), es decir, de fuente(s) de donde hayáis recabado la información...con VUESTRAS PROPIAS PALABRAS. (2p)</p> <p>Adjuntar los enlaces de las páginas web y/o vídeos que habéis consultado. (2p)</p>		<p>-El resumen es adecuado y elaborado por el propio alumno/a (2p)</p> <p>-En caso de ser un "Copy/paste" (1p) max</p> <p>-Se nombran varias fuentes (2p)</p> <p>-Solo aparece una fuente (1,5p)</p>	
<p>Exponer aprendizajes nuevos e interesante, reflexionar sobre si os gustaría aprender más sobre el tema que habéis elegido, y si os ha ayudado o no de alguna forma a entender mejor la tabla periódica, la formulación, o algún aspecto de la química en general. (2p)</p> <p>Nivel de satisfacción personal con el trabajo que habéis hecho. (1p)</p>			<p>- Aparece una reflexión trabajada a modo de conclusión. (2p)</p> <p>-Simplemente se nombra sin entrar en detalle. (1p) max</p> <p>-Aparece una autoevaluación del trabajo realizado (1p)</p>

Figura 2. Rúbrica para la evaluación del proyecto de investigación.

La metodología a seguir fue principalmente ofrecer una guía a los estudiantes y una presentación de ejemplo que compartí con ellos a través de la plataforma Classroom y dejarles tiempo para su trabajo autónomo de búsqueda bibliográfica. Al contrario que el proyecto que diseñé para 2º de ESO, en la de tercero por considerarlos más maduros, ya que el salto de un curso a otro se nota muchísimo tanto físicamente como el carácter del alumnado decidí no preparar ningún listado posible de temas y dejarlo abierto por completo, también porque quería que ellos seleccionaran verdaderamente un tema que le resultase de interés. Aun así aproveché algunos intereses basados en respuestas de sus cuestionarios como posibles salidas laborales o sus asignaturas y temas favoritos para utilizarlos de ejemplo e inspiración, mencioné la posibilidad de estudiar el uso del blanco titanio, o el material sobre el que se había realizado la primera fotografía, u obras de arte oscurecidas por la presencia de cromo, ya que había alumnos interesados por el arte y la construcción, también elementos y compuestos directamente con el funcionamiento de nuestro cuerpo, el oxígeno o el agua que son los más obvios, o los ácidos presentes en los jugos gástricos como el clorhídrico para aquellas personas interesadas en las ramas de deporte o nutrición, a la vez que les nombraba otros compuestos que forman parte de objetos que nos rodean como el ácido sulfúrico en la

batería del coche o la cantidad innumerable de compuestos que se utilizan en la industria del maquillaje. Al pedirles que añadiesen las fuentes que habían consultado, ya fuese un vídeo, un artículo en una revista, o una noticia, he podido ver con relativa facilidad el nivel de esfuerzo e involucración individual en la búsqueda, y a raíz de la calidad de los resúmenes se comprueba si han llevado a cabo una reflexión o se han ceñido a cumplir con el trabajo. No obstante, el objetivo principal seguía siendo el de despertar interés en el alumnado y reenganchar a personas que no participaban en clase, con la posibilidad de sacar algo de nota que les incentivara y ayudase de cara a aprobar la asignatura. Esto se refleja de forma clara en la rúbrica, donde la mayor parte del peso se corresponde con valoraciones personales sobre el trabajo realizado y sus motivaciones a la hora de seleccionar un tema concreto. Y por este mismo motivo el feedback final no podía limitarse a un número en mi opinión, por lo que aproveché el canal de comunicación que ofrece la herramienta de Classroom para dar una respuesta elaborada e individualizada para cada uno de los proyectos entregados, asegurándome de que fueran comentarios constructivos y en caso de tener que sacar defectos (que los había) lanzarles un mensaje del tipo "sándwich" tal y como nos recomendaron en Psicología del desarrollo, alabando una parte positiva del trabajo realizado, una propuesta de mejora a continuación, y un posible consejo donde puedan seguir buscando inspiración para profundizar.

Lo cierto es que el tiempo invertido en estos comentarios personales tuvo una muy buena respuesta por parte de los alumnos, sin embargo, ha habido un porcentaje demasiado alto para mi gusto de alumnos que no han entregado el proyecto de investigación. He de decir que en conversaciones previas con el tutor me advirtió de que podía pasar ya que no habían realizado entregas de trabajos ni tareas el resto del año, pero aun así fue un tanto decepcionante tratar de alcanzar a algunas de esas personas que mostraban desinterés. Pienso que les había ofrecido una buena oportunidad realizando una presentación con una gran carga personal o subjetiva, con facilidad para puntuar, y que me habría permitido establecer una comunicación, pero en ciertos casos como ya digo, no fue posible. Por poner un caso concreto de los que puedo decir que me entristecieron: una de las respuestas al cuestionario fue "paso de todo, quiero ser militar" como si esa fuera explicación suficiente para no prestar atención en clase. Yo puedo estar a favor o en contra de esa visión de futuro, pero lo que es innegable es que hay mucha química en el cuerpo militar, grupos específicos que se dedican a la manipulación de combustibles, que realizan controles atmosféricos, o que analizan sustancias tóxicas y peligrosas, recopilando información en bases de datos y redactando protocolos de actuación. A pesar de hacer referencia a alguna de estas aplicaciones no conseguí ninguna reacción por parte de esta persona ni de otras pocas más, lo cual es frustrante ya que mi meta es impulsar su aprendizaje y alimentar su curiosidad, que obtengan no solamente conocimientos sobre ciencias a lo largo de su formación, sino sobre ellas y ellos mismos como individuos críticos y reflexivos. No obstante prefiero quedarme con la parte positiva y la alta calidad de los trabajos entregados, que tocaron una gran variedad de temas sin solaparse: desde el accidente de Chernóbil, pasando por la pasta de dientes y algunos de los componentes que contaminan nuestros océanos, hasta la importancia de elementos como el Boro y el Sodio en el mundo de la electrónica, en concreto para la fabricación de diodos como los que tenemos "escondidos" en los interruptores de nuestros hogares.

