



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

En Profesorado de E.S.O., F.P. y Enseñanzas
de Idiomas, Artísticas y Deportivas

Especialidad de Física y Química

Mucho más que el descubrimiento de mi
vocación

Much more than the discovery of my
vocation

Autor

Sergio Adrián Acín Escolán

Directora

Isabel Iranzo Navarro

FACULTAD DE EDUCACIÓN

2019/2020

RESUMEN:

El Trabajo de Fin de Máster de modalidad A pretende que los alumnos hagan una reflexión general de su paso por el Máster en Profesorado, poniendo en valor los conocimientos, actitudes y habilidades que han recibido y que son necesarios para ejercer como docente. Bajo esta modalidad se enmarca el trabajo que presento a continuación y que pretende servirme como memoria de mi paso por el Máster en la especialidad de Física y Química, recogiendo los aprendizajes teóricos y prácticos que he desarrollado a lo largo de estos meses.

Para cumplir este objetivo reflexionaré sobre las experiencias que he vivido en este periodo y analizaré, justificando su selección, dos proyectos didácticos que he diseñado basados en metodologías activas con Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y que han resultado muy significativos, aportando las conclusiones que extraigo y destacando lo que han supuesto para la construcción de mi modelo docente.

Para finalizar esta memoria personal expondré las conclusiones a las que llego al finalizar mi paso por el Máster, realizando sugerencias críticas de mejora y destacando la importancia de esta formación para los futuros docentes y, por consiguiente, para todo el sistema educativo, mostrando la importancia de los periodos de prácticas.

Palabras clave: innovación, TIC, Física y Química, motivación, didáctica.

ABSTRACT:

The principal aim of the Final Master Project in Modality A is based on the reflection of the students about the time spent on the Master in Teaching, demonstrating the value of the knowledge, attitudes and skills they have received and that are necessary to practice as a teacher. The work that I present below, belongs to this modality, aims to serve as a memory of my passage through the Master in the specialty of Physics and Chemistry, recognizing the theoretical and practical learning that I developed throughout these months.

To achieve this objective, I will reflect on the experiences I have had in this period and analyze, justifying its selection, two didactic projects that I have designed based on active methodologies with Information and Communication Technologies (ICT) and that have been very significant, providing the conclusions I draw and highlighting what they have meant for the construction of my teaching model.

To finish this personal report, I will present the conclusions I reached at the end of my time in the Master, making critical suggestions for the improvement and highlighting the importance of this training for future teachers and, therefore, for the entire educational system, showing the importance of the internships.

Keywords: innovation, ICT, Physics and Chemistry, motivation, didactics.

ÍNDICE MEMORIA TFM

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	JUSTIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN DE LOS PROYECTOS EDUCATIVOS	6
3.	PRESENTACIÓN DE LOS PROYECTOS SELECCIONADOS	16
4.	REFLEXIONES	26
5.	CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE FUTURO	36
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	38
7.	ANEXO I: PROYECTO DIDÁCTICO.....	i
8.	ANEXO II: PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE	xvii

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo recoge mi propia experiencia desarrollada durante el proceso de enseñanza-aprendizaje en el Máster en profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, Artísticas y Deportivas realizado en la Facultad de Educación de la Universidad de Zaragoza. Se trata de estudios con carácter habilitante a través de los cuales se adquieren las competencias y conocimientos precisos y necesarios para poder ejercer de manera adecuada la profesión docente.

Todo empezó hace unos 8 años, cuando me encontraba cursando los estudios de Bachillerato en la modalidad de Ciencias y Tecnología. Por aquel entonces, ni siquiera yo tenía claro a qué quería dedicarme más allá de la rama científica en general; aunque sí es cierto que de manera inconsciente me sentía muy cómodo, realizado y reconfortado personalmente a la hora de ayudar a compañeros de clase que tenían dificultades para comprender ciertos conceptos o ejercicios.

Así pues, llegó el anhelado momento posterior a la antigua selectividad en el que te enfrentas a una plantilla vacía que va a marcar tu futuro personal y profesional en función de las opciones de estudios universitarios que selecciones según tu preferencia. He de reconocer que me abordó de manera abrumadora una enorme sensación de inquietud y nerviosismo al seguir sin tener claro qué es lo que realmente quería hacer para ser feliz. Tuve un momento de dudas en el que me planteé el cursar el Grado de Magisterio de Primaria, pero realmente pensé que si acabara siendo docente me gustaría serlo de una especialidad en concreto que me apasionara realmente y fue entonces cuando me dije a mí mismo: "Está claro que lo que te gusta son las ciencias en general, pero no puedes decantarte por una en concreto, así que ¿por qué no pruebas suerte en Biotecnología?, parece una ciencia multidisciplinar que abarca todos los ámbitos y que en el día de mañana podrías enseñar y transmitir a otros alumnos con ilusión".

Así que tome la decisión de cursar el Grado en Biotecnología en la Universidad de Zaragoza sin saber muy bien qué es lo que me iba a deparar el futuro. Tengo que reconocer que mientras lo cursaba, me adentré tanto en el mundo científico y en la investigación que dejé de lado por completo esos pensamientos y "gusanillos" docentes que me abordaron tiempo atrás. Sin embargo, en Tercer curso, recibimos un correo

electrónico de la coordinadora del Grado en el que hacía alusión a la salida laboral docente de los Graduados en Biotecnología. Dado que se trataba de una carrera universitaria relativamente novedosa, sufríamos agravios por parte de las administraciones a la hora de ejercer en distintas salidas laborales, entre ellas la de profesor de Secundaria, Bachillerato y FP; pero por suerte se mencionaba que se había subsanado y que podíamos ejercer la docencia en una gran cantidad de asignaturas de ciencias. Fue entonces cuando me volví a plantear lo mismo que años atrás: "¿Y si realmente lo que me gusta es divulgar y enseñar ciencia en vez de investigarla de primera mano?".

De esta manera, me adentré en el mundo de las clases particulares de química, física, biología y matemáticas a alumnos de E.S.O y Bachillerato; y menos mal que lo hice, porque descubrí mi vocación. Ya no solo la pasión con la que enseño y transmito conocimientos, sino la alegría que te proporciona escuchar de boca de los alumnos y alumnas un simple "Muchas gracias por ayudarme, ya no solo a entender las cosas y tenderme una mano para aprobar, sino que has hecho que vuelvan a gustarme las ciencias".

He de decir que nunca he dejado de aprender cosas nuevas y que soy una persona inquieta y que siempre quiere seguir formándose, y es por esto que finalmente, una vez concluí mis estudios de Biotecnología, me volvieron a entrar dudas acerca de si cursar el Máster del profesorado o algún otro relacionado con mi grado de procedencia. Acabé realizando el "Máster en Biología Molecular y Celular" en la Universidad de Zaragoza porque aunque me llamaba la docencia, tampoco quería dejar atrás la investigación básica, además de ser la llave de acceso a estudios de Doctorado (concretamente de Microbiología, Inmunología y Parasitología) que siempre quise realizar y que actualmente estoy cursando también, ya que a su vez también me interesaba mucho la docencia universitaria.

Todo este interés por enseñar, educar y formar personas, y las expectativas previas que tenía por aprender a hacerlo de manera adecuada siguiendo metodologías activas e innovadoras, además de la adquisición de conocimientos psicológicos para saber llevar un aula y tratar con adolescentes, me llevaron a matricularme en el presente curso académico en el Máster en profesorado.

Ahora solo faltaba lo más importante: ¿En qué especialidad?. Puede resultar algo confuso que me planteara esta pregunta, pero no lo era, puesto que dados mis estudios de procedencia, se me permite impartir clases tanto en E.S.O como en Bachillerato de Biología, Geología, Matemáticas, Física, Química, Cultura Científica, Ciencias aplicadas a la Actividad Profesional, además de a numerosas asignaturas de distintos Grado Medio y Superior de la rama científica/sanitaria. Por ende, tenía acceso a la gran mayoría de estas especialidades. Sin embargo, descarté rápidamente la especialidad de "Biología y Geología" puesto que sentía que no me iba a aportar mayores conocimientos técnicos de los que ya poseía. De esta manera, entre todas las restantes, me di cuenta de que la que más me apasionaba era claramente la de "Física y Química", que eran casualmente las dos materias que más he disfrutado enseñando en mis clases particulares y que junto con Biología y Geología me planteo preparar para opositar en un futuro próximo y poder ejercer así realmente la docencia y cumplir el sueño que todo el mundo tiene: "Trabajar de lo que te gusta y vivir de tu vocación".

Es por todo esto por lo que decidí realizar el presente Máster, ya que la parte más gratificante de la tarea docente, lo que más me gusta y me motiva por otro lado, es el hecho de poder enseñar y aprender, ya que a menudo es el profesor el que aprende de sus alumnos, así como poder intercambiar opiniones con el alumnado y con otros profesores; y sobre todo, poder inculcar valores cívicos.

Así pues, a lo largo de este curso académico, mediante la asistencia a las clases, no solo he aprendido conocimientos acerca de teorías de enseñanza-aprendizaje; sino que también me ha servido para comprender la programación, la teoría y la práctica sobre el desarrollo de las actividades en el aula, las metodologías activas, la psicología social o evolutiva en el caso concreto de adolescentes, la sociología relacionada con la educación, el clima en el aula, la motivación y la inteligencia emocional o inteligencias múltiples. Sin dejar a un lado, por supuesto, a la investigación, emprendimiento, calidad y responsabilidad social que han significado la consecución de muchas de las competencias necesarias para ejercer como docente, fundamentalmente el desarrollo de las específicas. El hecho de recibir esta formación por parte de profesorado que está en activo ejerciendo la docencia en centros de enseñanza, ha hecho que a través de su experiencia tenga una visión más cercana y concreta del sistema formativo. Cabe destacar aquí también la importancia que desde mi punto de vista ha tenido la realización de numerosos trabajos grupales prácticos con compañeros, ya no solo por

trabajar en cooperativo, sino por lograr personalmente la adquisición de muchas de las competencias transversales y genéricas que son fundamentales para los futuros docentes.

A lo largo del curso escolar, también he podido acceder a los dos períodos de Prácticum, denominación que reciben las prácticas externas que los alumnos y alumnas realizan en un centro escolar, teniendo la oportunidad de aproximarnos a un aula real para poner en práctica todas aquellas habilidades, actitudes y conocimientos que previamente se nos han inculcado en el presente máster y que son necesarios para afrontar la actividad profesional para la que habilita esta formación. Si bien es cierto que durante el primer período de prácticas el objetivo es la observación y análisis del funcionamiento del centro escolar y que la intervención educativa se reserva para el segundo período, no ha sido todo lo óptima que en un principio se esperaba dada la excepcional crisis sanitaria que estamos viviendo provocada por el Covid-19, que en materia de educación se ha traducido en dar clases vía on-line de manera atípica, ciñéndose a ello las intervenciones de los alumnos/as en prácticas y desarrollando sin duda alguna las competencias digitales pertinentes. Y es que de esta manera hemos sido conscientes del gran poder de la información digital a la hora de la difusión, valorización y transferencia de conocimientos, de la necesidad de una formación permanente, continua y transdisciplinar y de la importancia de la innovación y evolución en un mundo tan cambiante.

Ciñéndome de una manera más precisa a la profesión docente en secundaria, y más concretamente a la enseñanza de la Física y la Química, cabe destacar, que junto con el resto de las materias del ámbito científico, resulta imprescindible para comprender el desarrollo social, económico y tecnológico que se está experimentando en los últimos años. También es fundamental para poder tomar decisiones, con el criterio adecuado, ante algunos de los grandes problemas que la sociedad tiene en la actualidad. Y sin embargo, pese a la importancia de la ciencia, numerosas investigaciones concluyen que, a medida que se avanza en el nivel de estudios, el interés por ésta disminuye: cuanto más ciencia se estudia, más negativa es la actitud hacia la misma. Diversas investigaciones afirman en esta línea que la desmotivación ante el aprendizaje de las mismas es debida, entre otros, a que los estudiantes tienen una visión teoricista y descontextualizada, ya que la perciben como una materia puramente abstracta y carente de relación con la realidad. Y aquí juega un papel fundamental el rol docente, que personalmente pienso

que ha ido evolucionando poco a poco en una línea muy marcada hacia las metodologías innovadoras, dando cada vez un mayor valor y peso a la práctica y fomentando la motivación del alumnado, ya que es un factor imprescindible para el aprendizaje dado que "*nadie aprende lo que no quiere aprender*".

La visión de la Física y Química como materia no es mucho mejor que la perspectiva social, ya que está considerada como una asignatura difícil al utilizar términos, materiales y procesos que no son familiares para los estudiantes, provocando una falta de interés hacia la misma dada la aparente desconexión entre los contenidos impartidos por el docente tradicional en el aula y los fenómenos que observan fuera de ella.

En mi opinión, en la mayoría de los centros de enseñanza Secundaria y Bachillerato, la metodología que se sigue para la enseñanza de la Física y Química es, esencialmente, expositiva y, por tanto, impropia de disciplinas tan experimentales como éstas. La realización de actividades prácticas, además de resultar más divertidas, interesantes y entretenidas, hacen que el alumnado participe activamente en la clase y que se genere un aprendizaje significativo. Aunque desgraciadamente las actividades de la mayoría de institutos y de profesionales docentes gira en torno a las clases expositivas, siempre existen centros que realizan alguna demostración práctica curiosa; si bien la falta de tiempo juega en su contra a la hora de profundizar en el fundamento teórico-científico del experimento, dejando la actividad como algo residual. La mayoría de los docentes hacen uso de los libros de texto y aunque es cierto que incorporan cada vez más sesiones aplicadas, éstas siguen sin ser el eje del currículo; es decir, no están completamente integradas en los contenidos y se plantean a modo de adorno o para romper la aridez de la teoría.

Para concluir esta introducción, quería hacer hincapié en el título del presente Trabajo Fin de Máster, "*mucho más que el descubrimiento de mi vocación*", puesto que aparte de querer dedicarme a ello de manera profesional, quiero formar parte de ese pequeño gran cambio que debe experimentar la docencia actual, acercando al alumnado las materias científicas desde un punto de vista mucho más práctico, divertido, innovador y transmitiendo su importancia y aplicaciones en la vida cotidiana, haciéndoles partícipes de que ellos son el próximo y futuro motor de todos los avances que quedan por llegar y de que sean conscientes de que lo que les puede parecer una pequeña idea puede transformarse en un nuevo descubrimiento que lleve sus nombres.

2. JUSTIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN DE LOS PROYECTOS EDUCATIVOS

De los numerosos trabajos que he ido realizando a lo largo del presente curso académico, he decidido centrarme y analizar de manera detallada dos de ellos en concreto en este Trabajo Fin de Máster; ambos elaborados en el segundo cuatrimestre. El primero se trata de mi Proyecto Didáctico, "*Aproximación de los cambios químicos y reacciones de especial interés a alumnado de 4º E.S.O.*", realizado en la materia de Diseño de actividades de aprendizaje de Física y Química. El segundo es mi Proyecto de Innovación Docente, "*Utilización de las TICS en la enseñanza de la física y química*", realizado en la materia de Innovación e Investigación educativa en Física y Química. Ambos pueden consultarse íntegramente en los *Anexos* de este documento.

He seleccionado estos dos trabajos porque personalmente considero que es lo que mejor he hecho en este Máster junto con el Prácticum II, que no ilustro aquí dado que aunque las actividades planteadas han sido diferentes, se ha nutrido considerablemente del trasfondo y consideraciones teóricas planteadas en ellos. Por tanto, los motivos de haber escogido tanto el proyecto didáctico como el de innovación, son los siguientes:

1. A la hora de elaborar estos dos trabajos, que son los más "grandes" de la última etapa del curso dada la alta implicación y carga horaria, ha sido necesario implementar conocimientos y conceptos adquiridos a lo largo de diversas materias que se han abordado durante de todo este Máster. A su vez, también han servido de inspiración para realizar el planteamiento del Prácticum II.
2. Tal y como se menciona en la memoria de ambos proyectos, se plantean en primera instancia como unas propuestas didácticas que poseen un carácter realista y que fácilmente pueden ser reproducidas tanto en las aulas y laboratorios de los centros docentes que así lo estimasen oportuno, como en los domicilios en el caso del Proyecto de Innovación Docente.
3. En cierta manera, son los dos trabajos que más se aproximan al que realiza un docente en el aula, y que por tanto, han fomentado en mí la adquisición de los objetivos primordiales que se plantean alcanzar en el Máster; siendo un valor añadido a la hora de aproximar la profesión docente desde un marco teórico y cambiando en parte mi forma de pensar, además de disfrutar elaborándolos.

Para justificar dicha elección, voy a desarrollar estos tres puntos en el mismo orden en el que se han planteado:

1. IMPLEMENTACIÓN EN LOS TRABAJOS DE CONOCIMIENTOS E IDEAS ADQUIRIDAS PREVIAMENTE EN DIVERSAS MATERIAS DEL MÁSTER

En este primer punto o apartado se expone un cuadro resumen que contempla la influencia que han tenido las diversas materias o asignaturas cursadas a lo largo del presente Máster en la elaboración de los dos trabajos que aquí desarrollo. Todas han tenido en mayor o menor medida un rol fundamental para alcanzar ciertos conocimientos, conceptos, saberes, ideas y destrezas que se han aplicado y que a medida que se avance en la presente memoria se irán comprobando.

A la hora de plantear y realizar el Prácticum II, tuve cierta libertad para elaborar materiales que servirían como evaluación extraordinaria de recuperación del primer y segundo cuatrimestre. En gran medida, todo lo que desarrollé y apliqué allí, se nutrió de estos dos trabajos, tanto en ideas y conceptos didácticos, como en metodologías activas innovadoras que variaban de los clásicos métodos tradicionales de evaluación. En este punto, tengo que decir que tuvo una gran acogida por parte del alumnado, que se plasmó en un mayor entusiasmo e interés y que se tradujo en un aumento objetivo y significativo ya no solo de sus calificaciones, sino de los conocimientos, habilidades y objetivos alcanzados. Por ello, esto es un argumento más a favor a la hora de justificar la selección de estos dos trabajos y de su trasfondo.

Tabla 1. Implementación en los trabajos de conocimientos e ideas adquiridas previamente en el Máster.

ASIGNATURA	CONTENIDO	APLICACIÓN
PSICOLOGÍA DEL DESARROLLO Y DE LA EDUCACIÓN. SOCIEDAD FAMILIA Y PROCESOS GRUPALES	Psicología del adolescente, pluralidad del aula y diversas formas de trabajar.	Diseño de actividades y adaptación de las mismas. Dinámicas grupales y proyectos integradores motivacionales.
PROCESOS Y CONTEXTOS EDUCATIVOS	Legislación educativa vigente. Metodologías existentes y formas de evaluación. Características del alumnado.	Contextualización legal de los proyectos e integración de metodologías docentes variadas.

DISEÑO CURRICULAR E INSTRUCCIONAL DE CIENCIAS EXPERIMENTALES	Planificación de una programación didáctica.	Interpretación del currículo, diseño y secuenciación de actividades.
CONTENIDOS DISCIPLINARES DE QUÍMICA	Conceptos de Ácido-Base y cinética de reacción.	Diseño de actividades relacionadas con pH y velocidades de reacción.
DISEÑO DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE EN FÍSICA Y QUÍMICA	Dificultades en el aprendizaje de las ciencias. Secuenciación de actividades y formas de trabajarlas.	Proyecto didáctico. Implementación y justificación de la importancia del orden de las actividades.
INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EN FÍSICA Y QUÍMICA	Búsqueda en revistas de didáctica de las ciencias experimentales sobre innovaciones en el aula.	Proyecto de Innovación Docente. Cómo hacer actividades dinámicas e innovadoras. Elaboración de rúbricas de evaluación.
PREVENCIÓN Y RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS	Clima del aula, convivencia, conflictos frecuentes y técnicas para solventarlos y prevenirlos.	Análisis de posibles conflictos docente-alumnado.
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN PARA EL APRENDIZAJE (TIC)	Nuevas herramientas digitales y tecnológicas. Aplicaciones en el aula y beneficios de las mismas.	Primordial ante la docencia online que se ha realizado durante la pandemia provocada por el Covid-19. Adaptación de materiales y contenidos y uso de recursos TIC en la docencia.

2. PROPUESTAS DIDÁCTICAS CON CARÁCTER REALISTA

Ambos proyectos se contextualizan en el Colegio O.D. Santo Domingo de Silos, ubicado en el barrio de Las Fuentes, al este de la ciudad de Zaragoza, donde tuve la oportunidad de realizar tanto el Prácticum I como el II. Para el primer trabajo que se expondrá, el Proyecto Didáctico, se contempló el curso de 4º de la E.S.O; mientras que para el segundo, el Proyecto de Innovación Docente, el curso de 1º de Bachillerato.

En primer lugar, considero conveniente realizar una breve contextualización del centro. Se trata de un centro bilingüe (se rige por el modelo PIBLEA) de carácter

privado-concertado y perteneciente a la Iglesia Católica, concretamente a la diócesis de Zaragoza, siendo fundado en 1959 por el canónigo Julián Matute.

Cuenta con unos 21000 m² de extensión y unos 2400 alumnos y alumnas matriculados. Se imparten las enseñanzas de infantil, primaria, secundaria, bachillerato, formación profesional básica (Informática y comunicaciones, mantenimiento de vehículos, servicios comerciales, electricidad y electrónica), grado medio (Farmacia y parafarmacia, cuidados auxiliares de enfermería, electromecánica de vehículos automóviles, instalaciones eléctricas y automáticas, instalaciones de telecomunicaciones, gestión administrativa y actividades comerciales) y grado superior (Higiene bucodental, enseñanza y animación sociodeportiva, además de administración y finanzas). El centro cuenta con 4 vías en infantil, 5 en primaria, 5 en E.S.O y 3 para bachillerato de humanidades y 2 para el de ciencias. Tanto el bachillerato como los ciclos se enmarcan dentro del concierto singular, pagando una cuota de 35 euros mensuales. La ratio de alumnos por aula varía según la etapa, siendo de 22 en infantil y primaria, de 27 en E.S.O y de 32 en bachillerato.

Las familias que forman parte del centro educativo son tradicionales y con un nivel socioeconómico medio y medio-bajo. A grandes rasgos, el nivel educativo del alumnado es medio, habiendo excepciones puntuales como en el caso de 2º de PMAR en el que hay un alumno con un nivel curricular inferior a su etapa (con 4º de primaria en ciencias y 3º de primaria en matemáticas) o en 4º de la E.S.O donde hay un alumno con altas capacidades que ha ganado numerosos premios escolares pero que no ha requerido numerosas adaptaciones significativas a su vez.

En líneas generales, la situación actual de la convivencia en el centro es buena y correcta; aunque no obstante, no pueden evitarse algunos conflictos provocados por el estrés y la desinformación generalizada por el panorama actual y el futuro incierto de la docencia on-line. En cuanto a las familias, algunas han mostrado su malestar por ciertas decisiones adoptadas por los equipos de ciclo o hacia algún profesor/a. Los distintos sectores de la comunidad educativa han respondido de forma homogénea ante los conflictos descritos. El centro es un entorno educativo en su totalidad y todos los adultos tienen el deber y la capacidad para intervenir en la resolución de los mismos.

La colaboración de las familias, la asistencia a las reuniones con los tutores, la participación real en las actividades del colegio, la confianza en el trabajo de los profesores, la comunicación constante y la coordinación en el establecimiento de las pautas de conducta son aspectos fundamentales que garantizan el buen funcionamiento de la convivencia en el centro. Si hay algo que me ha llamado la atención es que todos van a una y solventan los posibles problemas y conflictos unidos en un solo grupo, dando sensación de fortaleza y unidad. Está presente una línea metodológica de comunicación muy marcada y abierta a la comunidad y con las familias y relacionada con el uso de las TICs, tal como la plataforma digital “ALEXIA FAMILIAS”.

Existen numerosos proyectos de innovación que se difunden públicamente y que son reflejo de una buena convivencia, como el perfil internacional del colegio, que le ha llevado a ser merecedor del Premio Nacional Euroscola, premio que se otorga cada año a un centro de toda España, por el cual se reconoce la trayectoria como centro implicado en difundir y trabajar los valores de los ciudadanos y de la Unión Europea.

En esta línea, el programa "Ciencia Silos" se desarrolla desde el departamento de Física y Química con el fin de promover el conocimiento científico mediante metodologías activas y en el que puede participar todo el alumnado. En los últimos años, muchos de los proyectos desarrollados han obtenido numerosos premios. Se organizan una amplia gama de actividades como charlas con prestigiosos científicos, talleres, participación en eventos científicos y organización de exposiciones científicas. En los talleres los alumnos pueden desarrollar su creatividad de la mano de la ciencia y guiados por los docentes, que les facilitan los recursos y orientaciones para elaborar los experimentos, creaciones y artefactos que luego presentan a diversos certámenes y eventos como "La noche de los investigadores".

Algo que también marcó en gran medida la orientación de las actividades plasmadas en estos dos proyectos, fue la oportunidad que tuve de participar en todas las reuniones que se han llevado a cabo con los alumnos y alumnas que formaban parte de los proyectos de "Ciencia en Acción", un concurso internacional dirigido a estudiantes de todos cursos en cualquiera de sus disciplinas. De manera muy clara pude observar un gran entusiasmo en ellos por la ciencia, despertando su inquietud por temas de interés y planteándose en muchos casos el desarrollar una vocación científica a corto plazo. De esta forma, se les presenta la ciencia de una manera atractiva y motivadora, haciendo

que se interesen por ella y con el incentivo de grandes premios en caso de llegar a la final, como puede ser la visita de un premio Nobel al centro escolar y su reconocimiento al trabajo que han hecho los alumnos.

A lo largo del primer periodo de prácticas, pude observar numerosas metodologías activas que llevaba a cabo mi tutor en las aulas, y con ello tomar nota e intentar elaborar propuestas de mejora en los dos proyectos en los que se centra este Trabajo Fin de Máster. En cualquier caso, todas ellas buscaban el desarrollo de las habilidades cognitivas, sociales y emocionales, promoviendo en todo momento el pensamiento crítico y la creatividad, estimulando el aprendizaje autónomo y el trabajo en equipo. A modo de cuadro resumen, se pueden resumir principalmente en cuatro estrategias:

DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

OBSERVACIONES EN EL AULA

CLASES MAGISTRALES TRADICIONALES

<ul style="list-style-type: none">• Teoría• Lectura en voz alta, subrayado y comentarios• Uso de vídeos y dibujos ilustrativos en la pizarra• Uso recurrente de anécdotas	<ul style="list-style-type: none">• Alumnos dispersos y distraídos• Se nota falta de comprensión de conceptos cuando leen el libro de texto• El uso de ilustraciones y pequeñas "distracciones" prácticas hace que se metan de nuevo en la dinámica
--	---

CLASES DE PROBLEMAS

<ul style="list-style-type: none">• Se trabaja en cooperativo en grupos reducidos de 3-4 alumnos• Se proponen recompensas como puntos positivos• Se corrigen en voz alta y el docente va pasando de mesa en mesa	<ul style="list-style-type: none">• Una clase entera de problemas no es eficaz porque al cabo de 20 minutos se distraen y hablan entre ellos de aspectos ajenos a las tareas• Las recompensas les suelen motivar• El mezclar en grupos a alumnos/as más avanzada con otros con más dificultades hace que estos últimos aprendan más y de una manera más cercana
--	---

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

<ul style="list-style-type: none">• Escasas• Alumnado distribuido en grupos de 4-5 personas• Guión de laboratorio y explicación previa de las actividades• Rotación por las mesas• No realizan informe final	<ul style="list-style-type: none">• Alumnado motivado que se plantea inquietudes pero alborotado• Ven las actividades como un juego o distracción totalmente separada y sin relación con la teoría• El no realizar informe hace que se queden con los aspectos superficiales
--	--

CLASES DE REPASO VOLUNTARIAS EN EL RECREO

<ul style="list-style-type: none">• Se trabaja individualmente• El profesor va de alumno en alumno resolviendo dudas• Se plantea la realización de trabajos o proyectos de la temática que sea y que despierten en ellos su interés, siempre dentro de la Física y Química.	<ul style="list-style-type: none">• La acogida es buena y hay más alumnos/as de las que me esperaba• Aunque los trabajos son voluntarios y suben nota, el alumnado los realiza por interés e intriga, dando rienda suelta a su imaginación. Este aspecto es clave.
---	---

Tras este análisis, se extraen una serie de conclusiones que inspiraron y motivaron el diseño y la elaboración de los dos trabajos que en este TFM se exponen, justificando su elección:

- El alumnado se encuentra desmotivado y aburrido ante las clases magistrales tradicionales. Pero sin embargo, cuando se varía y se proponen proyectos que se salen de la rutina e involucran metodologías activas, su interés aumenta exponencialmente.
- Los alumnos y alumnas muestran una motivación extra a la hora de trabajar desde la indagación personal, actuando el profesor como guía y resolviendo sus dudas.
- Las actividades prácticas de laboratorio captan su interés, sin embargo hay que relacionarlas con los conceptos teóricos y con sus aplicaciones en la vida cotidiana para alcanzar verdaderamente los objetivos docentes.

Ante estas observaciones y necesidades, teniendo en cuenta todos los conocimientos que había adquirido a lo largo del Máster, creí conveniente que podía plantear en sendos trabajos diversas metodologías y formas de trabajar, de manera que se pudieran aplicar posteriormente con el alumnado y con el fin de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje:

- Introducir actividades de laboratorio sencillas que estén verdaderamente ligadas e hiladas con los conceptos teóricos y que se trabajen desde la indagación personal.
- El uso de las TIC como metodología innovadora, didáctica, activa y motivadora.

Así pues, de aquí nacen los dos proyectos que se van a exponer más adelante en la presente memoria.

3. ADQUISICIÓN DE LOS OBJETIVOS PARA SER UN BUEN DOCENTE

Finalmente, la última razón por la que he escogido estos dos trabajos, y una de las más importantes, es porque desde mi punto de vista son los que más se aproximan al que realiza un docente dentro del aula. Y es por esto que han conseguido que alcanzara los objetivos que se marcan en el presente Máster del profesorado. También tengo que añadir el hecho de que han despertado en mí un espíritu crítico a la hora de diseñar actividades, disfrutando en todo momento a lo largo de su elaboración ya que dentro de unos límites marcados, sentía la conocida "libertad de cátedra" a la hora de abordar un determinado contenido de la manera que más convenientemente considerase.

Así pues, he intentado abordar la materia de Física y Química desde un punto de vista experimental, siempre interrelacionándolo con la teoría, incluyendo trabajos prácticos y herramientas digitales TIC que no solo fomenten la competencia digital del alumnado, sino que aproximen los conceptos a la vida cotidiana y vean sus implicaciones y posibles aplicaciones futuras en ella. Personalmente considero que para aprender de manera significativa ha de jugar un papel relevante la gamificación, la manipulación guiada y la búsqueda y aplicación práctica de ideas de manera que no solamente se queden en algo teórico que se consuma y olvide tras un periodo de tiempo relativamente corto.

Es por todo esto que el simple hecho de plantear en estos trabajos actividades alternativas a las que en su día yo viví tradicionalmente como alumno de esta materia, ha enriquecido mi formación como futuro docente. Cualquier innovación, por pequeña que sea, ya genera una motivación extra en el alumnado que ineludiblemente conduce a un mejor y correcto aprendizaje, que al fin y al cabo es lo que todo docente debería tener como objetivo primordial.

Las metodologías y líneas estratégicas a seguir en ambos trabajos pueden resumirse en las siguientes:

✓ **Aprendizaje significativo:**

Se busca que el alumnado sea capaz de asimilar y comprender adecuadamente conocimientos ya vistos con anterioridad, además de buscarles relación con otras materias y aplicaciones en la vida cotidiana, interpretar los avances científicos y ser competentes a la hora de interrelacionarlos con otras materias afines tales como biología, geología o tecnología.

✓ **Actividades prácticas:**

Dado que es difícil de desarrollar plenamente el aprendizaje significativo por parte del alumnado, se plantean distintas metodologías que permitan alcanzarlo en función de los contenidos a abordar y el tiempo disponible. Así pues, la más clásica sería el método directo de transmisión previa de información por parte del docente y de recepción por parte del alumnado, no dejando de lado el *feedback* o correspondencia directa entre ambas partes para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y que los alumnos y alumnas aprendan de sus errores. De acuerdo con *Beatriz Crujeiras Pérez* (Crujeiras Pérez & Jiménez Aleixandre, 2015), esto es fundamental, ya que el apoyo docente o andamiaje durante la fase previa de diseño es clave para mejorar la calidad y aprendizaje de los diseños experimentales posteriores.

En las actividades más prácticas entrarán en juego experiencias de laboratorio y comentarios y debates de noticias de actualidad relacionadas con el tema; tratándose por tanto de un **aprendizaje guiado** o por descubrimiento; sin dejar de lado el desarrollo madurativo dada la cierta peligrosidad que pueden

conllevar determinadas prácticas de laboratorio. De esta manera, se fomentarán distintas competencias clave como la de iniciativa y la matemática, además de construir conocimiento científico y comprender por qué este se construye, examina y evalúa de una forma determinada. También se desarrollará un **aprendizaje cooperativo** basado en **proyectos, desafíos y simulaciones** y que fomente la organización, democratización e independencia del alumnado.

✓ **Uso de herramientas didácticas y recursos TIC:**

Con ellos se pretende abordar de manera paralela ciertos contenidos y facilitar la comprensión de los mismos por parte del alumnado. Se trata de recursos fundamentales en la enseñanza de la materia de Física y Química dada la necesidad de ilustrar modelos y reacciones/experimentos que son imposibles de abordar en un laboratorio escolar carente de las medidas de seguridad apropiadas. Además, son una fuente de conocimiento muy visual que rompe la monotonía de las clases magistrales y fomentan la Competencia Clave Digital.

Estudios como el de *Manuel Area et al. en 2010*, constatan el incremento en la motivación de los alumnos y alumnas con el uso de las TIC en su proceso de aprendizaje; y en la transformación educativa que estas traen consigo en la metodología y trabajo en las aulas. También subraya como factor clave para el cambio, la formación del profesorado y un modelo pedagógico que fomente el uso de las nuevas tecnologías de manera innovadora (Area, Cepeda, Gonzales, & Sanabria, 2010).

En un estudio realizado por *María Domingo y Pere Marquès en 2011*, se analizaron las ventajas que más apreciaban los docentes en las Aulas 2.0 en los procesos de enseñanza-aprendizaje cuando hay por medio recursos TIC. Así pues, se señalaba principalmente un aumento en la atención y motivación del alumnado, sensación de que facilitaba la comprensión de contenidos y el logro de objetivos, aumento en la participación e implicación del alumnado, facilitación de la contextualización de las actividades y un rol más activo del estudiante a la hora de investigar, desarrollar la creatividad y realizar correcciones colectivas y actividades colaborativas (Domingo, n.d.).

3. PRESENTACIÓN DE LOS PROYECTOS SELECCIONADOS

En este apartado se van a exponer, presentar y comentar los dos proyectos que componen la presente memoria Trabajo Fin de Máster. Tanto el PD como el PID se pueden consultar íntegramente en los *Anexos I y II*, respectivamente.

❖ **PROYECTO DIDÁCTICO: APROXIMACIÓN DE LOS CAMBIOS QUÍMICOS Y REACCIONES DE ESPECIAL INTERÉS A ALUMNADO DE 4º E.S.O.**

Esta propuesta es un diseño de una secuencia didáctica para el aprendizaje de los conceptos y contenidos que guardan relación con los cambios químicos; y que aparecen recogidos en el currículo aragonés para la materia de Física y Química en el curso de 4º de ESO; y más concretamente en el Bloque número 3 referente a "*Los cambios químicos*". Así pues, los contenidos que aquí se tratan y abordan desde un punto de vista realista y viable, y que son fácilmente reproducibles en cualquier aula y/o laboratorio de instituto, son los siguientes:

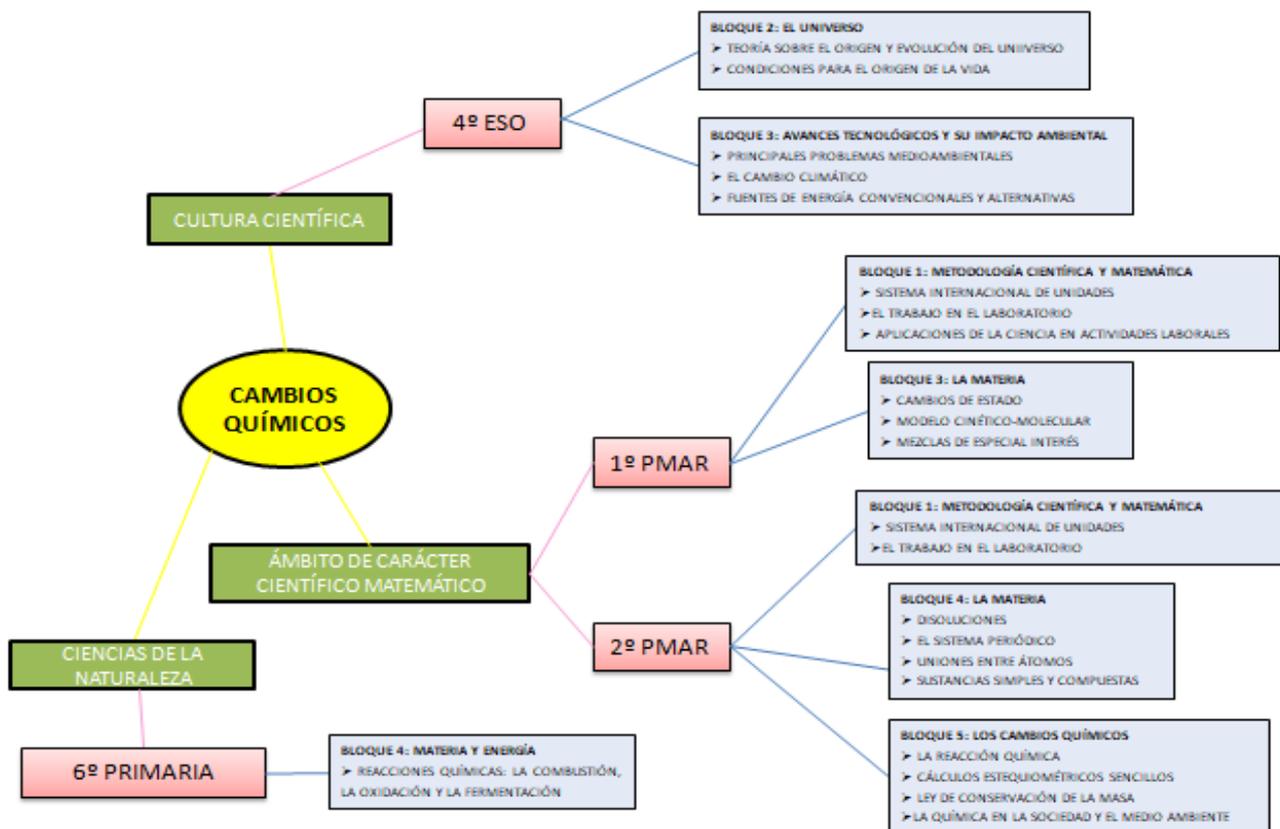
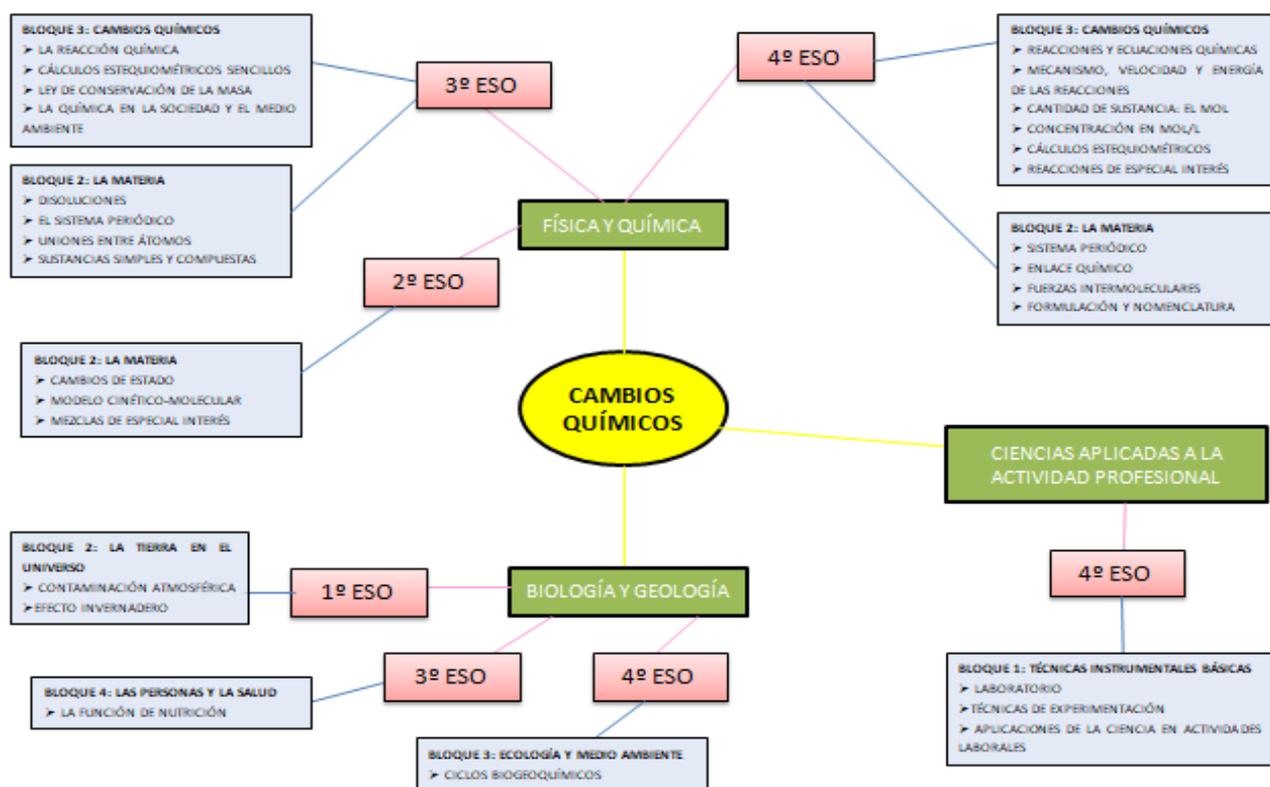
*Reacciones y ecuaciones químicas. Mecanismo, velocidad y energía de las reacciones.
Cantidad de sustancia: el mol. Concentración en mol/L. Cálculos estequiométricos.
Reacciones de especial interés.*

Contexto académico y análisis del contenido

No obstante, en esta propuesta se van a abordar de manera más concreta los siguientes contenidos:

- ✓ Indicadores Ácido-Base. Soluciones Ácido-Base. Teoría de Arrhenius.
- ✓ Escala de pH.
- ✓ Reacciones de neutralización.
- ✓ Reacción de magnesio con un ácido.
- ✓ Reacción de carbonato con un ácido.
- ✓ Reacciones de precipitación con compuestos de hierro.
- ✓ Velocidad de una reacción química.
- ✓ Teoría de las colisiones.