## Charla de Electrónica Ética

Los objetivos relacionados con esta segunda actividad propuesta están relacionados principalmente con un enfoque social a los avances científicos:

- Dotar a los alumnos de capacidad para analizar las implicaciones éticas, económicas y sociales positivas y negativas que el avance científico y tecnológico tiene en la sociedad y el medio ambiente
- Promover actitudes responsables para alcanzar un desarrollo sostenible y el bienestar social
- Formar al grupo clase como futuras y futuros consumidores conscientes
- Mostrar herramientas y alternativas que favorezcan un uso ético de los dispositivos móviles

Planifiqué esta actividad como despedida de las prácticas continuando con un enfoque para motivar al estudiante y siguiendo las bases del proyecto Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), que intenta conectar los aspectos científicos y tecnológicos con las necesidades y problemas sociales, implicando un enlace con aspectos que son relevantes y significativos para los alumnos. Me siento afortunado de haber podido incluir esta charla en las prácticas, compartir con los alumnos un tema que me apasiona y que tiene entre mucho y todo que ver con la tabla periódica y los elementos. Además tras realizar el taller con el grupo de tercero el tutor me sugirió realizarla también con los grupos bilingües de segundo ya que disponíamos de una última hora libre y le había parecido interesante aunque tuviéramos que centrarnos menos en la química y más en la parte social, así que puedo decir que estoy satisfecho.

Como he comentado brevemente en la introducción, tengo algo de experiencia en el campo del voluntariado, y de hecho llevo colaborando de forma activa con Ingeniería Sin Fronteras Aragón desde el año 2015 aproximadamente. Entre otras cosas, a través de esta asociación y el Ayuntamiento de Zaragoza, he participado en charlas de Electrónica Ética en distintos institutos de la provincia siempre que he tenido disponibilidad. Es un tema que a día de hoy no se está tratando por parte de otras entidades aragonesas y que cada vez es más solicitado en los centros, normalmente por parte del departamento de Física y Química o de Tecnología, debido a su relación directa con nuestra sociedad actual, el amplio uso de dispositivos electrónicos de los adolescentes y su relación directa con el medio ambiente y la explotación de recursos.

Los materiales que vamos a emplear a lo largo de esta charla son una presentación PowerPoint con noticias, comparativas, gráficos, mapas geográficos y vídeos de diversas fuentes además de una batería de preguntas que invitan a la reflexión de nuestros alumnos y datos chocantes relacionados con el tema. Cabe destacar que esta es una actividad puramente divulgativa de la que posteriormente los estudiantes no deberán evaluarse y por tanto no necesitamos de instrumentos de calificación, si bien se toma nota de forma positiva de su participación e interés a lo largo de la charla.

Se trata de sembrar conciencia en las y los jóvenes sobre las consecuencias que tiene el consumo excesivo de aparatos electrónicos debido a todo el ciclo de vida del producto (Extracción, Fabricación y Ensamblaje, Uso y Gestión de Residuos), introducir qué se entiende como Electrónica Ética y qué alternativas y acciones podemos hacer para si no es

posible revertir esta situación, al menos tratar de convertir este proceso lineal, en un ciclo lo más circular y respetuoso posible. Al mismo tiempo se trabajan los Objetivos de Desarrollo Sostenible europeos (ODS) 8, 10 y 12, que se corresponden con "Trabajo decente y crecimiento económico", "Reducción de las desigualdades", y "Producción y consumo responsable".

La idea de la charla es que sea lo más interactiva posible y de hecho comienza con una pregunta: ¿qué es la electrónica ética? Lo cierto es que no estamos acostumbrados a ver estas dos palabras unidas pero la respuesta es justamente la que imaginamos, dar un uso ético a la electrónica, es decir utilizarla de un modo respetuoso con nosotros mismos y con el medio. A partir de este momento intentamos hacer reflexionar al grupo y les preguntamos cada cuánto tiempo se cambian de móvil, por qué lo hacen, qué suelen hacer con su móvil viejo, y cuántos móviles creen que pueden tener acumulados en casa. Con estas preguntas queremos introducir el concepto de obsolescencia programada, un tema que suele tratarse en la actualidad y la mayoría de nuestros alumnos conocen, e introducimos la idea del reciclaje para nuestros dispositivos electrónicos que por algún motivo parece que nunca contemplamos, al contrario que con el plástico que es el ejemplo más obvio.

De media suelen contestar que mantienen su teléfono móvil durante 2 años, y lo que les diremos a continuación es que para compensar el impacto medioambiental que producimos, deberíamos usar un móvil entre 30 y 90 años, algo inconcebible en la sociedad en la que vivimos. ¿A qué se debe esto? pues a que el impacto ambiental en la extracción de los minerales y materias primas necesarias es muy alto, la fabricación produce una gran cantidad de emisiones a la atmósfera, y requiere de muchísima energía para la fabricación de microchips y condensadores diminutos que es lo que nos permite que los teléfonos sean del tamaño al que estamos acostumbrados. Tras la extracción de materias primas y ensamblaje vendría el uso, que como hemos visto dura un periodo de tiempo muy reducido, y por último el reciclaje. Se estima, siendo optimistas, que se recicla el 20% de los materiales que componen nuestros dispositivos cuándo podríamos reciclar más del 90 %, además la mayoría de dispositivos acaban en vertederos ilegales de basura electrónica en lugar de reciclarse como es debido. A continuación viene la pregunta estrella ¿qué hay dentro de nuestros móviles? En este momento es cuando aprovechamos para preguntarles y que hagan una lluvia de ideas, tratando de dar respuesta a los materiales que lo componen, para después sorprender a nuestros estudiantes y demostrarles que en todo momento han estado llevando prácticamente una tabla periódica en el bolsillo cómo se puede observar en la Figura 3. El plato fuerte de la charla consiste en centrarse en los minerales de conflicto: el estaño necesario para la soldadura de los componentes electrónicos, el tantalio que extraemos del coltán en el Congo que nos permite fabricar condensadores mucho más reducidos y eficientes que con cualquier otro material, el oro que recubre los circuitos y provoca conflictos en Colombia cada vez más preocupantes, y el wolframio o tungsteno que permite que nuestro teléfono vibre.

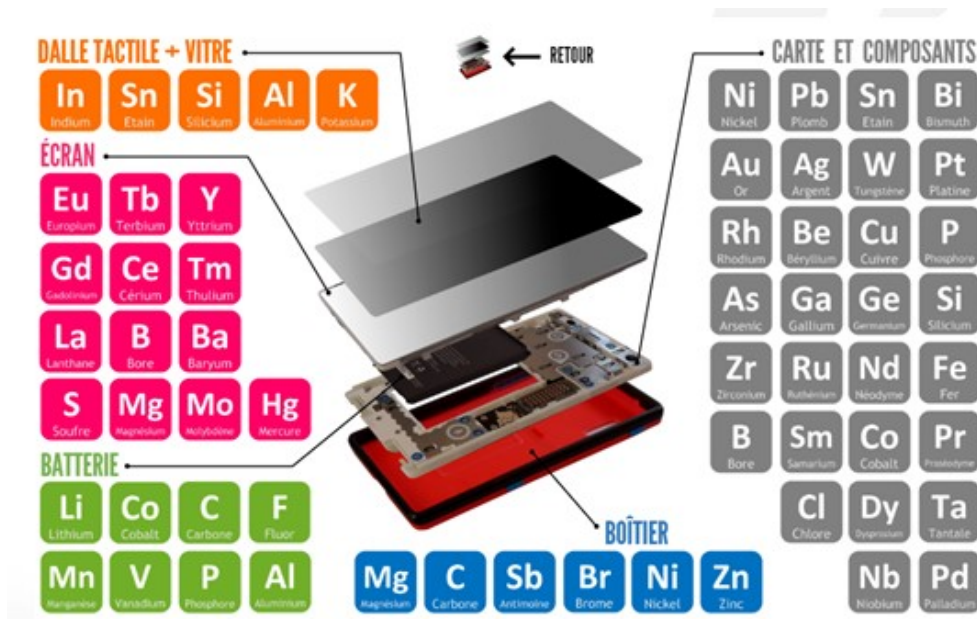


Figura 3. ¿De qué están hechos nuestros móviles?

En este punto la charla es bastante flexible y nos permite adaptar el material según en lo que queramos centrarnos. Es importante que conozcan la problemática en el Congo ya que es el conflicto armado con más muertes después de la segunda guerra mundial y no se trata demasiado en los medios, y el peligro tanto medioambiental como para la salud de las personas en general que supone la existencia de grandes vertederos electrónicos ilegales. Se suelen utilizar un par de vídeos que muestran tanto las minas a cielo abierto en la República Democrática del Congo y uno de los vertederos más conocidos en Agbogbloshie, Ghana. Este último vídeo suele ser especialmente impactante para ellos ya que vemos a un joven que puede tener una edad parecida a la suya, recolectando pequeños trocitos y virutas de hierro y otros metales con la ayuda de un imán atado una cuerda en un paisaje desolador, rodeado de residuos electrónicos que están quemándose y sin ningún tipo de protección que le impida inhalar los gases (llama todavía más la atención con la situación en la que estamos viviendo en la que llevamos mascarilla mientras lo vemos). Es en este punto cuando volvemos a los daños que pueden producir los componentes de nuestros móviles si no se reciclan adecuadamente: por ejemplo una batería de níquel-cadmio como las que se suelen emplear en telefonía puede llegar a contaminar hasta 50.000 litros de agua y el plomo, el mercurio, el cadmio, bario, y el PVC que se encuentran en nuestros dispositivos puede contaminar el suelo alrededor de un basurero electrónico en una distancia de hasta 50 kilómetros, provocando distintos peligros para la salud como daños a los riñones, afección del sistema nervioso, daños pulmonares y aparición de cáncer.

Toda esta información suele ser lo suficientemente impactante como para que los alumnos comiencen a debatir las posibles soluciones a estos problemas, ante lo cual les planteamos unos simples consejos que pueden seguir para actuar de una forma más responsable: el primer paso por supuesto es estar sensibilizado, tratar de alargar el uso y la vida de nuestros dispositivos móviles siempre que sea posible y no dejarnos llevar por la publicidad, también se puede aprender incluso a hacer pequeñas reparaciones para lo cual les facilitamos un par de

guías que pueden encontrar en Internet, y gestos mucho más sencillos como procurar que en verano nuestros móviles no estén demasiado expuestos al sol y que traten de no llevárselo a la ducha ya que la humedad termina provocando fallos en el dispositivo. Si quisiéramos ahondar todavía más en algunos elementos de la tabla periódica podríamos incluir las tierras raras, que solamente por su nombre suelen llamar la atención de los alumnos, y que por su baja concentración y la complejidad que supone extraerlo termina también siendo dañino para el medio ambiente, incluyendo la extracción de elementos radiactivos como el uranio y el torio. Aunque estos elementos a los que denominamos tierras raras también se usen para el desarrollo de energías renovables es necesario tener una mirada crítica.

En general creo que esta es una actividad muy completa que despierta el interés de los estudiantes por ser algo nuevo para ellos, pero que la vez está muy relacionado con un dispositivo que usan a diario y que si se enfoca correctamente puedes motivarles a seguir investigando y a que se involucren en campañas sociales, como por ejemplo de recogida de móviles para su reciclaje, cuyos fondos se suelen destinar a mujeres del Congo que se encuentran en situación de riesgo por la alta tasa de violencia sexual existente en el país.