Ahora bien, antes de abordar de manera plena estos conceptos, resulta interesante realizar un análisis previo del marco curricular para determinar en qué cursos, en qué materias, de qué forma y en qué medida y profundidad se han tratado estos temas o ideas; con la finalidad de adaptar lo mejor posible las actividades.



Figuras 1 y 2. Análisis del marco curricular referente a los "cambios químicos".

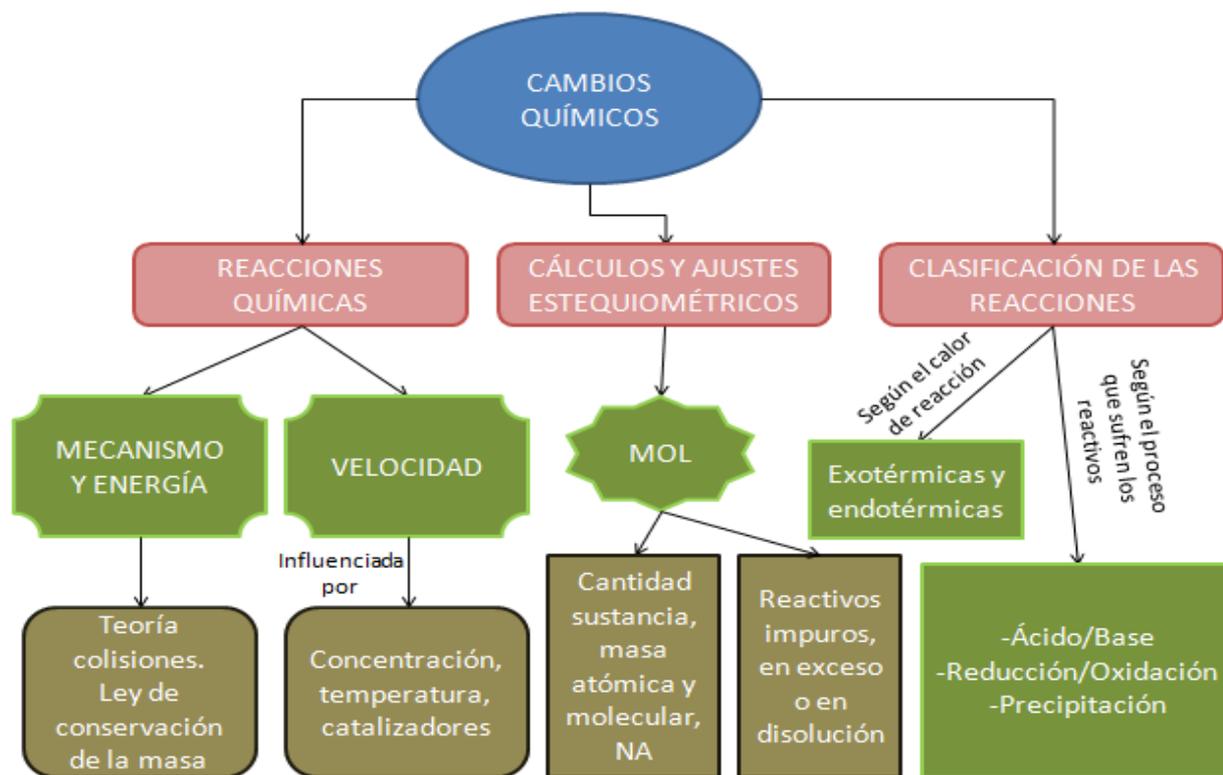


Figura 3. Esquema de los contenidos académicos asociados a los cambios químicos.

Dificultades de aprendizaje

Con respecto a las dificultades a las que se enfrenta el alumnado a la hora de abordar la química, hay que retomarse a los tres niveles, dominios o componentes de pensar la química que propuso *Johnstone* (Johnstone, Johnstone, & Johnstone, 1982) en 1982, tratándose de macroscópico, submicroscópico y simbólico. Y es que en la enseñanza práctica se produce una combinación de los tres niveles que se traduce en una sobrecarga para el estudiante principiante. Los docentes expertos en la materia dominan todas sus interrelaciones y combinaciones; pero sin embargo, para los estudiantes cada nivel de representación requiere un aprendizaje de códigos diferentes. Teniendo en cuenta este enfoque, las reacciones químicas se consideran como un proceso mediante el cual algunas sustancias desaparecen y aparecen otras nuevas (nivel macro) o como un proceso donde las partículas se reordenan (nivel submicroscópico), mientras que la descripción del proceso se representa a través de las ecuaciones químicas (nivel simbólico). Así pues, el alumnado debería ser capaz de unificar los tres niveles para poder interpretar las reacciones químicas presentes en la vida cotidiana.

También es cierto que existen numerosas actividades de laboratorio en la literatura que se presentan como de indagación cuando en realidad los estudiantes tienen que limitarse a seguir una serie de pasos pre-establecidos. Los estudiantes tienen dificultades (Puntambekar & Kolodner, 2005) a la hora de comprender el problema que han de investigar o para identificar pautas en los datos a la hora de interpretar los resultados de la investigación. Es necesario proporcionar a los estudiantes una guía (Crujeiras Pérez & Jiménez Aleixandre, 2015) para la resolución adecuada de este tipo de tareas y conseguir de manera gradual que las puedan desempeñar de manera autónoma.

Otras dificultades que influyen en el proceso de aprendizaje del cambio químico son aquellas relacionadas con la aplicación de la nomenclatura y simbología química, la reordenación de los átomos después de la reacción o la confusión entre los conceptos de átomo, ión y molécula. Por tanto, todas estas dificultades han de ser valoradas a la hora de diseñar actividades de aprendizaje sobre las reacciones químicas, ya que han sido identificadas (Taskin & Bernholt, 2014) en estudios con alumnado de distintos niveles.

Una de las causas de que el alumnado presente estas dificultades se debe a las estrategias utilizadas para abordar estos contenidos en el aula. Normalmente las reacciones químicas se trabajan a través de la resolución de problemas abstractos, lo que dificulta la aplicación de este conocimiento para interpretar fenómenos de la vida cotidiana. Las actividades de tipo experimental serían por tanto un buen complemento para favorecer la aplicación de este tipo de contenidos.

Metodología y objetivos

Dadas las evidentes dificultades que presentan estos contenidos, la intervención del docente resulta clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Es por ello que la secuencia y el orden de las actividades que se proponen en el presente proyecto didáctico está encaminada a favorecer en primera instancia la indagación personal por parte del alumnado, mediante la realización de una actividad de laboratorio. Aunque se les proporcionará una breve charla acerca de la relación con los contenidos teóricos vistos previamente y se les dará un guión de laboratorio con los pasos a seguir, serán los alumnos y alumnas los que indaguen por su cuenta, bajo supervisión permanente del docente. Así pues, se busca formar estudiantes comprometidos que se planteen dudas e inquietudes, favoreciendo el desarrollo de su curiosidad por la ciencia y fomentando su autonomía, creatividad y capacidad de toma de decisiones.

Una vez conseguido esto, se procedería a la realización de propuestas con simuladores de distintos conceptos químicos asociados con lo visto previamente en el laboratorio, tales como las propiedades químicas de los elementos, la escala de pH, soluciones ácido-base y velocidades de reacción. El objetivo de esta actividad es resolver todas aquellas dudas que hayan surgido previamente con la experimentación práctica, además de explicar de una manera visual los conceptos clave que se pusieron en juego con el fin de afianzar esos conocimientos.

Finalmente, se plantea una tercera actividad en la que se recurre a una herramienta TIC, como es el caso de un crucigrama online. El objetivo primordial en este caso es que los alumnos sean conscientes mediante su elaboración en el aula de si realmente han adquirido los conceptos clave específicos y de su grado de preparación, despertando en ellos un espíritu crítico a la hora de valorar su propio bagaje.

Así pues, uno de los objetivos que se busca alcanzar es que el alumnado sea responsable dentro de un laboratorio y cumpla en todo momento las normas de seguridad impuestas. Se pretende que al finalizar la actividad sean capaces de manejarse con cierta soltura con el instrumental y que tomen notas en el cuaderno de laboratorio con el fin de repasar más tarde todo lo que han realizado, siendo conscientes en todo momento de los pasos que daban y analizando los cambios que visiblemente se observaban cuando realizaban los distintos experimentos planteados, favoreciendo en ellos el planteamiento de hipótesis sobre lo sucedido.

Actividades

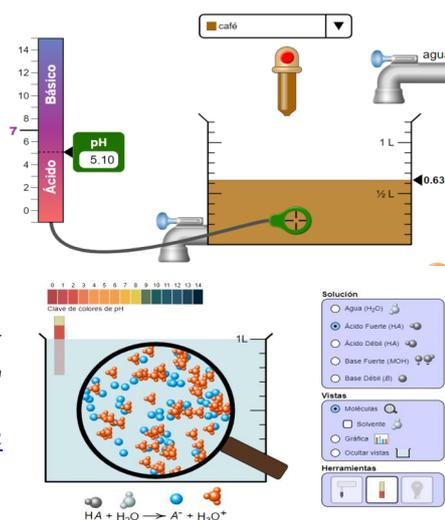
ACTIVIDAD 1: Experiencias de laboratorio asociadas con cambios químicos

En una gradilla se colocan varios tubos de ensayo. En la parte posterior se colocarán los tubos que contienen los reactivos a utilizar y en la parte anterior varios tubos vacíos. Se aconseja que las disoluciones no sean excesivamente concentradas para que así puedan apreciarse mejor los cambios de color. Los tubos con los reactivos vienen etiquetados con un número con el fin de que los propios alumnos/as comenten qué es lo que contiene cada uno y se aventuren a escribir en el cristal con rotulador permanente la fórmula correspondiente. Como ayuda para identificar las sustancias formadas en las reacciones se suministrará un folio auxiliar en el que se describen algunas reacciones o las propiedades y colores de algunos compuestos.

ACTIVIDAD 2: Simuladores virtuales de conceptos químicos

Para comprender los procesos que tienen lugar en la actividad planteada anteriormente, es fundamental conocer las distintas propiedades químicas de los elementos, y más concretamente las de los compuestos que forman entre sí. Para ello se recurre a una tabla periódica dinámica e interactiva en la que podemos ver todo esto, dando pie a que los alumnos jueguen y hagan sus combinaciones y exploren. Se trata de "Ptable" (<https://www.ptable.com/?lang=es>).

A su vez, también se utilizarán simuladores virtuales de distintos conceptos químicos asociados con lo visto previamente en el laboratorio, tales como la escala de pH, soluciones ácido-base y velocidades de reacción. Para ello se recurre a la página web "PhET" (<https://phet.colorado.edu/es/simulations/category/chemistry>).



ACTIVIDAD 3: Herramienta TIC (crucigrama virtual)

Mediante la herramienta TIC online "Kubbu" he generado un crucigrama virtual para que el alumnado repase los conceptos e ideas clave de los cambios químicos abordados previamente. De esta manera, aprenden jugando a la vez que se divierten. La actividad puede realizarse a partir del siguiente enlace web: <http://www.kubbu.com/a1/116504> los cambios qu micos

Dado que por la extensión de este trabajo no se puede desarrollar por completo cada actividad, se recomienda ver en el *Anexo I* (páginas x-xiv) el desarrollo de las mismas, junto con los contenidos trabajados, el material necesario, el procedimiento y una breve explicación de cada experiencia.

Evaluación

En esta propuesta didáctica se pretende hacer una evaluación continua y formativa al alumnado para comprobar el grado de adquisición de conocimientos. Para ello, además del crucigrama final, tienen preguntas propuestas en cada actividad de laboratorio basadas en la observación y en la aplicación de la teoría previa en la práctica.

❖ **PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE: UTILIZACIÓN DE LAS TICS EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y QUÍMICA.**

Esta propuesta de innovación docente consiste en la introducción y uso de herramientas TIC mediante una experiencia educativa en el aula de 1º de Bachillerato para la materia de Física y Química. De manera más concreta, se abordará el concepto de presión osmótica. Esta propuesta se enmarcaría dentro del currículo aragonés en el Bloque número 2 referente a "Aspectos cualitativos de la química". Dada la excepcional crisis sanitaria provocada por el Covid-19, esta propuesta, aunque realista, viable y fácilmente reproducible en las aulas, se ha quedado como una idea teórica a implementar que ha sido adaptada para ser fácilmente realizable en el domicilio del alumnado. Así pues, los contenidos que aquí se tratan y abordan son los siguientes:

Revisión de la teoría atómica de Dalton. Leyes de los gases. Ecuación de estado de los gases ideales. Determinación de fórmulas empíricas y moleculares. Disoluciones: formas de expresar la concentración, preparación y propiedades coligativas.

Se hace referencia directa como estándar de aprendizaje evaluable al concepto de presión osmótica para describir el paso de iones a través de una membrana semipermeable.

Contexto académico

En la actualidad, no es una novedad indicar que estamos pasando de un modelo de sociedad industrial a un modelo de sociedad de la información, de la comunicación y del conocimiento, siendo este uno de los fenómenos culturales de mayor significancia e impacto social. Por ello nuestro mundo gira alrededor de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TICS) gracias a los avances científicos y tecnológicos, y una aplicación innovadora de este tipo de herramientas está modificando la concepción de la enseñanza, de las estrategias y de las técnicas de desarrollo que aplicamos, de los roles del profesor y de los estudiantes.

Las TIC ofrecen la posibilidad de hacer más creativa e innovadora la tarea de los docentes y su integración en las aulas ha pasado de ser solo recomendable a hacerse imprescindible con el fin de potenciar la competencia digital. Así pues, y de manera más concreta, se utilizará la grabación, edición y difusión de vídeos digitales de experiencias de laboratorio de Física y Química, como herramienta del proceso de enseñanza-aprendizaje.

La creación de proyectos basados en las TICS no sólo proporciona a los estudiantes una oportunidad de aprender Física y Química, sino que también les proporciona la oportunidad de desarrollar habilidades demandadas por la sociedad como son la cooperación, la búsqueda e interpretación de la información, el razonamiento crítico o el aprendizaje sobre la tecnología, todo ello de gran importancia para muchos profesores, padres y estudiantes en nuestra sociedad actual, altamente competitiva.

Diversos autores atribuyen al vídeo distintas funciones educativas. Se pueden contemplar tres formas de utilización de los mismos para la enseñanza: medio de presentación de la materia por el docente, medio para la educación audiovisual e instrumento para que los alumnos elaboren sus propios mensajes (Salinas Ibáñez, 1992). El vídeo tiene una intención motivadora, pretende abrir interrogantes, suscitar problemas, despertar el interés del alumnado, inquietar y generar una dinámica participativa (Romero Tena, 1996).

Dificultades de aprendizaje

Es importante reconocer que estas nuevas tecnologías no están libres de obstáculos y desafíos y que ni mejorarán por sí solas y de forma automática el modo de educar a los estudiantes, ni los prepararán mejor para enfrentarse a los desafíos de las sociedades actuales. Por el contrario, sin un enfoque pedagógico adecuado, estas mismas tecnologías bien podrían tener un efecto negativo y transformar el proceso de aprendizaje en un mero contacto virtual con la realidad (Gil, 1997).

El uso habitual de los recursos tecnológicos en los procesos de enseñanza-aprendizaje comporta una serie de inconvenientes para el profesorado. Los más destacados son la necesidad de dedicar más tiempo para la preparación de su docencia, problemas de conexión a internet, averías y dificultades con el software en los ordenadores de los alumnos. En el estudio realizado por *María Domingo y Pere Marquès* en 2011, quedó reflejado que el 91% del profesorado y una mayoría de alumnado (75%) consideran que se mejoran los aprendizajes con las nuevas actividades realizadas con TIC y que les gusta realizarlas. Sin embargo, también se observó que en la mayoría de alumnos, no siempre se mejoran las calificaciones y había también un impacto menor en el alumnado que no puede seguir el ritmo o en aquellos que se encontraban desmotivados (Domingo, n.d.).

Se ha comprobado que la mera presencia de recursos tecnológicos en los centros y las altas capacidades de los alumnos de la llamada "Generación Tecnológica" o "Generación Z" no son suficientes para desarrollar en ellos la competencia digital. La clave fundamental viene determinada por las competencias tecnológicas y pedagógicas en los docentes. Existe una alarmante diferencia entre las competencias que debieran tener los profesores para desarrollar la competencia digital en sus alumnos y la que verdaderamente tienen (Fernández Cruz & Fernández Díaz, 2016).

Así pues, a lo largo del PID, pueden surgir dificultades de todo tipo que van desde problemas técnicos y falta de recursos hasta dificultades de aprendizaje. En este último caso pueden darse situaciones en las que el alumnado pierda el hilo conductor bien por la dificultad en el manejo del recurso TIC empleado o bien porque hay un desfase temporal orador- receptor (docente-alumno/a) al utilizar plataformas de comunicación digitales. No obstante, para superar el primer problema se plantearía un documento a modo de tutorial en el que se explica detalladamente la actividad y la resolución a todo tipo de problemáticas técnicas que pudieran surgir. Con respecto al posible segundo problema, se habilitaría un foro para planteamiento y resolución de dudas, con el fin de poder seguir el ritmo normal del grupo clase al igual que si fuera de manera presencial.

Metodología y objetivos

Se va a tratar e innovar desde la indagación científica y el trabajo autónomo por parte del alumnado, el concepto de ósmosis de una manera práctica y visual, además de hacer hincapié en el uso de herramientas TIC para ello y con el fin de alcanzar una serie de objetivos concretos, buscando primordialmente el establecimiento de hipótesis y la mejora de la capacidad de comunicación mediante el manejo de recursos digitales de vídeo que fomenten la competencia digital del alumnado. También se contempla la exploración de distintas condiciones experimentales y el desarrollo del pensamiento crítico, formulando diversas soluciones y explicaciones basadas en la evidencia.

Actividades y Evaluación

La actividad se rotuló como "Las zanahorias mágicas" y requiere materiales muy sencillos: agua, sal de cocina, vasos de vidrio (2) y zanahorias (3). Consiste primeramente en cortar la punta de las tres zanahorias. A continuación llenaremos los dos vasos de vidrio con agua del grifo, pero en uno de ellos pondremos una cantidad

generosa de sal de cocina (unos dos-tres dedos) y agitaremos. Seguidamente, introduciremos cada zanahoria cortada en cada vaso, reservando una de ellas a modo de control. Finalmente dejaremos que transcurran 24 horas y analizaremos los resultados.

A la hora de trabajar esta experiencia, el alumnado tendrá que grabar un vídeo-tutorial que editarán mediante herramientas TIC en el que se aprecie todo el proceso y el planteamiento de hipótesis previas que deberán de contrastar con los resultados observados. También se incluirá un breve trabajo de investigación en el que se ilustre con dibujos los cambios observados y el tránsito/dirección del flujo de agua en cada caso, además del nombre del proceso y explicaciones en relación con las bebidas hipo, iso e hipertónicas, el funcionamiento de una planta desalinizadora o jarra filtradora doméstica y la relación con no beber agua del mar. Se propone una evaluación coherente con el progreso y los objetivos propuestos, de acuerdo a la siguiente **rúbrica**:

Abordaje de los temas propuestos en el vídeo	Abarca todos por completo (1 punto)	Abarca la mitad (0,5 puntos)	Abarca menos de la mitad (0 puntos)
Indaga y plantea hipótesis previas	Plantea hipótesis y las razona (2 puntos)	Plantea hipótesis sin razonar (1 punto)	No plantea ninguna hipótesis (0 puntos)
Formula explicaciones basadas en la evidencia	Explica razonadamente lo observado (2 puntos)	Menciona lo observado sin razonar (1 punto)	Ni menciona ni razona (0 puntos)
Realiza el trabajo de investigación en profundidad y basándose en fuentes fiables	Cumple los dos criterios y cita las fuentes (1 punto)	Cumple solo un criterio de los dos (0,5 puntos)	No cumple ninguno de los dos criterios (0 puntos)
Capacidad para comunicar, justificar y defender sus conclusiones	Expone de manera clara, directa y convincente (2 puntos)	Tiene dificultades para expresarse pero es capaz de defender sus ideas (1 punto)	No expone o lo hace de manera pasiva (0 puntos)
Usa correctamente las herramientas TIC: edita el vídeo de manera adecuada y lo sube de manera privada al canal de YouTube que deberá de crear cada uno de manera individual	Cumple los dos criterios y elabora un vídeo limpio (2 puntos)	Elabora el vídeo pero no crea el canal de YouTube ni lo sube (1 punto)	No elabora el vídeo o no lo edita ni tampoco crea el canal (0 puntos)

4. REFLEXIONES

En este apartado me gustaría realizar una reflexión crítica de los dos trabajos presentados, resaltando especialmente las implicaciones de diversos aspectos didácticos de la Física y Química que considero destacables. Ambos dos proyectos han sido verdaderamente significativos y útiles a la hora de comprender el papel del docente en los centros educativos, suponiendo su realización y sinergias la adquisición de competencias fundamentales y específicas.

También se mencionarán las relaciones existentes entre ambos trabajos, su aportación personal y el grado de innovación que han supuesto.

❖ **PROYECTO DIDÁCTICO: APROXIMACIÓN DE LOS CAMBIOS QUÍMICOS Y REACCIONES DE ESPECIAL INTERÉS A ALUMNADO DE 4º E.S.O.**

Esta propuesta se planteó como una idea realista, útil y de fácil aplicación y reproducibilidad en las aulas de un instituto de secundaria. Aunque si bien es cierto, hay una serie de parámetros y matices a analizar antes de su desempeño.

Por un lado, hay que reflexionar acerca de la temporalidad de las distintas actividades planteadas. Para desarrollar plenamente la experiencia de laboratorio parece más que obvio que se va a requerir más de una sesión, por lo que resulta imprescindible planificar previamente todos los experimentos, conocer en qué punto se terminan, marcar los cortes de la sesión y asegurarse en cada momento de que todos alumnos y alumnas realizan todas las experiencias. Para las otras dos actividades planteadas, no se entiende que el tiempo sea un problema puesto que con una única sesión para cada una de ellas sería más que suficiente.

A la hora de enfrentarse a todas las actividades propuestas, y en especial a las de laboratorio, resulta fundamental el dedicar un periodo de tiempo a la explicación de los objetivos clave que se espera que alcance el alumnado, haciendo hincapié a su vez en cual va a ser el papel o rol que adoptará cada postura. Es decir, se ha de remarcar para cada actividad y de manera clara y precisa qué es lo que va a hacer el alumno o la alumna y qué es lo que realizará el docente. También será preciso responder a las preguntas de cómo y cuándo, con el fin de perfilar lo mejor posible las experiencias y que se desempeñen sin duda alguna y de la manera más dinámica y didáctica posible.

Para ayudar a comprender todos estos aspectos, se considera conveniente el proporcionar al alumnado antes de realizar las actividades una rúbrica de evaluación y calificación con los aspectos que se valorarían y tendrían en cuenta, con el fin de que sean conocedores de aquello en lo que habría que incidir en mayor medida.

También hay que analizar la variable de los recursos materiales disponibles y de la posible peligrosidad que conlleve la realización de ciertas prácticas. Y es que montar experiencias de laboratorio es cuanto menos laborioso, además de asegurarse de conseguir todos los reactivos y materiales necesarios, con el consecuente gasto económico que conlleva. Se requiere tiempo y esfuerzo para preparar las experiencias de cátedra, a la vez que mucha organización. Además entra en juego la variable del estrés que supone al docente la preparación de estas actividades y/o prácticas, que si bien resultan novedosas para el alumnado, también generan una sobreexcitación en el mismo con la que hay que lidiar en el aula.

A su vez, se plantean posibles dilemas acerca del grado de madurez del alumnado para enfrentarse de manera autónoma a la manipulación de compuestos químicos e instrumental de vidrio (es necesario incidir en profundidad sobre los alumnos en este punto); por lo que resultaría conveniente que trajeran firmado por sus padres un consentimiento a tal efecto en el que se reconoce y acepta la peligrosidad y que una mala praxis a la hora de realizar las prácticas puede tener graves efectos y consecuencias. Para la realización de la segunda y tercera actividad únicamente sería necesario un ordenador con conexión a internet, problema que podría solventarse realizando dichas experiencias en el aula de informática del instituto.

Algo que resulta fundamental para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje es el hecho de considerar el nivel de conocimientos que el alumnado posee acerca del tema en cuestión antes de realizar las actividades. Para ello se realizó un análisis exhaustivo de las distintas materias y cursos en las que se habían abordado de manera directa o indirecta dichos conceptos (*Figuras 1, 2 y 3*). Así pues, tal y como se había planteado anteriormente, la metodología de trabajo se basaba fundamentalmente en la indagación, dejando que los alumnos y alumnas experimenten por su cuenta en la primera actividad, para así poder posteriormente afianzar esos conocimientos mediante la segunda y tercera actividad. Aunque si bien es cierto, si los conocimientos son muy escasos, conviene realizar una primera aproximación generalista al tema antes de meterse

directamente a indagar de manera autónoma, tal y como indican numerosos autores en la literatura.

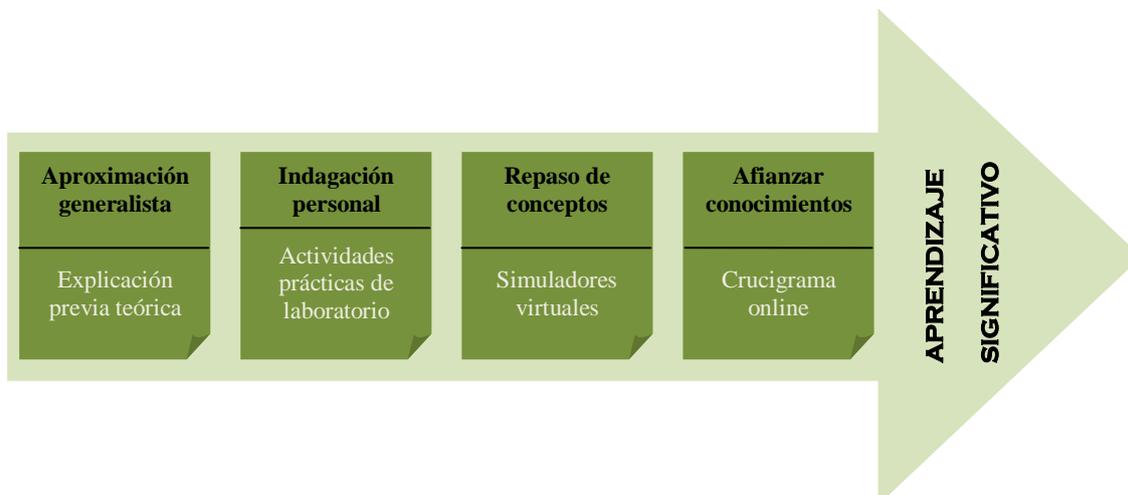


Figura 4. Secuencia de actividades hasta alcanzar el aprendizaje significativo.

Otra dificultad o aspecto que se presenta para el profesor y a tener en cuenta es el hecho de que "*los cambios químicos*" son conceptos complejos que se han de simplificar para que sean claros, concisos y comprensibles por parte del alumnado. Surge aquí la necesidad de ser extremadamente riguroso en las explicaciones que se den y en el lenguaje, atendiendo el nivel de todos los alumnos y alumnas que componen el aula o grupo clase.

Se concluye por tanto que las tres actividades aquí planteadas son apropiadas para abordar correcta y gradualmente los conceptos de cambios químicos y de reacciones de especial interés desde un punto de vista o enfoque alternativo a las clases magistrales tradicionales; buscando favorecer en todo momento el correcto proceso de aprendizaje del alumnado de manera didáctica, interactiva y otorgando un papel clave a la manipulación guiada.

Si bien es cierto, tendría en cuenta una serie de consideraciones a la hora de implementar o intentar mejorar la propuesta didáctica:

- ✓ Acercar en mayor medida al alumnado las aplicaciones prácticas que tienen en la vida cotidiana los contenidos teóricos abordados en el aula, de manera que se aventuren a pensar más allá y no se queden solamente con la idea.

- ✓ Dado que son muchos contenidos a abordar y bastante diversos, se requiere una sincronización especialmente buena para interrelacionarlo todo entre sí y disponer de los habitáculos necesarios en cada momento.
- ✓ Destinaría una parte de la segunda y tercera actividad a la realización de puesta en común de conocimientos y reflexiones mutuas de manera que se planteasen todo tipo de dudas e inquietudes que han quedado en el aire tras la realización de la primera actividad de laboratorio. Así pues, considero que se generaría un debate en clase muy enriquecedor para el alumnado a la hora de afianzar los conceptos clave.
- ✓ Elaboraría unos guiones escritos con ejemplos gráficos y visuales de todos los pasos a seguir en cada experimento, así como un manual de uso de las herramientas empleadas en la segunda y tercera actividad (simuladores virtuales de procesos fisicoquímicos que permiten interpretar conceptos de manera visual, técnica y práctica dentro de diferentes niveles de complejidad; y crucigrama online de repaso, respectivamente).

❖ **PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE: UTILIZACIÓN DE LAS TICS EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y QUÍMICA.**

Este proyecto de innovación docente pretendía a su vez introducir una metodología activa y dinámica mediante el uso de la experimentación práctica y las herramientas TIC con el fin de responder a las necesidades del alumnado de 1º de Bachillerato. Dado que el concepto a trabajar de presión osmótica es muy visual y práctico, además de no presentar especiales dificultades como otros de la materia de Física y Química, me planteé que los alumnos y alumnas lo trabajasen mediante una metodología innovadora y autónoma a la vez que activa.

Para ello recurrí al uso de las TIC por varios motivos. Si el trabajo iba a ser autónomo, esto iba a requerir de mucha iniciativa y predisposición del alumnado. Ante esto, las nuevas tecnologías son un elemento atractivo y motivador para ellos, que son nativos digitales. Es muy frecuente observar como se afirma que las Tecnologías de la Comunicación y la Información (TIC) son herramientas indispensables en los procesos

de enseñanza/aprendizaje del alumnado en todas las materias; pero más concretamente en física y química. Y es que ha habido una continua carrera hacia la búsqueda de nuevos elementos tecnológicos y recursos innovadores para la comunidad educativa; sin olvidarse por supuesto de que su implementación busca también la incorporación del alumnado a la conocida como "Sociedad de la Información y del Conocimiento".

Otro de los motivos por los que me pareció adecuado el uso de TICS es por sus múltiples usos dentro de las aulas y más concretamente en el campo que nos atañe:

- Intercambio de ideas entre docentes y alumnado de cualquier parte del mundo gracias a la conectividad digital mundial, abriendo horizontes hacia colaboraciones con la consecuente transmisión de información y creación de ambientes virtuales mediante la combinación de texto, audio, vídeo y animaciones.
- Formación continua y actualizada de calidad, además del aprendizaje de procedimientos y desarrollo de destrezas intelectuales de carácter general.
- Permiten ajustar los contenidos, contextos y diversas situaciones de aprendizaje a la diversidad e intereses de los estudiantes (Yildirim, Ozden, & Aksu, 2001); algo que resulta fundamental ante la excepcional crisis sanitaria que estamos viviendo con la pandemia mundial provocada por el Covid-19.

Diversos estudios constatan el incremento en la atención, motivación y participación del alumnado con el uso de las TIC en su proceso de aprendizaje, además de facilitar la comprensión de contenidos, la consecución de objetivos y la contextualización de actividades facilitando un rol más activo del estudiante a la hora de investigar y desarrollar la creatividad. Sin embargo, no todo son ventajas, precisamente por el gran contenido que se vuelca en la red, resulta difícil ser crítico a la hora de seleccionar información fiable con la que puedan trabajar los alumnos y alumnas. Esta misma problemática se les plantea a ellos a la hora de realizar trabajos de investigación científica en este caso e interpretar fuentes reconocidas y discernir entre información verídica y de calidad de aquella que ha sido depositada sin pasar previamente ningún tipo de filtrado.

Por una parte, la bibliografía científica que hay en webs digitales como "*PubMed*" y que es sin duda una de las fuentes más fiables de información que puede encontrarse, resulta muy complicada para su entendimiento y a eso hay que sumar que a menudo se encuentra escrita en inglés. Por otra parte, los contenidos divulgativos sobre el tema rozan a menudo un tratamiento demasiado infantil y poco riguroso, no acercándose tampoco al nivel requerido en la etapa de Bachillerato. Por último, mucha información sobre el tema (y a la que normalmente suelen acudir los estudiantes de este nivel para realizar sus trabajos) está contenida en Blogs, Wikis, y Foros abiertos; que no son en ningún caso fuentes de información fiables para obtener información académica. Todos estos aspectos resultan fundamentales y se deben de considerar en el presente trabajo ya que los estudiantes han de realizar un trabajo de investigación en el que deberán buscar información contrastada y de calidad, tal y como se remarca en la rúbrica de evaluación del mismo.

Así pues, se optó por seguir el modelo de aprendizaje autónomo por descubrimiento guiado, que junto con la teoría constructivista del aprendizaje, proporcionan al alumnado un rol activo en la adquisición del conocimiento. Es por esto que el uso de simulaciones multimedia junto con una guía de actividades adecuada, fomenta que la información presentada no sea de manera expositiva; sino que se proporcione en un entorno abierto de aprendizaje que promueva la interacción del alumnado de manera que sean ellos los que construyan su propio aprendizaje mediante la indagación, resolución de problemas, razonamientos hipotético-deductivos e inductivos, además de la importancia que cobra el trabajo cooperativo entre compañeros (Sierra, J.L; Perales, 2005).

Aunque es bien sabido que no resulta sencillo crear contenido digital propio e innovador, resulta fundamental adaptar al máximo la actividad ya que la literatura refleja que hay un mayor éxito, complicidad y comunicación si es el propio docente el que ha elaborado el material didáctico en cuestión (Franco, 2007).

En todo momento, es importante adecuar los materiales TIC multimedia a los objetivos de aprendizaje de la materia estableciendo un objetivo de enseñanza claro para evitar confusiones en el alumnado que lo conduzcan a conclusiones erróneas. Es por esto que en el ejercicio planteado resulta fundamental el plasmar un programa guía con actividades que acompañe la simulación o el recurso TIC en cuestión con direcciones y

preguntas claras lo suficientemente abiertas como para favorecer la elaboración de conclusiones y e inquietudes a debatir. "*Las zanahorias mágicas*" se trata por tanto de una estrategia didáctica que parte de una problemática real o una situación contextualizada y que plantea cuestiones y actividades de aprendizaje que ayudan al estudiante a resolver el planteamiento inicial. Los temas cercanos permiten elaborar ideas previas que serán contrastadas, corregidas y eliminadas mediante el trabajo de investigación posterior y programas guía con el uso de recursos TIC.

Resulta por tanto una metodología muy versátil y adaptable a las necesidades del alumnado y especialmente idónea para el curso en el que se encuentran, ya que es una época en la que la autonomía comienza a ser evidente. Además, puede requerir demandas cognitivas muy variadas en función de cómo se diseñe. Si a esto se le añade la libertad que se proporciona en la actividad a la hora de probar distintas condiciones experimentales, supone un elemento de calidad para la consecución de ese objetivo.

El hecho por el que se recurre a la grabación y creación de material digital visual como un vídeo es porque se ha visto que los estudiantes desarrollan habilidades de conceptualización, síntesis y expresión al publicar su discurso on-line. En un estudio se concluye que aunque los debates en el aula son necesarios y siempre fructíferos, la interacción asíncrona permite varios efectos positivos en el proceso de enseñanza-aprendizaje ya que el alumnado puede meditar sus respuestas y asesorarse en textos para fundamentar sus aportaciones (Davidson-Shivers, 2002).

Otro concepto importante que también aparece relatado en la literatura de la didáctica de las ciencias experimentales y que se explota en este proyecto es el de "aulas-laboratorio" de muy bajo coste. Así pues, se combinan los recursos TIC disponibles con el uso de materiales sencillos para realizar experiencias de demostración que permiten suplir la ausencia de laboratorios tradicionales (García Molina, 2011).

Como datos a recoger de la presente investigación, hablaríamos de la recopilación de los vídeos que los alumnos y alumnas enviarían también por correo electrónico al docente. Se analizarían de cara a comprobar si han realizado todo lo que desde un inicio se les pedía y si han desarrollado sus habilidades comunicativas, además de valorar de manera objetiva con un cuestionario el grado de implicación e interés con este nuevo

formato de entrega de tareas con el fin de determinar si la innovación ha sido exitosa. Dado que se tendrá en cuenta su progreso, se plantea la realización de dos breves encuestas. La primera se les proporcionará previa realización de la actividad en cuestión y encontrarán preguntas relacionadas con el concepto de presión osmótica, además de alguna de autocrítica como: "¿Cómo puntuarías del 0 al 10 tu manejo con las distintas herramientas TIC; especialmente con los programas de edición de vídeo, la creación de canales en plataformas digitales y la búsqueda de información en fuentes fiables?".

Posteriormente, tras llevar a cabo la actividad y evaluarla mediante la rúbrica plasmada anteriormente, se podría valorar el progreso del alumnado y determinar si el proceso de aprendizaje ha sido adecuado. Adicionalmente, y una vez realizado todo lo anterior, se le proporcionaría a los alumnos una segunda encuesta en la que ellos mismos tendrán que valorar su propio proceso de aprendizaje mediante la respuesta a sencillas preguntas como:

- ¿El aprendizaje de conceptos mediante el uso de herramientas TIC ha sido mayor, igual o menor que usando técnicas más tradicionales?
- En una escala del 0 al 10, ¿cómo considero que ha sido mi evolución, interés y aprendizaje de los conceptos abordados de presión osmótica?
- ¿He mejorado y he ganado una clara soltura en el manejo de herramientas TIC y en la búsqueda de información en fuentes fiables?

Con respecto a la evaluación del proceso de enseñanza, para ambos proyectos planteados, se pedirá a los alumnos y alumnas que evalúen al profesor de una manera crítica y reflexiva mediante la resolución de la encuesta que se muestra en la página siguiente. Con la respuesta a todo esto mencionado anteriormente, se realizaría una reflexión y autocrítica acerca de si el empleo de la metodología ha sido el adecuado para alcanzar los objetivos propuestos y valorar cuáles son los puntos débiles de la propuesta con el fin de mejorarlos de cara a futuras aproximaciones. Lo que sí ha quedado patente es que esta propuesta de innovación didáctica me ha aportado personalmente una enorme experiencia para mi futuro como docente. Pese a no ser ningún experto en el uso de nuevas tecnologías, valoro muy positivamente su uso en materia educativa, dado que son interesantes, cercanas y prácticas, además de potenciar un rol docente realista y radicalmente diferente al tradicional.

	Total desacuerdo	En desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Muy de acuerdo
El profesor ha mostrado entusiasmo y ha sido dinámico y enérgico, captando mi interés					
Las explicaciones del profesor han sido claras					
Se animaba a los estudiantes a preguntar y se daban respuestas útiles, además de invitar a compartir ideas					
El profesor se ha mostrado amable con los estudiantes					
El profesor ha informado de todo lo que se pedía en el proceso, incluyendo los criterios de evaluación y calificación					

Me gustaría mencionar que tendría en cuenta una serie de consideraciones a la hora de implementar o intentar mejorar la propuesta didáctica:

- ✓ Destacaría más a los alumnos y alumnas las fuentes fiables de información que están utilizando, para que tomen conciencia.
- ✓ Plantearía una dinámica de grupo mejor organizada, fomentando el trabajo en cooperativo a la hora de realizar el proyecto de investigación, con el fin de complementarse entre los distintos alumnos y aproximarse al trabajo en equipo que se desarrolla en la vida cotidiana.
- ✓ Pese a que el formato oral puede resultar muy interactivo, debería darse también la oportunidad de expresarse por escrito en casos muy puntuales.