## **ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

Antes de comentar los resultados, cabe mencionar que los criterios de evaluación y calificación así como los porcentajes de cada actividad fueron consensuados con el tutor del centro para que se ajustasen a las evaluaciones anteriores y fueron conocidos en todo momento por los alumnos. En total el proyecto individual podría suponer hasta un punto de la nota final, y podían obtener hasta 1 punto extra participando en el juego realizado con la aplicación Plickers. El examen de formulación supondría el 30% de la nota de la evaluación tal como se indica en la programación didáctica de la asignatura para todos los grupos del nivel. El usar varias herramientas me permitió evaluar el proceso de aprendizaje de los alumnos utilizando distintos métodos: una rúbrica en el caso del proyecto de investigación, una herramienta de corrección automática que realizaba la aplicación informática, y un modelo corregido del examen para la prueba de formulación.

Respecto al nivel de satisfacción general de la clase se han obtenido resultados positivos. Los alumnos se mostraron muy receptivos frente al uso de la aplicación para resolver ejercicios de formulación inorgánica y varios expresaron su deseo de volver a dejar un espacio para esta actividad en otra sesión. Sin embargo, no sería acertado quedarse únicamente con las valoraciones a favor del uso de la herramienta, y del resto de actividades llevadas a cabo. Por este motivo, se realizó una nueva encuesta anónima final tras la última de las sesiones planificadas, consistente en un breve cuestionario en el que debían contestar si les había gustado tanto el uso de Plickers, como la charla, y el trabajo de investigación individual (Sí o No y por qué) además de evaluar mi labor como docente durante las sesiones que habíamos compartido con ánimo de recoger sus opiniones y mejorar mis posibles fallos.

En el caso de la aplicación 3 de 21 personas fueron críticos sobre realizar ejercicios usando este método por diferentes motivos: "puede beneficiar a quien no ha estudiado", "con



preguntas de teoría estaría bien, pero la formulación es algo confusa en este formato" o "sí me ha gustado la aplicación pero no la usaría para un examen serio como proponen mis compañeros". El resto de la clase utilizó adjetivos como dinámica, interesante, divertida u original, y apreciaban el cambio de formato, probar algo diferente y poder participar en clase de manera más activa. En general se confirma que este tipo de actividades a modo de juego les engancha y hace que presten atención, aunque no me decantaría por que pudiera sustituir a una prueba escrita.

Si hablamos de la charla sobre Electrónica Ética el 100% de los comentarios han sido de carácter positivo, agradecen que sea un tema novedoso, y que esté ligado a la vida cotidiana, se han repetido frases como "me ha despertado curiosidad", "he aprendido cosas nuevas" o "me gustaría saber más". Estas respuestas son muy prometedoras y confirman que utilizar algo tan cercano a ellas y ellos como es la tecnología o los dispositivos móviles además de despertar el pensamiento crítico y el interés, si se vincula correctamente al conocimiento del aula les puede llevar a seguir mostrando pasión por la ciencia.

Teniendo en cuenta que en la charla se trata un tema que no han podido elegir ellos, y les ha parecido interesante a todos sin excepción, cabría esperar que lo mismo ha sucedido con el proyecto de investigación individual donde cada cual escogía aquello que quisiera investigar, pero no es así. Aunque la mayoría ha disfrutado el formato del trabajo y está satisfecha con su búsqueda de información, dos personas del grupo han respondido que simplemente eran "más deberes" y que no le han "visto sentido". Por tanto a pesar de los intentos por reenganchar a los alumnos que no entregaban las tareas de nuevo a la asignatura, esta actividad no les ha interesado y de nuevo han optado por no hacer el trabajo. Posteriormente a través de entrevistas individuales con alumnos que tenían la tarea sin entregar han expresado que al tener otras evaluaciones suspensas no les merece la pena y prefieren preparar la recuperación o simplemente dejarlo.

Centrándome ahora en los resultados puramente numéricos y la comparación entre los resultados obtenidos en la evaluación de nivel inicial y los conocimientos adquiridos en la última sesión, puedo afirmar que les sirvió de ayuda conocer a qué partes del proyecto de investigación les iba a dar más peso, y les ha ayudado a la hora de realizar el trabajo. También al hacer la comparativa entre la prueba inicial de formulación usando Plickers, donde el porcentaje de aciertos estaba alrededor del 40% y la prueba final, superando un 60% sin tener opciones donde elegir (y añadiendo compuestos ternarios que ni siquiera se contemplan en el currículo de tercero), se puede extraer que ha habido en efecto una evolución en el aprendizaje y se han subsanado muchos de los errores que cometían.

Si bien es cierto que se ha trabajado de forma repetitiva los posibles fallos cometidos en las primeras pruebas y en los que podrían volver a caer, se ha resuelto en varias ocasiones dudas comunes en la pizarra, se ha corregido de forma individual dificultades tanto en las sesiones de repaso en el aula como en el horario de tutorías que les ofrecía aprovechando los recreos (cuyo éxito aumentó conforme se acercaba el examen) podríamos ser pesimistas y pensar que tan solo aquellos alumnos que muestran cierta independencia, tratan de hacerse responsables de su propio aprendizaje y buscan distintas formas de resolver sus dudas, han sido los que han progresado, ya que sí hubo estudiantes que repitieron errores en la prueba final, dando a entender que no habían asimilado las explicaciones de forma que seguían enfrentándose a los mismos obstáculos que al inicio. Puede ser que sea cierto eso de "la única forma de que alguien aprenda es que verdaderamente quiera hacerlo" ya que existe una gran diferencia

entre los problemas que mostraban los alumnos cuando trabajábamos un tipo de compuestos por separado, pongamos los hidróxidos, a cuando mezclamos los ya mencionados con otros, como hidruros y sales binarias por ejemplo.