❖ **RELACIONES EXISTENTES, SINERGIAS Y ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS FUNDAMENTALES Y ESPECÍFICAS.**

Ambos proyectos pretendían ser de innovación, algo que sin duda añade un trabajo costoso para el profesor pero que fomenta la motivación y aprendizaje del alumnado, y que claramente desempeñaré como estrategia didáctica en mi futuro como docente.

Ambos comparten similitudes, con los dos se busca la adquisición de objetivos generales y competencias comunes que respondan al contexto del aula. Los contenidos son diferentes y presentan retos y dificultades distintas en el alumnado, lo que condiciona la metodología que se ha aplicado en cada caso. A pesar de todo esto, son muchas las relaciones y sinergias alcanzadas en cuanto a competencias se refiere.

Así pues, se han alcanzado algunas específicas como la de "Evaluación y mejora de la docencia", "Contexto de la actividad docente" e "Interacción y convivencia"; además de algunas transversales como la "Capacidad de aprendizaje autónomo", "Capacidad de comunicar ideas y razonamientos a distintos tipos de públicos" y "Capacidad para trabajar cooperativamente con los compañeros".

Es evidente que nuestra misión como docentes es facilitar que los alumnos lleguen a alcanzar un aprendizaje significativo a la vez que adquieren una madurez personal y social que les ayude a desarrollar un pensamiento crítico sobre las realidades del mundo en el que viven. A su vez, deben conocer los objetivos educativos de los temarios que se imparten y entender la verdadera utilidad de lo que van a aprender. Por ello es importante que se presente el proceso de aprendizaje de una forma atractiva. En el máster hemos conocido teorías que estudiaban la motivación, como las Cognoscitivas Sociales, que explican la motivación a partir de la influencia del aprendizaje social teniendo en cuenta el valor de la meta y las expectativas de alcanzarla. Todo esto se ha contemplado y realizado de manera común en ambos proyectos presentados.

Otra clara relación que guardan entre sí es el uso de herramientas TIC y el trabajo autónomo guiado o indagación como parte fundamental del proceso de aprendizaje, potenciando en ambos casos el desarrollo de las habilidades comunicativas del alumno.

Otro aspecto clave contemplado en ambos proyectos es que existe un cierto acuerdo en admitir que la educación ha de lograr que las personas alcancen unas metas consideradas como valiosas en función de los valores imperantes en la sociedad, y en que dicha educación debe orientarse al pleno desarrollo de la personalidad del alumnado, lo que implica que el desarrollo cognitivo se debe completar con la perspectiva del desarrollo emocional. Dado que nuestro aprendizaje emocional tiene lugar a lo largo de toda la vida, el desafío y responsabilidad del docente es educar a través de una mirada positiva en la formación de actitudes, proponiendo metas claras.

5. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE FUTURO

En este último apartado quiero reflexionar brevemente acerca de mi paso por el Máster ahora que llega a su fin, a la vez que de las buenas experiencias que he tenido.

Como alumno, tengo que admitir que este proceso formativo ha sido muy enriquecedor, no solo por la adquisición de manera activa de nuevas competencias, habilidades y conocimientos; sino también por toda la experiencia que a nivel personal ha supuesto este curso académico. Lo he afrontado con mucha ilusión, esfuerzo, y sobre todo, actitud. El haber convivido con personas de distintas especialidades y edades, provenientes de diferentes formaciones y asumiendo prácticas de trabajos grupales; ha supuesto una ganancia a nivel personal en cuanto a madurez y experiencia se refiere. Por todo lo anterior, me parece fundamental e imprescindible la previa realización de este Máster para ejercer la profesión docente, ya que la enseñanza supone un escenario cambiante y en actualización que requiere profesores investigadores e innovadores.

La formación del profesorado es necesaria para promover una educación de calidad y esto ha quedado plasmado en el presente Máster, en el que gran parte de los docentes lo son también en Secundaria, transmitiéndonos su experiencia, pericia, conocimientos y vivencias personales y prácticas reales en el aula. Así pues, nos han hecho llegar la importancia que cobra un aprendizaje que incluya habilidades sociales a la vez que contenidos conceptuales, abordándose con actitud, motivación y fomentando el desarrollo de habilidades comunicativas, control emocional y resolución de conflictos.

Si bien el objetivo de este Máster es formar futuros docentes en cuanto a habilidades se refiere, ya que la formación conceptual la poseemos de nuestro Grado de origen, una de las actividades que más se ha potenciado ha sido la reflexión crítica. Y en este sentido, me gustaría hacerlo sobre algunas materias o contenidos en concreto:



Definitivamente, una de los aspectos más enriquecedores que he encontrado en el Máster son los dos periodos de prácticas. Dada la excepcional situación de crisis sanitaria provocada por el Covid-19 y que ha afectado también a la educación, el segundo periodo (de intervención educativa) se ha realizado a distancia vía Google-Meet, y aunque ha sido fructífero, considero que no se ha exprimido y aprovechado al 100% de la misma manera en que se hubiese hecho de manera presencial. No obstante, a lo largo del *Prácticum I* he conocido los entresijos de un centro educativo, observado sus dinámicas y numerosas actuaciones docentes. Todo ello me sirvió y ayudó a la hora de realizar mi intervención, experimentando el papel del profesor y siendo finalmente consciente del trabajo, esfuerzo y planificación que requiere ser un buen profesional para impartir las clases, además de la necesidad de hacer a los alumnos los verdaderos protagonistas de su aprendizaje, siempre bajo la tutela y guía del docente.

He podido comprobar que el alumnado de hoy en día es muy diverso desde el punto de vista cultural y psicológico y que como futuros docentes, debemos renovar nuestra programación al mismo tiempo que evolucionan las nuevas generaciones de alumnos/as y la sociedad en general; buscando el autoaprendizaje y protagonismo en ellos al igual que lo ha hecho este Máster en nosotros. Así pues, he ganado mucha confianza en mí mismo para ejercer con autonomía y eficacia la labor docente, valorando la importancia de ser un buen modelo y de educar no solo en contenidos y disciplinas, sino en valores.

Como propuestas de mejora para el Máster en un futuro, planteo la condensación de clases teóricas al primer semestre para dejar una estancia continuada en el centro de prácticas hasta final de curso. También evitar la duplicidad del temario en distintas materias e incidir más en TICS y habilidades comunicativas y emocionales docentes.

Con este Máster y este trabajo culmina para mí mi formación reglada, que ha sido un periodo verdaderamente satisfactorio y una experiencia muy enriquecedora en todos los aspectos, logrando despejar las dudas que tenía años atrás con el "gusanillo" docente y alcanzar el objetivo que me planteé al principio: confirmar que realmente la docencia es mi pasión y vocación, sintiéndome muy feliz y cómodo al ser tan gratificante. Para cerrar este Trabajo Fin de Máster, sugiero una cita sobre didáctica que personalmente me gusta mucho y espero que me guíe a lo largo de mi vida docente:

"Tended a ser un poco aprendices de todo, para vuestro bien, y maestros en algo, para bien de los demás". (Pedro Puig Adam)

6. BIBLIOGRAFÍA

- Area, M., Cepeda, O., Gonzales, D., & Sanabria, A. (2010). Un Análisis De Las Actividades Didácticas Con Tic En Aulas De Educación Secundaria Analysis of Activities With Ict in Secondary Education. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 187–199.
- Crujeiras Pérez, B., & Jiménez Aleixandre, M. P. (2015). Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio : articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. *Enseñanza de Las Ciencias*, 33(1), 0063–0084. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1469>
- Davidson-Shivers, L. (2002). How Do Students Participate in Synchronous and Asynchronous Online Discussions? *Journal of Educational Computing Research*, 25. 351-366.
- Domingo, D. M. (n.d.). Aulas 2.0 y uso de las TIC en la práctica docente Classroom 2.0 Experiences and Building on the Use of ICT in Teaching. <https://doi.org/10.3916/C37-2011-03-09>
- Fernández Cruz, F., & Fernández Díaz, M. (2016). Los docentes de la Generación Z y sus competencias digitales. *Comunicar: Revista Científica Iberoamericana de Comunicación y Educación*, (46), 97–105. <https://doi.org/10.3916/C46-2016-10>
- Franco, Á. (2007). Experiencias innovadoras de utilización de las NTIC en actividades prácticas de ciencias, 156.
- García Molina, R. (2011). Presentación del monográfico sobre ciencia recreativa. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias.*, 8(extra), 365–369. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2011.v8.iextra.01
- Gil, S. (1997). *Nuevas Tecnologías en la Enseñanza de la Física*. S. Gil-Educ. en Ciencias (Vol. 1). Retrieved from <http://home.ba.net/~sgil>
- Johnstone, A., Johnstone, H., & Johnstone, A. F. (1982, January 1). Macro-and micro-chemistry.

- Puntambekar, S., & Kolodner, J. L. (2005). Toward implementing distributed scaffolding: Helping students learn science from design. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(2), 185–217. <https://doi.org/10.1002/tea.20048>
- Romero Tena, R. (1996). Bibliografía general sobre medios y materiales de enseñanza. In *II Jornadas sobre Medios de Comunicación, Recursos y Materiales para la Mejora Educativa : Sevilla, 1996*. Ayuntamiento de Sevilla. Centro Municipal de Investigación y Dinamización Educativa : Universidad de Sevilla. Secretariado de Recursos Audiovisuales y Nuevas Tecnologías. Retrieved from <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/40188>
- Salinas Ibáñez, J. M. (1992). *Diseño, producción y evaluación de videos didácticos* (Universita). Palma: Servei de Publicacions.
- Sierra, J.L; Perales, F. (2005). Estudio De La Influencia Del Programa De Simulación Mobile En El Aprendizaje Por Investigación De La Física En Bachillerato, 000012, 1–5.
- Taskin, V., & Bernholt, S. (2014, January). Students' Understanding of Chemical Formulae: A review of empirical research. *International Journal of Science Education*. Routledge. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.744492>
- Yildirim, Z., Ozden, M. Y., & Aksu, M. (2001). Comparison of hypermedia learning and traditional instruction on knowledge acquisition and retention. *Journal of Educational Research*. <https://doi.org/10.1080/00220670109598754>

7. ANEXO I: PROYECTO DIDÁCTICO



APROXIMACIÓN DE LOS CAMBIOS QUÍMICOS Y REACCIONES DE ESPECIAL INTERÉS A ALUMNADO DE 4º E.S.O

PROYECTO DIDÁCTICO

Universidad de Zaragoza. Facultad de Educación

Máster en profesorado de Educación Secundaria Obligatoria
Especialidad de Física y Química

Curso 2019/2020

SERGIO ADRIÁN ACÍN ESCOLÁN
Diseño de actividades de aprendizaje de Física y Química

ÍNDICE PROYECTO DIDÁCTICO

1. Introducción, objetivos generales, intención educativa y justificación.....	iii
2. Contexto didáctico, contenido académico y dificultades.....	iv
3. Secuenciación de objetivos y secuencia de actividades.....	ix
4. Actividades planteadas y descripción de las mismas.....	x
5. Reflexiones y conclusión.....	xv
6. Referencias bibliográficas.....	xvi

1. Introducción, objetivos generales, intención educativa y justificación

El presente proyecto didáctico se centra dentro de la materia de Física y Química, y más concretamente en el diseño y planteamiento de actividades de Enseñanza-Aprendizaje que engloban los cambios químicos y las reacciones de especial interés para el alumnado de 4º curso de la E.S.O.

Cabe destacar en primera instancia que la propuesta que aquí se expone tiene un carácter realista y que fácilmente puede ser reproducida en las aulas y laboratorios de los centros docentes que así lo estimasen oportuno.

Se pretende como objetivo general que el alumnado, además de formarse académicamente, adquiera unos hábitos de trabajo que le permitan desarrollar su lado personal, además de los conocimientos necesarios y mínimos para continuar con su formación en el futuro y poder incorporarse al mundo laboral. Así pues, el principio metodológico general del profesorado se basa en que el alumnado aprenda a aprender y que desarrolle un espíritu crítico y pensamiento racional y lógico a partir de la materia de Física y Química.

Dado que se trata de una disciplina con múltiples aplicaciones directas en la vida cotidiana, tiene especial interés conocer sus fundamentos para poder aplicarlos, explicar y comprender fenómenos que nos rodean. Se fomenta por tanto el desarrollo de las distintas competencias, especialmente las sociales y cívicas.

Con las distintas actividades y métodos didácticos que aquí se plantean, se pretende conseguir un **aprendizaje significativo** que permita al alumnado ser capaz de asimilar y comprender adecuadamente conocimientos ya vistos con anterioridad, además de buscarles relación con otras materias y aplicaciones en la vida cotidiana, interpretar los avances científicos y ser competentes a la hora de interrelacionarlos con otras materias afines tales como biología, geología o tecnología (*véase Figuras 1 y 2*).

Dado que es difícil de desarrollar plenamente el aprendizaje significativo por parte del alumnado, se plantean distintas metodologías que permitan alcanzarlo en función de los contenidos a abordar y el tiempo disponible. Así pues, la más clásica sería el método directo de transmisión previa de información por parte del docente y de recepción por parte del alumnado, no dejando de lado el **feedback** o correspondencia directa entre

ambas partes para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y que los alumnos y alumnas aprendan de sus errores. De acuerdo con *Beatriz Crujeiras Pérez*, esto es fundamental, ya que el apoyo docente o andamiaje durante la fase previa de diseño es clave para mejorar la calidad y aprendizaje de los diseños experimentales posteriores (Crujeiras Pérez, 2015). Así pues, también estarán presentes **actividades** más **prácticas** en las que entrarán en juego experiencias de laboratorio y comentarios y debates de noticias de actualidad relacionadas con el tema; tratándose por tanto de un **aprendizaje guiado** o por descubrimiento; sin dejar de lado el desarrollo madurativo dada la cierta peligrosidad que pueden conllevar determinadas prácticas de laboratorio. De esta manera, se fomentarán distintas competencias clave como la de iniciativa y la matemática, además de construir conocimiento científico y comprender por qué este se construye, examina y evalúa de una forma determinada. También se desarrollará un **aprendizaje cooperativo** basado en **proyectos, desafíos y simulaciones** y que fomente la organización, democratización e independencia del alumnado.

Además, se emplearán **recursos didácticos online**, **TICs** (Tecnologías de la Información y la Comunicación) y **TACs** (Tecnologías del Aprendizaje y la Comunicación) para abordar de manera paralela ciertos contenidos y facilitar la comprensión de los mismos por parte del alumnado. Se trata de recursos fundamentales en la enseñanza de la materia de Física y Química dada la necesidad de ilustrar modelos y reacciones/experimentos que son imposibles de abordar en un laboratorio escolar carente de las medidas de seguridad apropiadas. Además, son una fuente de conocimiento muy visual que rompe la monotonía de las clases magistrales y fomentan la Competencia Clave Digital.

Es por todo esto anterior que se comenta por lo que la realización del presente proyecto didáctico estaría más que justificada, tratando de plantear diversas actividades dinámicas que permitan trabajar distintas metodologías, centrándose siempre en el correcto y adecuado proceso de aprendizaje del alumnado en lo referente a los conceptos de reacciones químicas.

2. Contexto didáctico, contenido académico y dificultades

Los contenidos que se van a abordar en esta propuesta de proyecto didáctico son todos aquellos que guardan relación con los conceptos de cambios químicos; y que

aparecen recogidos en el currículo aragonés para la materia de Física y Química en el curso de 4º de la E.S.O; y más concretamente en el bloque número 3 referente a "Los cambios químicos". Así pues, los contenidos que aquí se tratan son:

Reacciones y ecuaciones químicas. Mecanismo, velocidad y energía de las reacciones. Cantidad de sustancia: el mol. Concentración en mol/L. Cálculos estequiométricos. Reacciones de especial interés.

Los criterios de evaluación a los que se hace referencia dentro de este bloque de contenidos son los siguientes:

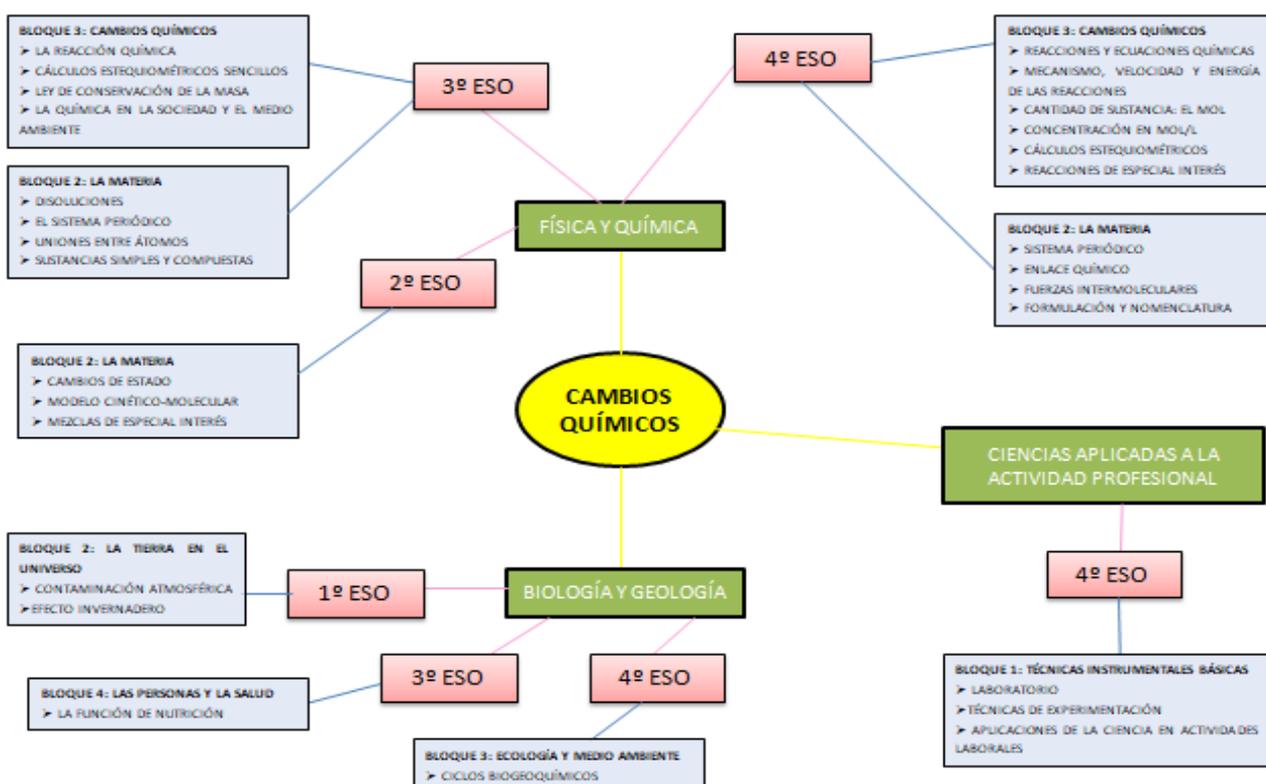
- Crit. FQ. 3. 1. Comprender el mecanismo de una reacción química y deducir la ley de conservación de la masa a partir del concepto de la reorganización atómica que tiene lugar.
- Crit. FQ. 3. 2. Razonar cómo se altera la velocidad de una reacción al los reactivos, la temperatura, el grado de división de los reactivos sólidos y los catalizadores. modificar alguno de los factores que influyen sobre la misma, utilizando el modelo cinético-molecular y la teoría de colisiones para justificar esta predicción.
- Crit. FQ. 3. 3. Interpretar ecuaciones termoquímicas y distinguir entre reacciones endotérmicas y exotérmicas.
- Crit. FQ. 3. 4. Reconocer la cantidad de sustancia como magnitud fundamental y el mol como su unidad en el Sistema Internacional de Unidades.
- Crit. FQ. 3. 5. Realizar cálculos estequiométricos partiendo del ajuste de la ecuación química correspondiente.
- Crit. FQ. 3. 6. Identificar ácidos y bases, conocer su comportamiento químico y medir su fortaleza utilizando indicadores y el pH-metro digital.
- Crit. FQ. 3. 7. Realizar experiencias de laboratorio en las que tengan neutralización entre un ácido fuerte y una base fuerte, interpretando los resultados. lugar reacciones de síntesis, combustión y neutralización, interpretando los fenómenos observados.

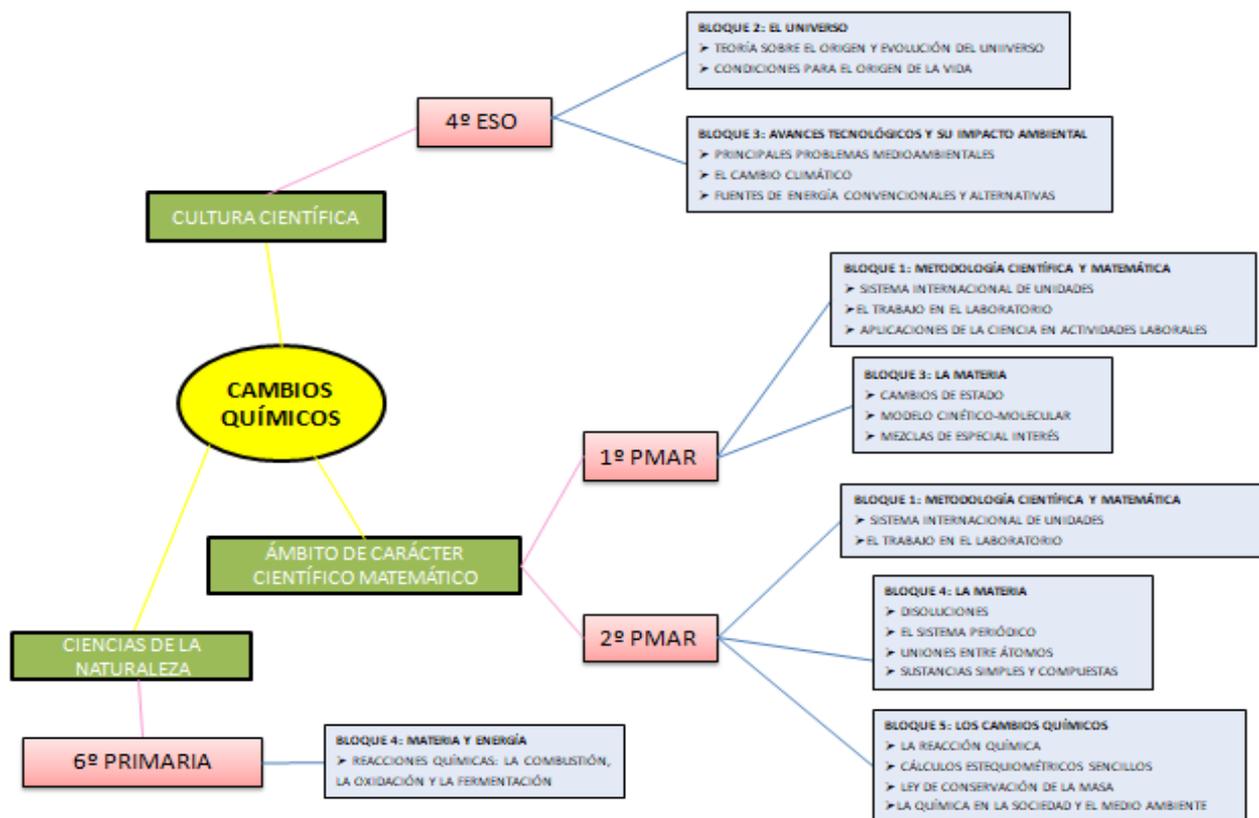
- Crit. FQ. 3. 8. Valorar la importancia de las reacciones de síntesis, combustión y neutralización en procesos biológicos, aplicaciones cotidianas y en la industria, así como su repercusión medioambiental.

No obstante, en esta propuesta se van a abordar de manera más concreta los siguientes contenidos:

- ✓ Indicadores Ácido-Base. Soluciones Ácido-Base. Teoría de Arrhenius.
- ✓ Escala de pH.
- ✓ Reacciones de neutralización.
- ✓ Reacción de magnesio con un ácido.
- ✓ Reacción de carbonato con un ácido.
- ✓ Reacciones de precipitación con compuestos de hierro.
- ✓ Velocidad de una reacción química.
- ✓ Teoría de las colisiones.

Ahora bien, antes de abordar de manera plena estos conceptos, resulta interesante realizar un análisis previo del marco curricular para determinar en qué cursos, en qué materias, de qué forma y en qué medida y profundidad se han tratado estos temas o ideas; con la finalidad de adaptar lo mejor posible las actividades que se expondrán posteriormente.





Figuras 1 y 2. Análisis del marco curricular referente a los "cambios químicos".

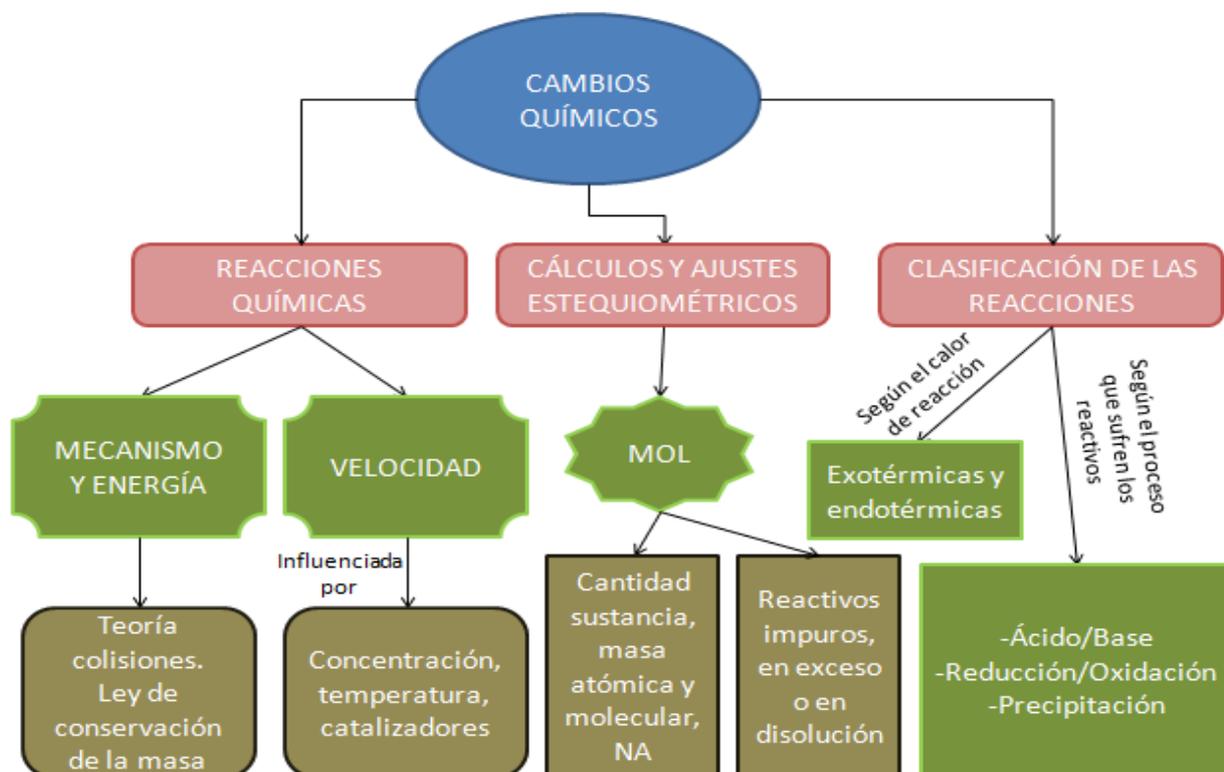


Figura 3. Esquema de los contenidos académicos asociados a los cambios químicos.

Con respecto a las dificultades a las que se enfrenta el alumnado a la hora de abordar la química, hay que retomarse a los tres niveles, dominios o componentes de pensar la química que propuso *Johnstone* (Johnstone, Johnstone, & Johnstone, 1982) en 1982, tratándose de macroscópico, submicroscópico y simbólico. Y es que en la enseñanza práctica se produce una combinación de los tres niveles que se traduce en una sobrecarga para el estudiante principiante. Los docentes expertos en la materia dominan todas sus interrelaciones y combinaciones; pero sin embargo, para los estudiantes cada nivel de representación requiere un aprendizaje de códigos diferentes. Teniendo en cuenta este enfoque, las reacciones químicas se consideran como un proceso mediante el cual algunas sustancias desaparecen y aparecen otras nuevas (nivel macro) o como un proceso donde las partículas se reordenan (nivel submicroscópico), mientras que la descripción del proceso se representa a través de las ecuaciones químicas (nivel simbólico). Así pues, el alumnado debería ser capaz de unificar los tres niveles para poder interpretar las reacciones químicas presentes en la vida cotidiana; pero esto no siempre se consigue debido a la presencia de ideas alternativas como el concepto de la materia como algo estático y continuo, que entra en conflicto (Andersson, 1990) con la comprensión del concepto de reacción química a nivel macroscópico.

Puede comprenderse así también que los adolescentes pongan en duda la materialidad de aquellos estados de la materia que sean difícilmente perceptibles. Además, la percepción de cualquier fenómeno será filtrada ontológica y conceptualmente por el estudiante, basándose no sólo en su experiencia física, sino también en la cultura y lenguaje cotidianos. Este filtro conceptual de la percepción puede explicar muchas de las dificultades y obstáculos epistemológicos. Así pues, *Kempa & Ward* (Kempa & Ward, 1988) relataron en 1988 que por ejemplo, cuando el profesor muestre un fenómeno químico como la calcinación del magnesio en el que se observan varios estímulos, el alumno seleccionará los que le parezcan más relevantes a la hora de interpretar ese hecho.

También es cierto que existen numerosas actividades de laboratorio en la literatura que se presentan como de indagación cuando en realidad los estudiantes tienen que limitarse a seguir una serie de pasos pre-establecidos. Los estudiantes tienen dificultades (Puntambekar & Kolodner, 2005) a la hora de comprender el problema que han de investigar o para identificar pautas en los datos a la hora de interpretar los resultados de

la investigación. Es necesario proporcionar a los estudiantes una guía (Crujeiras Pérez & Jiménez Aleixandre, 2015) para la resolución adecuada de este tipo de tareas y conseguir de manera gradual que las puedan desempeñar de manera autónoma.

Otras dificultades que influyen en el proceso de aprendizaje del cambio químico son aquellas relacionadas con la aplicación de la nomenclatura química, la simbología química, la reordenación de los átomos después de la reacción o la confusión entre los conceptos de átomo, ión y molécula. Por tanto, todas estas dificultades tienen que ser valoradas a la hora de diseñar actividades de aprendizaje sobre las reacciones químicas, ya que han sido identificadas (Taskin & Bernholt, 2014) en estudios con alumnado de distintos niveles.

Una de las causas de que el alumnado presente estas dificultades se debe a las estrategias utilizadas para abordar estos contenidos en el aula. Normalmente las reacciones químicas se trabajan a través de la resolución de problemas abstractos, lo que dificulta la aplicación de este conocimiento para interpretar fenómenos de la vida cotidiana. Las actividades de tipo experimental serían por tanto un buen complemento para favorecer la aplicación de este tipo de contenidos

3. Secuenciación de objetivos y secuencia de actividades

La secuencia y el orden de las actividades que se proponen en el presente proyecto didáctico está encaminada a favorecer en primera instancia la indagación personal por parte del alumnado, mediante la realización de una actividad de laboratorio. Así pues, se busca formar estudiantes comprometidos que se planteen dudas e inquietudes, favoreciendo el desarrollo de su curiosidad por la ciencia y fomentando su autonomía, creatividad y capacidad de toma de decisiones; estando no obstante en todo momento bajo la supervisión del docente.

Una vez conseguido esto, se procedería a la realización de propuestas con simuladores de distintos conceptos químicos asociados con lo visto previamente en el laboratorio, tales como las propiedades químicas de los elementos, la escala de pH, soluciones ácido-base y velocidades de reacción. El objetivo de esta actividad es resolver todas aquellas dudas que hayan surgido previamente con la experimentación

práctica, además de explicar de una manera visual los conceptos clave que se pusieron en juego con el fin de afianzar esos conocimientos.

Finalmente, se plantea una tercera actividad en la que se recurre a una herramienta TIC, como es el caso de un crucigrama online. El objetivo primordial en este caso es que los alumnos sean conscientes mediante su elaboración en el aula de si realmente han adquirido los conceptos clave específicos y de su grado de preparación, despertando en ellos un espíritu crítico a la hora de valorar su propio bagaje.

Así pues, uno de los objetivos que se busca alcanzar es que el alumnado sea responsable dentro de un laboratorio y cumpla en todo momento las normas de seguridad impuestas. Se pretende que al finalizar la actividad sean capaces de manejarse con cierta soltura con el instrumental y que tomen notas en el cuaderno de laboratorio con el fin de repasar más tarde todo lo que han realizado, siendo conscientes en todo momento de los pasos que daban y analizando los cambios que visiblemente se observaban cuando realizaban los distintos experimentos planteados, favoreciendo en ellos el planteamiento de hipótesis sobre lo sucedido.

4. Actividades planteadas y descripción de las mismas

ACTIVIDAD 1: Experiencias de laboratorio asociadas con cambios químicos

En una gradilla se colocan varios tubos de ensayo. En la parte posterior se colocarán los tubos que contienen los reactivos a utilizar y en la parte anterior varios tubos vacíos. Se aconseja que las disoluciones no sean excesivamente concentradas para que así puedan apreciarse mejor los cambios de color.

Los materiales que se requieren son los siguientes:

- ✓ Indicador ácido-base.
- ✓ Magnesio (Mg) sólido (cinta).
- ✓ Carbonato de calcio ($\text{CaCO}_{3(s)}$).
- ✓ Disolución acuosa de hidróxido de sodio ($\text{NaOH}_{(ac)}$) 0,5 M. Es incolora y untuosa.
- ✓ Disolución acuosa de tricloruro de hierro ($\text{FeCl}_{3(ac)}$). Es amarilla.
- ✓ Disolución acuosa de carbonato de sodio ($\text{Na}_2\text{CO}_{3(ac)}$). Es incolora.

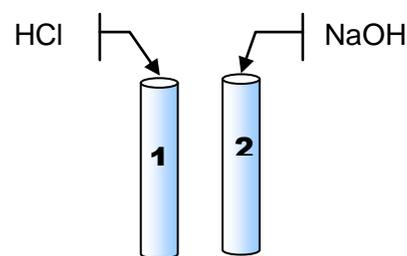
- ✓ Disolución de sulfuro de sodio (Na_2S). Es amarillenta. Olor desagradable.
- ✓ Disolución acuosa de ácido clorhídrico ($\text{HCl}_{(\text{ac})}$) 0,5 M.

Los tubos con los reactivos vienen etiquetados con un número con el fin de que los propios alumnos/as comenten qué es lo que contiene cada uno y se aventuren a escribir en el cristal con rotulador permanente la fórmula correspondiente.

Como ayuda para identificar las sustancias formadas en las reacciones se suministrará un folio auxiliar en el que se describen algunas reacciones o las propiedades y colores de algunos compuestos.

→ **EXPERIENCIA 1 (Indicadores ácido-base):**

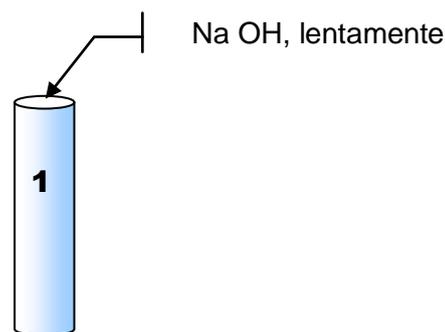
En un tubo tenemos HCl y en otro NaOH, pero no sabemos cual se corresponde a qué compuesto y el objetivo es identificarlos basándonos en sus propiedades ácidas o básicas.



Para ello se añadirán unas gotas de indicador a cada uno y veremos que cambia el color. Se anotará la tonalidad y así sabremos si estamos en medio ácido o básico. A su vez, también puede usarse tiras de papel indicador y comentar de manera cualitativa el grado de acidez o basicidad en función de la escala de pH.

→ **EXPERIENCIA 2 (Reacción de neutralización):**

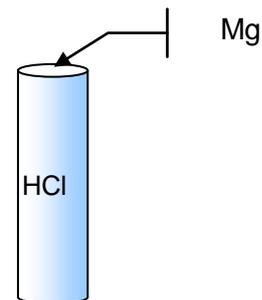
Una vez identificado el ácido y la base, se procederá a echar disolución de NaOH en un tubo de ensayo (aproximadamente hasta un tercio del mismo) y se añadirán unas gotas de indicador. A continuación se añadirá lentamente y mediante agitación un poco de la disolución de HCl. Se deberán observar los cambios de color que se produzcan, interpretarlos y escribir debidamente ajustada la ecuación química correspondiente al proceso. También se plantearán dos cuestiones auxiliares:



- ✓ ¿Por qué cambia el color a medida que se va añadiendo el ácido?
- ✓ ¿Por qué al final el color que muestra la disolución es el correspondiente a una disolución ácida?

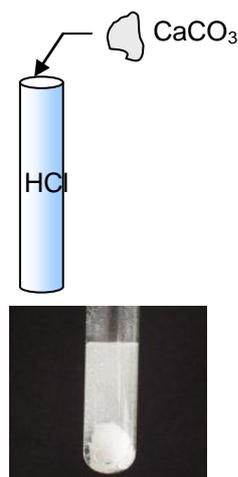
→ **EXPERIENCIA 3 (Reacción de magnesio con un ácido, HCl):**

Se procede echando HCl en un tubo y añadiendo una gotas de indicador. A continuación se añade la cinta de magnesio y se observan y anotan los cambios que se producen; además de escribir la reacción que tiene lugar. Se espera que el alumnado visualice la efervescencia generada (debida a la liberación de hidrógeno gas como producto de la reacción), una tonalidad más pálida del indicador (dado que el ácido se va consumiendo), el calentamiento del tubo (reacción exotérmica), la salida de "humo" (por las pequeñas gotitas de agua arrastradas por el hidrógeno, de manera que al incidir la luz sobre ellas se dispersa), y el color brillante del magnesio (dado el que el ácido disuelve la capa de óxido).



→ **EXPERIENCIA 4 (Reacción de carbonato de calcio con ácido, HCl):**

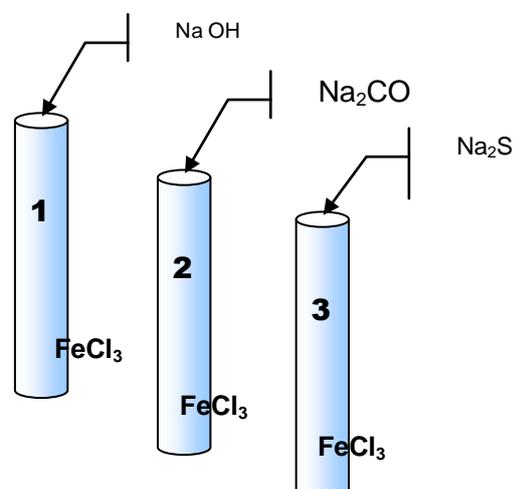
Se echa un poco de HCl en un tubo y se añaden unas gotas de indicador. A continuación se introduce un trozo de mármol (carbonato de calcio) y se observan y anotan los cambios que tienen lugar, tratando de escribir la ecuación química correspondiente al proceso. Se espera que el alumno visualice la efervescencia que sale del trozo de mármol (debida al desprendimiento del gas CO_2), la tonalidad más pálida del indicador a medida que se consume el ácido, el calentamiento del tubo dado el carácter exotérmico y el desprendimiento de "humo" por el mismo motivo que en la experiencia anterior.



→ **EXPERIENCIA 5 (Reacción de precipitación con compuestos de hierro):**

Se rotulan tres tubos como 1, 2 y 3. En cada uno de ellos se pone un poco de FeCl_3 . A continuación se añade NaOH al tubo 1, Na_2CO_3 al tubo 2 y Na_2S al tubo 3. Es conveniente realizar las reacciones consecutivamente tratando de identificar los compuestos formados y, después, escribir y ajustar la ecuación correspondiente.

El alumnado tiene que averiguar que lo que se formar en el tubo 1 es hidróxido de hierro (III), que es un



compuesto altamente insoluble de color pardo-rojizo que se oscurece gradualmente. Si les pedimos que adicionen ácido, verán cómo se disuelve al generar sales de hierro (III). En el tubo 2 se genera carbonato de hierro (III) (sólido marrón insoluble en agua) y se puede identificar porque al añadir HCl (lentamente y con cuidado) se forman burbujas de CO₂ y el precipitado se disuelve. En el tubo 3 se genera sulfuro de hierro (III), que es inconfundible por su color negro intenso; aunque puede confirmarse su formación añadiendo HCl ya que el precipitado se disolverá formando tricloruro de hierro (III) (amarillo) y sulfuro de hidrógeno gas (identificable por su olor característico).