Este hecho me da que pensar que tal vez se acostumbran a resolver los ejercicios de formulación por pura repetición en lugar de comprender qué están haciendo. No obstante, me gustaría volver a decantarme por un pensamiento más optimista ya que puedo entender los nervios de un examen sobre un tema al que se enfrentan por primera vez, se acumulan las dudas y se entremezclan fórmulas, signos, subíndices, y conceptos que no terminan de ser abstractos, que junto al mito de la dificultad que supone el estudio de la nomenclatura puede hacerse notar en el resultado numérico de la prueba escrita. Por otro lado no debemos caer en el error de fijarnos únicamente en las notas obtenidas sino que debemos explorar qué hay detrás, confusión de elementos, fallos conceptuales, falta de atención etc.

Con ánimo de transmitirles tranquilidad tanto en clase como en las horas de tutoría traté de hacerles ver en todo momento que eran capaces de comprender la nomenclatura y que lograrían superarla con éxito. Les pregunté a los alumnos qué les serviría de ayuda para el momento en el que debieran repasar de nuevo por su cuenta y me respondieron que un esquema que uniera los diferentes tipos de compuestos vistos en clase, así que lo hice y se lo dejé en Classroom para que tuvieran un apoyo extra al preparar el examen en caso de que sus apuntes fueran un tanto desorganizados.

Por último, y ya que estoy hablando de esquemas, no quiero cerrar este punto dedicado a los resultados del aprendizaje sin hacer una mención especial al trabajo de un alumno que me pilló por sorpresa. Como ya he dicho no establecí ningún tipo de evaluación para la actividad de la charla, ni debían demostrar que habían prestado atención/aprendido mediante ningún tipo de prueba ni tarea. Aún así al terminar, uno de los estudiantes me dio una gran alegría al entregarme, junto al breve cuestionario final de evaluación, un mapa conceptual que resumía de forma perfecta los contenidos tratados durante mi presentación y el debate con los compañeros, y por eso le quiero dedicar un hueco en este TFM, pudiendo encontrarlo en el [Anexo I](#). Creo que es la manera perfecta de demostrar que en ocasiones simplemente basta con dar con la tecla que le llame la atención a cada uno para que el trabajo, el esfuerzo y el aprendizaje vengan solos.

## **ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA**

Bueno, creo que este punto es el más adecuado para resaltar que al comienzo de las prácticas estaba bastante nervioso ya que creía que tenía algunos conceptos de la formulación química en los pies, y me habría costado mucho más ponerme enfrente de la clase si el tutor de prácticas no me hubiera animado a ello. Sí es cierto que enseguida decidí que lo mejor era quitarme ese miedo desde el principio, y qué mejor que teniendo el respaldo de otro docente que podía guiarme, y me di cuenta de que la mayoría de los temores eran infundados ya que me puse al día con un rápido repaso del temario. Aún así mi primera propuesta de mejora se trata de una autocrítica, y es que cuanto más amplio y profundo sea mi conocimiento sobre el currículo, mejores y más provechosas podrán ser las actividades que diseñe para el aprendizaje, y esto también me ha hecho ver una vez más la importancia de leer sobre didáctica de las ciencias e ir aprendiendo de forma constante. Por otro lado la no disponibilidad de laboratorio, y las restricciones en cuanto a compartir materiales y espacios

reducidos me condicionó desde el primer momento a la hora de idear actividades más dinámicas con los alumnos, y cuanto más he conversado con compañeros y compañeras del máster y he revisado bibliografía de didáctica más me he convencido de lo interesante que puede resultar la modelización de partículas para conseguir un acercamiento más intuitivo, que la formulación sea un poco menos abstracta en sus cabezas y comprendan la necesidad de normas que nos permitan designar los diferentes compuestos.

A pesar de realizar una crítica al planteamiento o desarrollo de mis propuestas no podemos olvidar que uno de los graves problemas que enfrentamos es la falta de interés palpable que suele desprender la nomenclatura química por la cantidad de nuevos conceptos ajenos que se introducen. Si comparo el temario actual con la forma en que yo tuve que estudiarlo, memorizando muchos más de los nombres tradicionales, veo que ha habido un intento de simplificación tratando de que no suponga una barrera tan grande para los alumnos, y aún así me parece que todavía hay que debatir mucho sobre cuanto dar y a qué nivel sobre formulación en tercero porque no queremos que nuestra clase abandone la Física y la Química.

Mis propuestas de mejora consisten en abordar tanto la tabla periódica como la formulación de la forma más amable posible, desde el juego y siempre que sea posible evitar el trabajo individual, cambiándolo por parejas o grupos. En primer lugar me parece interesante introducir la tabla ilustrada de Keith Enevoldsen, para que la primera vez que los alumnos se enfrenten a ella lo primero que vean no sea ni un símbolo ni un número másico sino que haga referencia directa a un objeto que les resulta familiar. He descubierto juegos como el hundir la flota utilizando la TP como tablero, que facilita enormemente que se familiaricen con los elementos y comiencen a asociar su símbolo y su nombre de forma correcta. También se pueden mostrar distintas configuraciones de la tabla periódica y realizar una búsqueda digital por grupos para que investiguen el motivo de su orden actual y compartan sus descubrimientos con los compañeros. O hablando de descubrir, se puede investigar qué países han descubierto los elementos que conocemos (en España nos quedamos con dos, el platino y el tungsteno, que hemos nombrado ya en la charla de electrónica ética). Este acercamiento a la tabla asegurando que no "perdemos" a ningún alumno por el camino me ha parecido mucho más importante tras comprobar en la prueba escrita que seguían existiendo confusiones entre algunos símbolos (llamar Ca al carbono en lugar de C, no distinguir entre H y Hg para el Hidrógeno, o inventarse cualquier nombre para K que no fuera potasio) y obviamente me he dado cuenta de que el uso de Plickers en la evaluación inicial, al contar únicamente con respuestas cerradas, no permite descubrir estos errores.