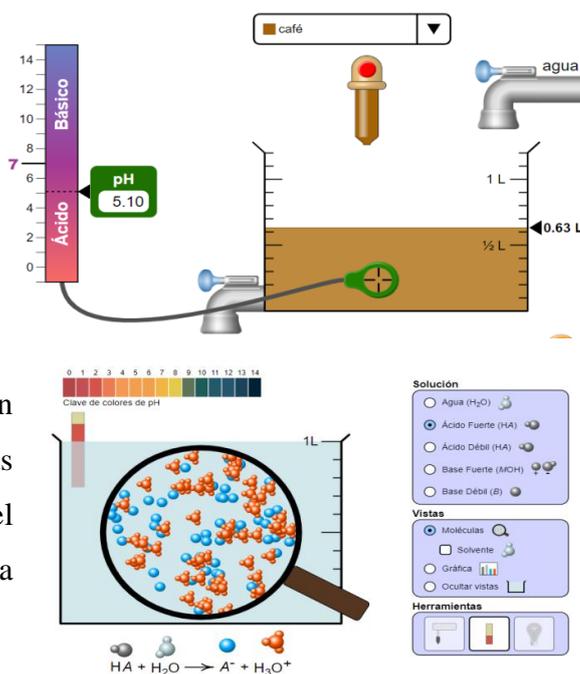
ACTIVIDAD 2: Simuladores virtuales de conceptos químicos

Para comprender los procesos que tienen lugar en la actividad planteada anteriormente, es fundamental conocer las distintas propiedades químicas de los elementos, y más concretamente las de los compuestos que forman entre sí. Para ello se recurre a una tabla periódica dinámica e interactiva en la que podemos ver todo esto, dando pie a que los alumnos jueguen y hagan sus combinaciones y exploren. Se trata de "Ptable" (<https://www.ptable.com/?lang=es>).

A su vez, también se utilizarán simuladores virtuales de distintos conceptos químicos asociados con lo visto previamente en el laboratorio, tales como la escala de pH, soluciones ácido-base y velocidades de reacción. Para ello se recurre a la página web "PhET" (<https://phet.colorado.edu/es/simulations/category/chemistry>).

Con respecto al de la escala de pH, nos da la posibilidad de jugar y ver como varía la acidez y basicidad en función de la sustancia que escojamos y de la cantidad de agua que añadamos.

El simulador de disoluciones ácidas y básicas en agua nos permite jugar con la fuerza de las mismas y medir el pH de la disolución resultante con papel indicador o con pHmetro, además de observar la distribución de las moléculas.



El simulador de velocidades de reacción permite observar como tiene lugar la reacción química en cuestión, analizando la orientación correcta en la que deben colisionar las partículas para generar los productos; además de ver y jugar con cómo influyen distintas variables en la velocidad de una reacción química.

ACTIVIDAD 3: Herramienta TIC (crucigrama virtual)

Mediante la herramienta TIC online "Kubbu" he generado un crucigrama virtual para que el alumnado repase los conceptos e ideas clave de los cambios químicos abordados previamente. De esta manera, aprenden jugando a la vez que se divierten.

La actividad puede realizarse a partir del siguiente enlace web:

http://www.kubbu.com/a1/116504_los_cambios_qu_micos

ACROSS:

1. Llamamos..... a la rapidez con que los reactivos se transforman en productos
5. Nombre del gas que se libera en la reacción de HCl con Magnesio
6. Una disolución cuyo pH es superior a 7 es...
10. Según la teoría de las colisiones, las partículas de reactivos chocan entre sí y se rompen los..... que mantienen unidos sus átomos

DOWN:

2. Disolución de azufre amarillenta y con olor desagradable
3. Tipo de reacción en la que un ácido se combina con una base para generar una sal y agua
4. Se puede aumentar la velocidad de una reacción aumentando la concentración y la.....
7. Compuesto de hierro sólido característico por su color negro intenso y por disolverse en medio ácido generando un gas maloliente
8. Nombre que recibe una reacción al desprender energía en forma de calor
9. El papel indicador nos permite evaluar el pH de una disolución de manera...

I have finished

Los cambios químicos

Figura 4. Crucigrama sobre los cambios químicos realizado con la herramienta TIC "Kubbu"

5. Reflexiones y conclusión

En primer lugar, cabe destacar que la propuesta desarrollada en el presente proyecto didáctico no tiene un fin meramente teórico, sino que se plantea como una idea realista, útil y de fácil aplicación y reproducibilidad en las aulas de un instituto de secundaria.

Aunque si bien es cierto, hay una serie de parámetros y matices a analizar antes de su desempeño. Por un lado, hay que reflexionar acerca de la temporalidad de las distintas actividades planteadas. Para desarrollar plenamente la experiencia de laboratorio parece más que obvio que se va a requerir más de una sesión, por lo que resulta imprescindible planificar previamente todos los experimentos, conocer en qué punto se terminan, marcar los cortes de la sesión y asegurarse en cada momento de que todos alumnos y alumnas realizan todas las experiencias. Para las otras dos actividades planteadas, no se entiende que el tiempo sea un problema puesto que con una única sesión para cada una de ellas sería más que suficiente.

También hay que analizar la variable de los recursos materiales disponibles y de la posible peligrosidad que conlleve la realización de ciertas prácticas. Y es que montar experiencias de laboratorio es cuanto menos laborioso, además de asegurarse de conseguir todos los reactivos y materiales necesarios, con el consecuente gasto económico que conlleva. A su vez, se plantean posibles dilemas acerca del grado de madurez del alumnado para enfrentarse de manera autónoma a la manipulación de compuestos químicos e instrumental de vidrio (es necesario incidir en profundidad sobre los alumnos en este punto); por lo que resultaría conveniente que trajeran firmado por sus padres un consentimiento a tal efecto en el que se reconoce y acepta la peligrosidad y que una mala praxis a la hora de realizar las prácticas puede tener graves efectos y consecuencias. Para la realización de la segunda y tercera actividad únicamente sería necesario un ordenador con conexión a internet, problema que podría solventarse realizando dichas experiencias en el aula de informática del instituto.

Por último, hay que considerar el nivel de conocimientos que el alumnado posee acerca del tema en cuestión antes de realizar las actividades. Para ello se realizó un análisis exhaustivo de las distintas materias y cursos en las que se habían abordado de manera directa o indirecta dichos conceptos (*Figuras 1, 2 y 3*). Así pues, tal y como se había planteado anteriormente, la metodología de trabajo se basaba fundamentalmente

en la indagación, dejando que los alumnos y alumnas experimenten por su cuenta en la primera actividad, para así poder posteriormente afianzar esos conocimientos mediante la segunda y tercera actividad. Aunque si bien es cierto, si los conocimientos son muy escasos, conviene realizar una primera aproximación generalista al tema antes de meterse directamente a indagar de manera autónoma, tal y como indican numerosos autores en la literatura.

Se concluye por tanto que las tres actividades aquí planteadas son apropiadas para abordar correcta y gradualmente los conceptos de cambios químicos y de reacciones de especial interés desde un punto de vista o enfoque alternativo a las clases magistrales tradicionales; buscando favorecer en todo momento el correcto proceso de aprendizaje del alumnado de manera didáctica, interactiva y otorgando un papel clave a la manipulación guiada.

6. Referencias bibliográficas

- Andersson, B. (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformations (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18(1), 53–85. <https://doi.org/10.1080/03057269008559981>
- Crujeiras Pérez (2015). Competencias y prácticas científicas en el laboratorio de química: participación del alumnado de secundaria en la indagación | Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas. (n.d.). <https://ensciencias.uab.es/article/view/v33-n3-crujeiras/1830-pdf-es>
- Crujeiras Pérez, B., & Jiménez Aleixandre, M. P. (2015). Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio : articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. *Enseñanza de Las Ciencias*, 33(1), 0063-84. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1469>
- Johnstone, A., Johnstone, H., & Johnstone, A. F. (1982, January 1). Macro-and micro-chemistry.
- Kempa, R. F., & Ward, J. E. (1988). Observational thresholds in school chemistry. *International Journal of Science Education*, 10(3), 275–284. <https://doi.org/10.1080/0950069880100304>
- Puntambekar, S., & Kolodner, J. L. (2005). Toward implementing distributed scaffolding: Helping students learn science from design. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(2), 185–217. <https://doi.org/10.1002/tea.20048>
- Taskin, V., & Bernholt, S. (2014, January). Students' Understanding of Chemical Formulae: A review of empirical research. *International Journal of Science Education*. Routledge. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.744492>

8. ANEXO II: PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE



UTILIZACIÓN DE LAS TICS EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y QUÍMICA

PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE

Universidad de Zaragoza. Facultad de Educación

Máster en profesorado de Educación Secundaria Obligatoria
Especialidad de Física y Química

Curso 2019/2020

SERGIO ADRIÁN ACÍN ESCOLÁN
Innovación e investigación educativa en física y química

ÍNDICE PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE

1. INTRODUCCIÓN	xix
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	xxi
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	xxii
4. DIFICULTADES DE APRENDIZAJE.....	xxvi
5. METODOLOGÍA.....	xxviii
6. EVALUACIÓN.....	xxx
7. BIBLIOGRAFÍA.....	xxxiii

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, no es una novedad indicar que estamos pasando de un modelo de sociedad industrial a un modelo de sociedad de la información, de la comunicación y del conocimiento, siendo este uno de los fenómenos culturales de mayor significancia e impacto social. Por ello nuestro mundo gira alrededor de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TICS) gracias a los avances científicos y tecnológicos, y una aplicación innovadora de este tipo de herramientas está modificando la concepción de la enseñanza, de las estrategias y de las técnicas de desarrollo que aplicamos, de los roles del profesor y de los estudiantes.

Simultáneamente, la enseñanza avanza (o debería) hacia un modelo que se aleja cada vez más de la "clase magistral" como base de la instrucción, en la cual la figura del docente es el centro del sistema, y se dirige hacia un modelo que fomenta la participación del alumnado como medio fundamental del aprendizaje en el cual el profesorado ejerce de guía en dicho proceso.

Esta nueva escuela ha de facilitar que el alumnado adquiera unas habilidades básicas que le permitan interaccionar con los nuevos elementos culturales de comunicación, sabiendo seleccionar y utilizar el exceso de información que nos rodea para no ser un "analfabeto tecnológico", aunque se debe aceptar que, generalmente, el alumnado tiene mayor predisposición y facilidad para interaccionar con las TIC que los adultos y docentes.

El presente Proyecto de Innovación Docente describe una experiencia educativa con alumnado de primer curso de Bachillerato en la que se utilizan recursos TIC en la enseñanza de la materia de Física y Química, concretamente para abordar el concepto de presión osmótica. Las TIC ofrecen la posibilidad de hacer más creativa e innovadora la tarea de los docentes y su integración en las aulas ha pasado de ser solo recomendable a hacerse imprescindible con el fin de potenciar la competencia digital. Así pues, y de manera más concreta, se utilizará la grabación, edición y difusión de vídeos digitales de experiencias de laboratorio de Física y Química, como herramienta del proceso de enseñanza-aprendizaje.

La creación de proyectos basados en las TICS no sólo proporciona a los estudiantes una oportunidad de aprender Física y Química, sino que también les proporciona la

oportunidad de desarrollar habilidades demandadas por la sociedad como son la cooperación, la búsqueda e interpretación de la información, el razonamiento crítico o el aprendizaje sobre la tecnología, todo ello de gran importancia para muchos profesores, padres y estudiantes en nuestra sociedad actual, altamente competitiva.

Diversos autores atribuyen al vídeo distintas funciones educativas. Se pueden contemplar tres formas de utilización de los mismos para la enseñanza: medio de presentación de la materia por el docente, medio para la educación audiovisual e instrumento para que los alumnos elaboren sus propios mensajes (Salinas Ibáñez, 1992).

La concepción del vídeo como instrumento de conocimiento llegará cuando se asuma como "un elemento de trabajo del grupo-clase; para perseguir que el alumno deje de ser sólo un receptor de códigos verboicónicos y se convierta en emisor de mensajes didácticos. Por tanto, el vídeo se contempla aquí como medio de obtención de información mediante la grabación de experiencias, situaciones, conductas..." (J. Cabero, 1985).

No hay que olvidar la función del vídeo como instrumento de comunicación y alfabetización icónica de los estudiantes recogida en los distintos objetivos mínimos curriculares (Julio Cabero, 2002) como son "Interpretar y producir con propiedad, autonomía y creatividad mensajes que utilicen códigos artísticos, científicos y técnicos, con el fin de enriquecer sus posibilidades de comunicación y reflexionar sobre los procesos implicados en su uso", y "obtener y seleccionar información usando las fuentes que habitualmente hay disponibles, tratarla de forma autónoma y crítica, con una finalidad previamente establecida y transmitirla a los demás de manera organizada e inteligible" (Real Decreto 1007/1991, B.O.E. 152/91 de 26 de Junio de 1991).

El vídeo tiene una intención motivadora, pretende abrir interrogantes, suscitar problemas, despertar el interés del alumnado, inquietar y generar una dinámica participativa (Romero Tena, 1996).

El alojamiento de un vídeo en la red permite que el alumno tenga disponibilidad de esta experiencia en su domicilio tantas veces como necesite y quiera. Así pues, se espera que sea una experiencia positiva que permita enriquecer su formación mediante la utilización de nuevas TICS, usando un código de comunicación diferente al habitual en

el ámbito escolar, de manera que se organicen y planifiquen su propio trabajo; alcanzándose el aprendizaje significativo y el desarrollo de habilidades cognitivas.

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Dado que el planteamiento de trabajo a seguir y la metodología en cuestión se basan en el trabajo autónomo por parte del alumnado y en la indagación científica con la utilización de herramientas TIC de por medio, se plantean una serie de objetivos concretos a alcanzar por su parte:

- ✓ Complementar otras formas de aprendizaje utilizadas en el aula.
- ✓ Mejorar la comprensión de conceptos complejos y difíciles de abordar de manera tradicional.
- ✓ Usar representaciones para complementar sus trabajos y exposiciones a compañeros y docentes.
- ✓ Explorar diferentes condiciones experimentales y desarrollar el pensamiento crítico.
- ✓ Observar, plantear hipótesis y demostrarlas.
- ✓ Reunir datos y evidencias, priorizarlos y clasificarlos.
- ✓ Inferir y deducir a partir de lo indagado.
- ✓ Formular diversas soluciones y explicaciones basadas en la evidencia para responder problemáticas.
- ✓ Mejorar su capacidad para comunicar, justificar y defender sus explicaciones, respuestas y conclusiones.

- ✓ Aprender a utilizar diferentes herramientas TIC, especialmente programas de edición de vídeo y plataformas digitales con recursos compartidos que buscan fomentar la competencia digital.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Es muy frecuente observar como se afirma que las Tecnologías de la Comunicación y la Información (TIC) son herramientas indispensables en los procesos de enseñanza/aprendizaje del alumnado en todas las materias; pero más concretamente en física y química. Y es que ha habido una continua carrera hacia la búsqueda de nuevos elementos tecnológicos y recursos innovadores para la comunidad educativa; sin olvidarse por supuesto de que su implementación busca también la incorporación del alumnado a la conocida como "*Sociedad de la Información y del Conocimiento*".

Abriéndose al uso de las nuevas tecnologías, las instituciones pueden realizar una contribución muy importante al fortalecimiento de los sistemas educativos para que todos los jóvenes puedan desarrollar su potencial al máximo .

Resultan evidentes los múltiples usos que pueden otorgarse a las TICS en las aulas, y más concretamente en el campo que nos atañe:

- ✓ Simuladores virtuales de procesos fisicoquímicos que permiten interpretar conceptos de manera visual, técnica y práctica dentro de diferentes niveles de complejidad; complementando otras formas de aprendizaje tradicionales.
- ✓ Intercambio de ideas entre docentes y alumnado de cualquier parte del mundo gracias a la conectividad digital mundial, abriendo horizontes hacia colaboraciones con la consecuente transmisión de información y creación de ambientes virtuales mediante la combinación de texto, audio, vídeo y animaciones.
- ✓ Formación continua y actualizada de calidad, además del aprendizaje de procedimientos y desarrollo de destrezas intelectuales de carácter general.
- ✓ Permiten ajustar los contenidos, contextos y diversas situaciones de aprendizaje a la diversidad e intereses de los estudiantes (Yildirim, Ozden, &

Aksu, 2001); algo que resulta fundamental ante la excepcional crisis sanitaria que estamos viviendo con la pandemia mundial provocada por el Covid-19.

Diversos estudios (Jiménez-Valverde & Llitjós-Viza, 2005) contrastan que la adaptación de un nuevo recurso en el contexto escolar genera un interés previo inicial muy fuerte y acompañado de entusiasmo, pero que posteriormente disminuye de manera gradual. Estudios como el de *Manuel Area et al.* en 2011 constatan el incremento en la motivación de los alumnos y alumnas con el uso de las TIC en su proceso de aprendizaje; y en la transformación educativa que estas traen consigo en la metodología y trabajo en las aulas. También subraya como factor clave para el cambio, la formación del profesorado y un modelo pedagógico que fomente el uso de las nuevas tecnologías de manera innovadora (Area, Cepeda, Gonzales, & Sanabria, 2010).

En un estudio realizado por *María Domingo y Pere Marquès* en 2011, se analizaron las ventajas que más apreciaban los docentes en las Aulas 2.0 en los procesos de enseñanza-aprendizaje cuando hay por medio recursos TIC. Así pues, se señalaba principalmente un aumento en la atención y motivación del alumnado, sensación de que facilitaba la comprensión de contenidos y el logro de objetivos, aumento en la participación e implicación del alumnado, facilitación de la contextualización de las actividades y un rol más activo del estudiante a la hora de investigar, desarrollar la creatividad y realizar correcciones colectivas y actividades colaborativas (Domingo, n.d.).

Tanto la teoría constructivista del aprendizaje como el modelo de aprendizaje por descubrimiento guiado, proporcional al alumnado un rol activo en la adquisición del conocimiento. Es por esto que el uso de simulaciones multimedia junto con una guía de actividades adecuada, fomenta que la información presentada no sea de manera expositiva; sino que se proporcione en un entorno abierto de aprendizaje que promueva la interacción del alumnado de manera que sean ellos los que construyan su propio aprendizaje mediante la indagación, resolución de problemas, razonamientos hipotético-deductivos e inductivos, además de la importancia que cobra el trabajo cooperativo entre compañeros (Sierra, J.L; Perales, 2005).

La literatura refleja que hay un mayor éxito, complicidad y comunicación si es el propio docente el que ha elaborado el material didáctico en cuestión, aunque es bien sabido que no resulta sencillo crear contenido digital (Franco, 2007).

En todo momento, es importante adecuar los materiales TIC multimedia a los objetivos de aprendizaje de la materia estableciendo un objetivo de enseñanza claro para evitar confusiones en el alumnado que lo conduzcan a conclusiones erróneas. Resulta por tanto fundamental proporcionarles un programa guía con actividades que acompañe la simulación o el recurso TIC en cuestión con direcciones y preguntas claras lo suficientemente abiertas como para favorecer la elaboración de conclusiones y e inquietudes a debatir. Se trata por tanto de una estrategia didáctica que parte de un problema real o una situación contextualizada y que plantea cuestiones y actividades de aprendizaje que ayudan al estudiante a resolver el planteamiento inicial. Los temas cercanos permiten elaborar ideas previas que serán contrastadas, corregidas y eliminadas mediante el trabajo de programas guía con el uso de recursos TIC.

Las TIC permiten cuestionar prácticas docentes habituales y abren el abanico de actividades de innovación pedagógica facilitando la adaptación y actualización permanente y en tiempo real del libro de texto en un formato que no solo es digital, sino que permite que se desarrolle de manera personalizada (Campanario, 2003).

Se ha visto que los estudiantes desarrollan habilidades de conceptualización, síntesis y expresión al publicar su discurso on-line. En el estudio se concluye que la aplicación de los instrumentos de evaluación TIC utilizados (encuestas, cuestionarios, análisis de la comunicación y participación en debates) es satisfactoria para el alumnado al ofrecerles oportunidades de crecimiento personal y académico; así como para los docentes también. Aunque los debates en el aula son necesarios y siempre fructíferos, la interacción asíncrona permite varios efectos positivos en el proceso de enseñanza-aprendizaje ya que el alumnado puede meditar sus respuestas y asesorarse en textos para fundamentar sus aportaciones (Davidson-Shivers, 2002). Resulta fundamental también el feedback constante y motivar a la participación en los debates en línea.

Otro recurso TIC muy presente en los sistemas educativos son las llamadas plataformas de teleformación o entornos virtuales de aprendizaje (EVA). En estos casos, resulta fundamental la tutorización ya que es clave la hora de que el alumnado

establezca su grado de satisfacción con el curso en línea; pudiendo desarrollarse mediante foros de debates y correo electrónico. Las discusiones y tutorías en línea refuerzan la autoestima de los estudiantes cuando hay un feedback rápido que estimula a la progresión con sus ideas.