Una vez la tabla se ha convertido en algo más amable podemos volver a usar juegos de cartas o de distinto tipo al introducir la formulación. Existen diferentes propuestas que merece la pena explorar como el póquer químico o la ruleta arcoíris, en el segundo caso por equipos se trata de nombrar y formular compuestos combinando distintos aniones y cationes al azar, y el formato colorido ha demostrado ofrecer buenos resultados de aprendizaje, y el primero creo que es una forma sana pero competitiva de ir progresando hacia compuestos más complejos en un ambiente distendido, donde los alumnos que mejor han comprendido, muestran a aquellos que tienen más dificultades el funcionamiento, beneficiando el aprendizaje colaborativo, obligándoles a mejorar y a seguir el ritmo de sus compañeros de una forma mucho más apetecible que siguiendo una explicación en la pizarra y porque a ellos les apetezca competir y participar.

Estoy convencido de que hay muchas más formas de conseguir que el tema sea más ameno de tratar en clase, o que al menos se pueden buscar métodos que consigan que nuestros alumnos

se encuentren a gusto y relajados trabajando la nomenclatura aunque las parezca aburrido, como comentaba otro profesor del centro, que como les parecía aburrido hacer ejercicios les dejaba estar en clase con música mientras los resolvían, y que con ese pequeño gesto había mejorado tanto su actitud como sus resultados. Y aún así creo que cada situación de aula puede ser totalmente diferente y es preciso realizar modificaciones que el contexto puede requerir. Mientras estaba redactando el TFM coincidí con una amiga que estudió Bellas Artes y le fascina la restauración de obras y la química que hay detrás, sin embargo a pesar de haberle ofrecido trabajar en un laboratorio y sacarse la carrera se ve incapaz debido a que tiene un cierto grado de dislexia que le impidió entender el sentido de las normas de formulación e hizo que no quisiera volver a trabajar esa parte de la materia, me pareció muy curioso y quería incluirlo porque no he conseguido encontrar ninguna indicación al respecto de qué hacer cuando un alumno presenta una dificultad del lenguaje que pueda suponer un obstáculo, salvo utilizar diferentes métodos más manipulativos como las tarjetas y cartas con colores que he nombrado antes.

Últimamente sobre lo que más he reflexionado es sobre la necesidad de conseguir que los alumnos sean el foco y conseguir que participen siempre en las actividades para que no suceda como al plantear los retos pensando en sus intereses y ofreciéndoles un camino fácil que luego dejen sin aprovechar, y creo que la única forma es dedicar tiempo a cuidar el funcionamiento de la clase y esforzarse para que nadie se quede descolgado, ya que recuperarlo a posteriori es mucho más difícil. No debemos permitir que se conviertan en agentes pasivos del aprendizaje y que simplemente estén ocupando su pupitre haciendo tiempo hasta que suene el timbre. También he pasado tiempo pensando acerca del aprendizaje por proyectos, ya que a mí me parece particularmente bonito y el estudiante sigue un proceso de desarrollo completo. Creo que es necesario primero conocer al dedillo el currículum en cada curso, saber cuáles son las mejores maneras de introducir diferentes temas a los alumnos para que puedan relacionar conceptos, y lo veo verdaderamente como un reto que requiere un trabajo constante: aprender de otros docentes, investigando a raíz de artículos revistas etcétera en fin, desde luego es algo que no se consigue ni mucho menos de la noche a la mañana y sin experiencia, pero tengo muchas ganas de explorar esa vía.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

Nunca sé si es mejor para concluir empezar por lo bueno o lo menos bueno así que imagino que lo iré intercalando. Creo firmemente que este máster de profesorado ha sido importante y relevante para mi formación, ya que me ha aportado una cantidad muy amplia de herramientas, recursos y fuentes de información útiles para la labor docente. Además de disponer de una visión mucho más global y completa de la organización de los centros educativos, la importancia del contexto y las distintas necesidades que nuestros alumnos pueden presentar. Y por supuesto descubrir la diferencia que supone planear adecuadamente el proceso de aprendizaje-enseñanza partiendo las posibles ideas previas de los estudiantes, teniendo en cuenta los distintos niveles cognitivos, y el currículum. Puedo decir finalmente que no ha consistido en un simple trámite como confieso que creía al matricularme.

También es cierto que todo este desarrollo no ha venido solo y ha supuesto un esfuerzo por mi parte e imagino que por la del resto de compañeras y compañeros, encadenando tareas, trabajos y presentaciones tanto grupales como individuales sin disponer de demasiado descanso. Honestamente no sé si ha sido porque estaba algo oxidado como estudiante o si se ha debido a las circunstancias extraordinarias de este año, en plena pandemia mundial, con mayor dificultad para tomar aire o desconectar de las responsabilidades, pero he sentido el máster como una carrera de fondo que me iba a agotando conforme avanzaban los meses.

Creo (por fortuna) que he conseguido gestionarlo mejor durante el segundo semestre, y puede que se deba a la experiencia del primer periodo de prácticas. Por supuesto pongo en valor los trabajos realizados a lo largo del máster y de hecho me ha parecido muy útil la importancia que se le ha dado en varias asignaturas a compartir materiales, productos y reflexiones con el resto de compañeras y compañeros, me ha parecido un muy buen ejemplo de aprendizaje colaborativo y sin duda enriquecedor. A pesar de eso, estoy convencido de que las prácticas suponen la parte más potente del año con diferencia, y me han servido de motivación para hacer un esfuerzo extra. Por eso mismo creo que el máster podría beneficiarse mucho planteando un calendario distinto. Me explico, durante el Prácticum I fue particularmente útil poder poner caras, nombres y apellidos a los cargos que se reflejan en los diversos documentos trabajados en la asignatura de Procesos y Contextos y me ayudó mucho a la hora de tener una visión más clara de las responsabilidades y tareas vinculadas a los mismos, así como de las adaptaciones a la realidad de un centro concreto, y su flexibilización según las circunstancias. Sin embargo destacaría como punto negativo que durante esa etapa se acumularon entregas finales y exámenes y creo que no me permitió disfrutar plenamente de la experiencia. Me habría gustado implicarme más a fondo en algunas actividades del centro que me resultaban de gran interés como la biblioteca y resultó imposible.

Esto me hace pensar que sería positivo plantear la posibilidad de conocer de primera mano el centro educativo o nada más comenzar el máster, o justo después de entregar trabajos y realizar exámenes, con el objetivo de estar centrado al 100% en las prácticas. Entiendo que la primera opción es bastante compleja por el periodo de matriculaciones y por la asignación de los centros pero sin duda mejoraría el desempeño en asignaturas en las que se tratan aspectos organizativos, además de poder comprobar nada más comenzar el máster si de verdad te gusta la docencia al pasar tiempo desde el inicio del mismo en el centro escolar. Durante el Prácticum II se repite una situación similar, si bien es cierto que hemos podido centrarnos en la experiencia durante el periodo de prácticas, la vuelta resulta complicada por tener que retomar de nuevo trabajos, nueva materia, presentaciones y exámenes. Se convierte en todo un reto a nivel mental por la cantidad de carga acumulada, y una vez superado ese esfuerzo debemos enfrentarnos al TFM que nos hace saltar de nuevo hacia atrás y hacer memoria con las actividades realizadas en el centro.

Pienso por ejemplo que se podía emplear más tiempo teniendo reuniones con el tutor antes de acudir al centro de prácticas para al mismo tiempo con la ayuda de los profesores del máster preparar actividades concretas y consultar bibliografía como hemos debido hacer en este trabajo de fin de máster, y que el Prácticum II fuera realmente el cierre, suponiendo una mejora en mi opinión tanto para el estudiantado del máster como para nuestros grupos de

prácticas, aunque de nuevo imagino que el fin de curso en los centros escolares lo hace inviable. Aún así si se cumpliera esa utopía el final de curso se podría dedicar a compartir experiencias y a explicar los pasos a seguir una vez terminamos el máster, ya que puede ser confuso y las charlas dedicadas a ello tristemente se pueden ir solapando con horarios de clase o de trabajo, y no es lo mismo asistir en "vivo y en directo" que ver una grabación más tarde sin posibilidad de resolver dudas o recolectar presentaciones y documentos donde pierdes muchos detalles e información importante.

De todas formas esta se trata de mi opinión a título individual e imagino que ya se han planteado distintas opciones con anterioridad sobre cómo organizar el máster y habrá muchos factores que esté pasando por alto, No obstante una mejora que me parece obvia es la de preparar un cuestionario final para los estudiantes del máster para tener la oportunidad de evaluarlo de forma general tal y como hacemos con las asignaturas, con la posibilidad de aportar propuestas a futuro.

Volviendo a lo que realmente creo que importa ahora que el máster llega a su fin quiero decir que a pesar de sentir en ocasiones que iba algo justo de tiempo a la hora de preparar clases y actividades, he explotado al máximo la oportunidad de las prácticas, tratando de involucrarme a todos los niveles, experimentando las guardias, tomando parte en las reuniones de departamento, acudiendo a clases de otros niveles y materias con la ilusión de aprender más, y si aun encontrándome cansado sacaba tiempo y fuerzas y ganas de donde fuera ha sido por una sencilla razón: lo he disfrutado.

Estoy satisfecho porque creo que finalmente he encontrado mi vocación, contento porque me he encontrado una educación con ánimo de cambiar a mejor y sobretodo quiero dar las gracias a los profesores que me han acompañado este año, al personal del centro de prácticas, que desde el primer día me hizo sentir parte del mismo e integrado por completo, a Teresa por estar siempre disponible para las dudas que pudiera tener sobre este trabajo, y especialmente a mi tutor Diego, que me ha dado libertad desde el minuto uno, me ha animado con temas con los que todavía no me veíauelto, me ha guiado y aconsejado con toda su mejor intención y ha confiado en mí gestión del aula de forma plena tal y como si ya formase parte del personal docente y estuviera tratando con un compañero en lugar de con un alumno.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