Otro concepto importante que también aparece relatado en la literatura de la didáctica de las ciencias experimentales es el de "aulas-laboratorio" de muy bajo coste. Así pues, se combinan los recursos TIC disponibles con el uso de materiales sencillos para realizar experiencias de demostración que permiten suplir la ausencia de laboratorios tradicionales (García Molina, 2011).

En referencia con lo anterior, las TIC son una herramienta más en el entorno educativo y pueden servir para la construcción de conocimientos; de manera que para lograr su uso efectivo en las escuelas hay que evitar una traslación de estrategias tradicionales de enseñanza a una plataforma virtual ya que ni es viable ni es provechoso para nadie. Es preciso, por tanto, elaborar nuevas prácticas con objetivos propios para mejorar el aprendizaje, atendiendo a las estrategias pedagógicas del uso de las TIC y su articulación con las didácticas específicas.

No obstante, para lograr una integración curricular significativa de las TIC para enseñar ciencias, es necesario promover intensamente y de manera activa la capacitación de los docentes de modo de pasar del apresto, al uso y posterior integración de la tecnología en la enseñanza, como eslabón más potente de su formación e incentivarlos a repensar su labor docente a la luz de las posibilidades que brindan las nuevas tecnologías (Calderón, Núñez, Di Laccio, Iannelli, & Gil, 2015).

En el campo de la didáctica de las ciencias, diversas investigaciones muestran que las TIC facilitan el aprendizaje tomando como eje la argumentación, tanto a través del aporte y la evaluación de pruebas como por medio de propuestas centradas en la persuasión y la discusión en torno a cuestiones sociocientíficas. Dichas potencialidades se deben a la capacidad de la tecnología para incorporar tanto herramientas para representar el conocimiento como herramientas basadas en el debate. Sin embargo, los modos en que los docentes se apropian de las tecnologías son muy variados y muchos profesores las utilizan desde una perspectiva instrumental o encuentran en sus centros dificultades para trabajar con ellas (Mermoud, Ordoñez, & Romano, 2017).

Así pues, se observa como la paulatina incorporación de las TIC a la enseñanza es un proceso generador de cambios sobre los que hay que reflexionar. Cobra especial importancia la implantación de los elementos de las TIC a las clases y hay que ser cauto con ellas y estar alerta de sus efectos positivos o negativos. Está claro que tienen un gran potencial y esto sugiere que si están bien incorporadas mejorarán sustancialmente las exposiciones temáticas al alumnado (Franco, 2007).

Tanto el número de aplicaciones tecnológicas disponibles como la finalidad de dichos recursos es cada vez mayor, lo que hace necesario el desarrollo de investigaciones que valoren la potencialidad de diferentes entornos.

4. DIFICULTADES DE APRENDIZAJE

Es importante reconocer que estas nuevas tecnologías no están libres de obstáculos y desafíos y que ni mejorarán por sí solas y de forma automática el modo de educar a los estudiantes ni los prepararán mejor para enfrentarse a los desafíos de las sociedades actuales. Por el contrario, sin un enfoque pedagógico adecuado, estas mismas tecnologías bien podrían tener un efecto negativo y transformar el proceso de aprendizaje en un mero contacto virtual con la realidad (Gil, 1997).

Es decir, el solo uso de las nuevas tecnologías no renueva la enseñanza ni resuelve por sí solo ningún problema de aprendizaje. Por tanto es necesario analizar de manera crítica las propuestas de enseñanza que incorporen las TIC y evitar usarlas como un simple juego de actualidad o moda.

El uso habitual de los recursos tecnológicos en los procesos de enseñanza-aprendizaje comporta una serie de inconvenientes para el profesorado que aunque son pocos, no dejan de ser importantes. Las problemáticas más destacadas son la necesidad de dedicar más tiempo para la preparación de su docencia, problemas de conexión a internet y averías y dificultades con el software en los ordenadores de los alumnos/as. En el estudio realizado por *María Domingo y Pere Marquès* en 2011, quedó reflejado que el 91% del profesorado y una mayoría considerable de alumnado (75%) consideran que se mejoran los aprendizajes con las nuevas actividades realizadas con TIC y que les gusta realizarlas. No obstante esta mejora no siempre queda reflejada en la evaluación ya que el alumnado no siempre mejora sus calificaciones académicas tal como destaca

casi la mitad del profesorado. Sin embargo, también se observó que a pesar de que hay una mejoría en los aprendizajes que cursan por medio de TICS en la mayoría de alumnos, había también un impacto menor en el alumnado que no puede seguir el ritmo o en aquellos que se encontraban desmotivados (Domingo, n.d.).

Se ha comprobado que la mera presencia de recursos tecnológicos en los centros y las altas capacidades de los alumnos de la llamada "Generación Tecnológica" o "Generación Z" no son suficientes para desarrollar en ellos la competencia digital. La clave fundamental viene determinada por las competencias tecnológicas y pedagógicas en los docentes. Existe una alarmante diferencia entre las competencias que debieran tener los profesores para desarrollar la competencia digital en sus alumnos y la que verdaderamente tienen. Las competencias digitales del profesorado son muy relevantes en el desarrollo de procedimientos de aprendizaje que introduzcan las tecnologías como herramientas al servicio de la educación (Fernández Cruz & Fernández Díaz, 2016).

Así pues, a lo largo del PID, pueden surgir dificultades de todo tipo que van desde problemas técnicos y falta de recursos hasta dificultades de aprendizaje. En este último caso pueden darse situaciones en las que el alumnado pierda el hilo conductor bien por la dificultad en el manejo del recurso TIC empleado o bien porque hay un desfase temporal orador- receptor (docente-alumno/a) al utilizar plataformas de comunicación digitales que se suma a la distracción provocada por la "novedad" y la confusión generada al participar activamente todo el mundo a la vez en la conversación.

No obstante, para superar el primer problema se plantearía un documento a modo de tutorial que tendrían que visualizar previamente y en el que se explica detalladamente la actividad y la resolución a todo tipo de problemáticas técnicas que pudieran surgir. Con respecto al posible segundo problema, se tendría en cuenta un breve periodo de adaptación en el que los alumnos y alumnas tendrían tiempo para explorar y analizar todas las opciones, de manera que si en algún momento alguien se pierde en la explicación on-line tendría habilitado un foro a nivel individual y con conexión directa con el docente para plantear sin temor sus dudas y poder seguir el ritmo normal del grupo clase de la misma manera que como sucedería de manera presencial en el aula. Se plantearía igualmente la pedida de turno por chat para poder intervenir de forma ordenada.

5. METODOLOGÍA

El presente proyecto de innovación docente se contextualiza en el Colegio O.D. Santo Domingo de Silos, que se encuentra ubicado en el barrio de Las Fuentes, al este de la ciudad de Zaragoza. Se trata de un centro bilingüe (se rige por el modelo PIBLEA) de carácter privado-concertado perteneciente a la Iglesia Católica, concretamente a la diócesis de Zaragoza y que fue fundado en 1959 por el canónigo Julián Matute.

El centro cuenta con unos 21000 m² de extensión y unos 2400 alumnos y alumnas matriculados. Se imparten las enseñanzas de infantil, primaria, secundaria, bachillerato, formación profesional básica (Informática y comunicaciones, mantenimiento de vehículos, servicios comerciales, electricidad y electrónica), grado medio (Farmacia y parafarmacia, cuidados auxiliares de enfermería, electromecánica de vehículos automóviles, instalaciones eléctricas y automáticas, instalaciones de telecomunicaciones, gestión administrativa y actividades comerciales) y grado superior (Higiene bucodental, enseñanza y animación sociodeportiva, además de administración y finanzas). El centro cuenta con 4 vías en infantil, 5 en primaria, 5 en E.S.O y 3 para bachillerato de humanidades y 2 para el de ciencias. Tanto el bachillerato como los ciclos se enmarcan dentro del concierto singular, pagando una cuota de 35 euros mensuales. La ratio de alumnos por aula varía según la etapa, siendo de 22 en infantil y primaria, de 27 en E.S.O y de 32 en bachillerato.

La propuesta de innovación que a continuación se va a exponer va a contextualizarse dentro de un grupo en concreto, para alumnado de primer curso de bachillerato y en la materia de física y química. El grupo está formado por 30 alumnos en total, 18 chicos y 12 chicas.

El motivo por el cual se escoge este grupo y esta etapa es porque es el curso en el que se aborda de manera oficial, de acuerdo con el currículo Aragonés, el contenido o concepto objeto de innovación, la presión osmótica. Así pues, esta propuesta se enmarcaría dentro del bloque número 2 (*aspectos cuantitativos de la química*) del currículo de la materia Física y Química para el primer curso de bachillerato. Dentro de este bloque se abordan los siguientes contenidos: Revisión de la teoría atómica de Dalton, leyes de los gases, ecuación de estado de los gases ideales, determinación de fórmulas empíricas y moleculares, disoluciones: formas de expresar la concentración, preparación y propiedades coligativas. Se hace referencia directa como estándar de

aprendizaje evaluable al concepto de presión osmótica para describir el paso de iones a través de una membrana semipermeable.

Por tanto, se va a tratar e innovar desde la indagación el concepto de ósmosis de una manera práctica y visual, además de hacer hincapié en el uso de herramientas TIC para ello y con el fin de alcanzar los objetivos planteados anteriormente, buscando primordialmente el establecimiento de hipótesis y la mejora de la capacidad de comunicación mediante el manejo de recursos digitales de vídeo que fomenten la competencia digital del alumnado. Esto puede servir para realizar trabajos en un formato diferente al que habitualmente y de manera tradicional están acostumbrados, al escrito.

Para todo ello, se plantea de partida una sencilla actividad que cada alumno realizará en su domicilio y que hemos rotulado como "Las zanahorias mágicas".

En cuanto a los materiales necesarios, se requiere únicamente lo siguiente: agua, sal de cocina, vasos de vidrio (2) y zanahorias (3).

La actividad consiste primeramente en cortar la punta de las tres zanahorias. A continuación llenaremos los dos vasos de vidrio con agua del grifo, pero en uno de ellos pondremos una cantidad generosa de sal de cocina (unos dos-tres dedos) y agitaremos. Seguidamente, introduciremos cada zanahoria cortada en cada vaso, reservando una de ellas a modo de control. Finalmente dejaremos que transcurran 24 horas y analizaremos los resultados.

La explicación de lo sucedido es sencilla; si dos disoluciones acuosas de distinta concentración se separan por una membrana semipermeable, se observa flujo de agua desde la disolución más diluida hasta la más concentrada. En nuestro experimento, la superficie de la zanahoria constituye una membrana semipermeable ya que permite el paso de las moléculas de agua a su través pero no la de los iones hidratados de la sal. Por esta razón la zanahoria sumergida en salmuera pierde agua y reduce su volumen, mientras que la zanahoria sumergida en agua recibe la entrada de la misma ya que su medio interno es rico en sustancias disueltas.

A la hora de trabajar esta experiencia, el alumnado tendrá que grabar un videotutorial en el que se aprecie todo el proceso práctico y en el que se planteen hipótesis

previas que deberán de contrastar con los resultados observados finalmente. Posteriormente, también tendrán que incluir en el vídeo una sencilla explicación (como si fueran a exponerlo a alguien ajeno que no conoce el proceso) en la que ilustren con dibujos los cambios observados y el tránsito/dirección del flujo de agua en cada caso. Se hará hincapié en el nombre del proceso y en el motivo por el que sucede, además de desarrollar un breve trabajo de investigación que expondrán en el mismo vídeo grabándose a sí mismos y que consistirá en exponer lo averiguado en relación con las bebidas hipo, iso e hipertónicas, el funcionamiento de una planta desalinizadora y una jarra filtradora doméstica, además de dar una explicación al por qué no es beneficioso beber agua del mar.

Como es necesario realizar cortes en el vídeo para evitar una longitud excesiva, será preciso editarlo mediante diferentes programas y herramientas TIC. Finalmente, tendrán que crear un canal en la plataforma YouTube y colgar los vídeos de manera privada para que estén disponibles siempre que se necesite recurrir a ellos.

Como datos a recoger de la presente investigación, hablaríamos de la recopilación de los vídeos que los alumnos y alumnas enviarían también por correo electrónico al docente. Se analizarían de cara a comprobar si han realizado todo lo que desde un inicio se les pedía y si han desarrollado sus habilidades comunicativas, además de valorar de manera objetiva con un cuestionario el grado de implicación e interés con este nuevo formato de entrega de tareas con el fin de determinar si la innovación ha sido exitosa o no.

6. EVALUACIÓN

El criterio de evaluación seguido sería el mencionado en el punto 2.5. del bloque de contenidos número 2. del currículo Aragonés: "Explicar la variación de las propiedades coligativas entre una disolución y el disolvente puro"; el estándar de aprendizaje evaluable sería el 2.5.2.: "Utiliza el concepto de presión osmótica para describir el paso de iones a través de una membrana semipermeable" y la competencia clave abordada sería la CMCT (competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología).

Se propone una evaluación coherente con los objetivos propuestos, planteando evaluar todo lo que se pretendía conseguir con el proyecto. Para ello, se elaborará una **rúbrica de evaluación que se proporcionará a todo el alumnado previa realización del trabajo** para que conozcan todos los aspectos que serán tenidos en cuenta en su calificación:

Abordaje de los temas propuestos en el vídeo	Abarca todos por completo (1 punto)	Abarca la mitad (0,5 puntos)	Abarca menos de la mitad (0 puntos)
Indaga y plantea hipótesis previas	Plantea hipótesis y las razona (2 puntos)	Plantea hipótesis sin razonar (1 punto)	No plantea ninguna hipótesis (0 puntos)
Formula explicaciones basadas en la evidencia	Explica razonadamente lo observado (2 puntos)	Menciona lo observado sin razonar (1 punto)	Ni menciona ni razona (0 puntos)
Realiza el trabajo de investigación en profundidad y basándose en fuentes fiables	Cumple los dos criterios y cita las fuentes (1 punto)	Cumple solo un criterio de los dos (0,5 puntos)	No cumple ninguno de los dos criterios (0 puntos)
Capacidad para comunicar, justificar y defender sus conclusiones	Expone de manera clara, directa y convincente (2 puntos)	Tiene dificultades para expresarse pero es capaz de defender sus ideas (1 punto)	No expone o lo hace de manera pasiva (0 puntos)
Usa correctamente las herramientas TIC: edita el vídeo de manera adecuada y lo sube de manera privada al canal de YouTube que deberá de crear cada uno de manera individual	Cumple los dos criterios y elabora un vídeo limpio (2 puntos)	Elabora el vídeo pero no crea el canal de YouTube ni lo sube (1 punto)	No elabora el vídeo o no lo edita ni tampoco crea el canal (0 puntos)

El trabajo se calificará sobre un total de 10 puntos, siendo necesario para aprobar la consecución de al menos 5 puntos.

A la hora de evaluar el proceso de aprendizaje del alumnado, se tendrá en cuenta su progreso. Para ello, se plantea la realización de dos breves encuestas. La primera se les

proporcionará previa realización de la actividad en cuestión y encontrarán preguntas relacionadas con el concepto de presión osmótica como por ejemplo:

- ❖ ¿Qué entiendes por ósmosis?
- ❖ ¿Podrías decir qué aplicaciones tiene la ósmosis inversa?
- ❖ ¿Qué diferencia hay entre una disolución hipotónica, isotónica e hipertónica?
- ❖ ¿Cómo puntuarías del 0 al 10 tu manejo con las distintas herramientas TIC; especialmente con los programas de edición de vídeo, la creación de canales en plataformas digitales y la búsqueda de información en fuentes fiables?

Posteriormente llevarían a cabo la actividad y el docente la evaluaría mediante la rúbrica plasmada anteriormente. Así pues, podrá valorar el progreso del alumnado y determinar si el proceso de aprendizaje ha sido adecuado. Adicionalmente, y una vez realizado todo lo anterior, se le pasaría al alumnado la segunda encuesta en la que ellos mismos tendrán que valorar su propio proceso de aprendizaje mediante la respuesta a las siguientes preguntas:

- ❖ ¿El aprendizaje de conceptos mediante el uso de herramientas TIC ha sido mayor, igual o menor que usando técnicas más tradicionales?
- ❖ En una escala del 0 al 10, ¿cómo considero que ha sido mi evolución, interés y aprendizaje de los conceptos abordados de presión osmótica?
- ❖ ¿He mejorado y he ganado una clara soltura en el manejo de herramientas TIC?

Con la respuesta a todo esto mencionado anteriormente, el docente reflexionará y hará autocrítica acerca de si el empleo de la metodología ha sido el adecuado para alcanzar los objetivos propuestos y valorar cuáles son los puntos débiles de la propuesta con el fin de mejorarlos de cara a futuras aproximaciones.

Con respecto a la evaluación del proceso de enseñanza, se pedirá a los alumnos y alumnas que evalúen al profesor de una manera crítica y reflexiva mediante la resolución de la siguiente encuesta:

	Total desacuerdo	En desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Muy de acuerdo
El profesor ha mostrado entusiasmo y ha sido dinámico y enérgico, captando mi interés					
Las explicaciones del profesor han sido claras					
Se animaba a los estudiantes a preguntar y se daban respuestas útiles, además de invitar a compartir ideas					
El profesor se ha mostrado amable con los estudiantes					
El profesor ha informado de todo lo que se pedía en el proceso, incluyendo los criterios de evaluación y calificación					

7. BIBLIOGRAFÍA

- Area, M., Cepeda, O., Gonzales, D., & Sanabria, A. (2010). Un Análisis De Las Actividades Didácticas Con Tic En Aulas De Educación Secundaria Analysis of Activities With Ict in Secondary Education. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 187–199.
- Cabero, J. (1985). *Utilización didáctica del vídeo*. Retrieved from http://www.lmi.ub.es/te/any96/cabero_bvte/
- Cabero, Julio. (2002). Propuestas para la utilización del vídeo en los centros. *Revista Libros*, (January 2007), 1–28. Retrieved from http://www.lmi.ub.es/te/any96/cabero_bvte/
- Calderón, S. E., Núñez, P., Di Laccio, J. L., Iannelli, L. M., & Gil, S. (2015). Aulas-laboratorios de bajo costo, usando TIC. *Revista Eureka*, 12(1), 212–226. <https://doi.org/10.498/16934>
- Campanario, J. (2003). Metalibros: la construcción colectiva de un recurso complementario y alternativo a los libros de texto tradicionales basado en el uso de Internet. *REEC: Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 2(2), 5.
- Davidson-Shivers, L. (2002). How Do Students Participate in Synchronous and

Asynchronous Online Discussions? *Journal of Educational Computing Research*, 25. 351-366.

Domingo, D. M. (n.d.). Aulas 2.0 y uso de las TIC en la práctica docente Classroom 2.0 Experiences and Building on the Use of ICT in Teaching. <https://doi.org/10.3916/C37-2011-03-09>

Fernández Cruz, F., & Fernández Díaz, M. (2016). Los docentes de la Generación Z y sus competencias digitales. *Comunicar: Revista Científica Iberoamericana de Comunicación y Educación*, (46), 97–105. <https://doi.org/10.3916/C46-2016-10>

Franco, Á. (2007). Experiencias innovadoras de utilización de las NTIC en actividades prácticas de ciencias, 156.

García Molina, R. (2011). Presentación del monográfico sobre ciencia recreativa. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias.*, 8(extra), 365–369. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2011.v8.iextra.01

Gil, S. (1997). *Nuevas Tecnologías en la Enseñanza de la Física*. S. Gil-Educ. en Ciencias (Vol. 1). Retrieved from <http://home.ba.net/~sgil>

Jiménez-Valverde, G., & Llitjós-Viza, A. (2005). Recursos didácticos audiovisuales en la enseñanza de la química : una perspectiva histórica. *Educación Química*.

Mermoud, S. R., Ordoñez, C., & Romano, L. G. (2017). Potencialidades de un entorno virtual de aprendizaje para argumentar en clases de ciencias en la escuela secundaria. *Revista Eureka*, 14(3), 587–600. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i3.06

Romero Tena, R. (1996). Bibliografía general sobre medios y materiales de enseñanza. In *II Jornadas sobre Medios de Comunicación, Recursos y Materiales para la Mejora Educativa: Sevilla, 1996*. Universidad de Sevilla. Retrieved from <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/40188>

Salinas Ibáñez, J. M. (1992). *Diseño, producción y evaluación de videos didácticos* (Universita).

Sierra, J.L; Perales, F. (2005). Estudio De La Influencia Del Programa De Simulación Mobile En El Aprendizaje Por Investigación De La Física En Bachillerato, 000012, 1–5.

Yildirim, Z., Ozden, M. Y., & Aksu, M. (2001). Comparison of hypermedia learning and traditional instruction on knowledge acquisition and retention. *Journal of Educational Research*. <https://doi.org/10.1080/00220670109598754>.