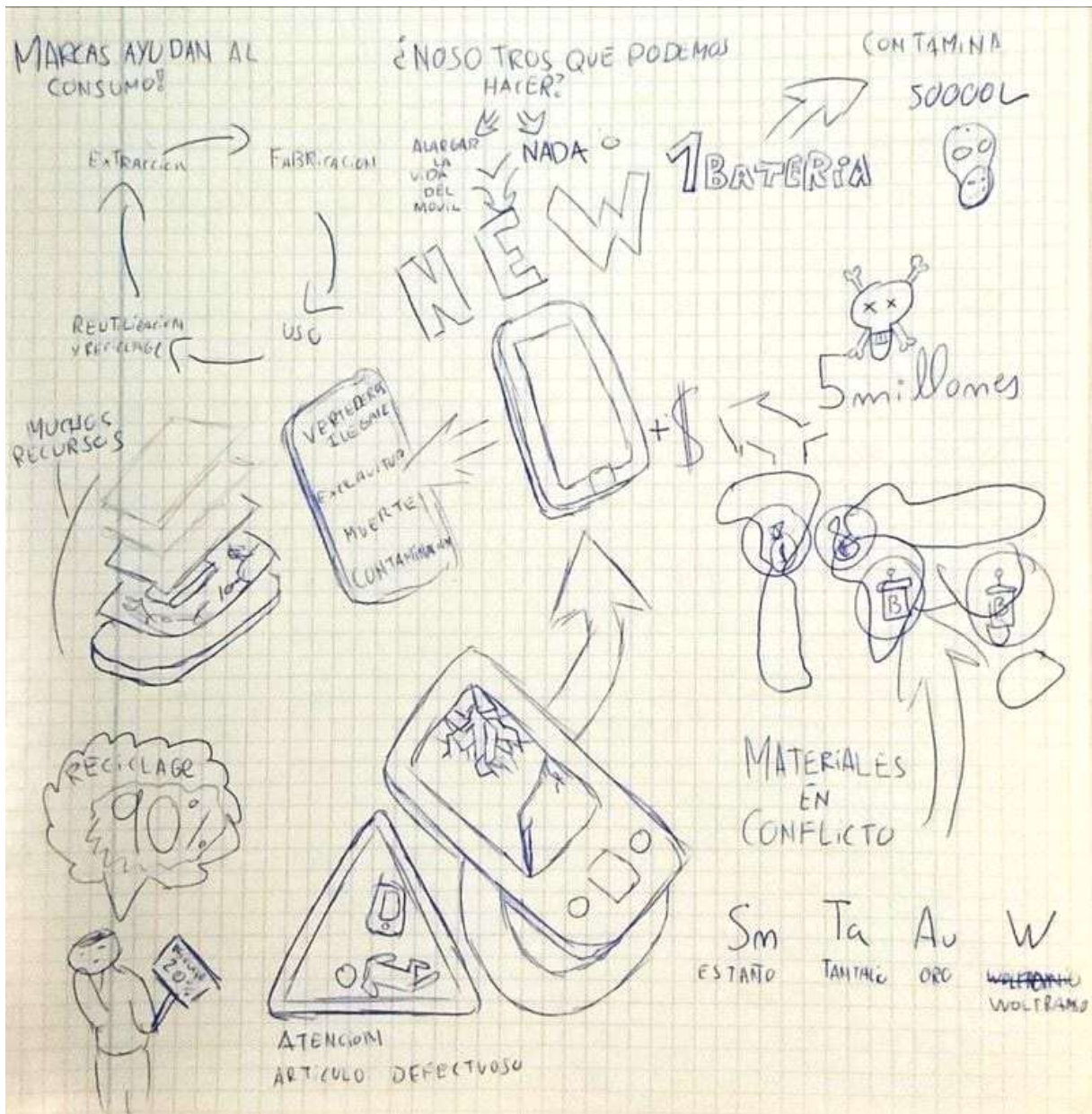
- Buch, T. (2003). CTS DESDE LA PERSPECTIVA DE LA EDUCACIÓN TECNOLÓGICA. *Revista Iberoamericana*, 32, 147–163.
- Collis, B., & Moonen, J. (2001). (2001). Flexible learning in a digital world. *Flexible Learning in a Digital World*, 29–43. <http://www.c3l.uni-oldenburg.de/cde/media/readings/collis01.pdf>
- Edwards, M., Gil, D., Vilches, A., & Praia, J. (2004). La atención a la situación del mundo en la educación científica. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 22(1), 47–64. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3902>
- Esteve Castell, J. (2008). Formulación química inorgánica en educación secundaria (Póquer de química). *PULSO. Revista de Educación*, 0(31), 197–217.
- Franco-Mariscal, A. J., & Oliva-Martínez, J. M. (2013). ¿Qué enseñar en secundaria sobre la tabla periódica? *Educació Química*, 15, 43–52.
- Gómez Moliné, M. R. (2011). Obstáculos detectados en el aprendizaje de la nomenclatura química. *Educación Química*, 19(3), 201. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2008.3.25832>
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 12(3), 299-313–313.
- Kohler Herrera, J. (2005). Importancia de las estrategias de enseñanza y el plan curricular. *Liberabit*, 11, 25–34.
- Mariscal, F. (2009). Dificultades de aprendizaje en torno a la periodicidad de los elementos químicos : la visión de profesores e investigadores en educación química. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 0(Extra), 54–57.
- Mellado Jiménez, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., & . E. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, 32(3), 11–36. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>
- Mendez Coca, D. (2015). Study of the Motivations of Secondary Students of Physics and Chemistry and the Influence of the Methodologies of Education in Their Interest. *Educacion Xx1*, 18(2), 215–235. <https://doi.org/10.5944/educXX1.14>
- Pablo, U. S., Carlos, S. B., & Pilar, T. M. (2019). Approaching the relationship between emotional intelligence, burnout and academic commitment in students of compulsory secondary education. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 17(49), 541–560. <https://doi.org/10.25115/ejrep.v17i49.2306>
- Salinas, J., & Ayala, J. (2017). (PDF) EL USO DE SIMULADORES EN EL AULA, UNA MIRADA DESDE LA INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS EN COLOMBIA. [https://www.researchgate.net/publication/330655020\\_EL\\_USO\\_DE\\_SIMULADORES\\_EN\\_EL\\_AULA\\_UNA\\_MIRADA\\_DESDE\\_LA\\_INVESTIGACION\\_EN\\_TECNOLOGIAS\\_EDUCATIVAS\\_EN\\_COLOMBIA](https://www.researchgate.net/publication/330655020_EL_USO_DE_SIMULADORES_EN_EL_AULA_UNA_MIRADA_DESDE_LA_INVESTIGACION_EN_TECNOLOGIAS_EDUCATIVAS_EN_COLOMBIA)
- Solbes, J., Montserrat, R., & Furió Más, C. (2007). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Desinterés Del Alumnado Hacia El Aprendizaje de La Ciencia: Implicaciones En Su Enseñanza*, 117(21), 91–117. <https://doi.org/10.7203/dces..2428>
- Using a Hands-On Method To Help Students Learn Inorganic Chemistry Nomenclature via Assembly of Two-Dimensional Shapes | Journal of Chemical Education*. (n.d.). Retrieved June 26, 2021, from

<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed300224m>

Vilches Peña, A. (2007). Una unidad didáctica clave para a implicación del alumnado: ¿Cómo empezar? *Alambique: Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 52, 28–38.



# ANEXOS



Mapa conceptual elaborado por un estudiante de 3º durante la charla de Electrónica Ética.