



Universidad de Valladolid

MÁSTER DE SECUNDARIA

**LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA COMO
HERRAMIENTA PARA ACERCAR LA
INVESTIGACIÓN A LOS ALUMNOS DE
BACHILLERATO**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2021-2022

Autora: Dra. Isolda Roger Barba

**Tutores: Dr. Luis Deban Miguel y Dra. Ana María Ares Sacristán
(Departamento de Química Analítica)**

Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato,
Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas
Facultad de Educación y trabajo Social-Facultad de Ciencias
Universidad de Valladolid

ÍNDICE

RESUMEN/ABSTRACT	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. OBJETIVOS DE ESTE TRABAJO.....	7
3. ANTECEDENTES.....	8
3.1. Algunas iniciativas para poner en contacto a los alumnos de Secundaria, FP y Bachillerato con la investigación científica.....	8
3.2 Textos científicos como herramienta de trabajo.....	10
3.3 Algunas fuentes interesantes.....	13
3.3.1 Fuentes en español.....	14
3.3.2 Fuentes en inglés.....	15
4. PROPUESTA PRÁCTICA.....	19
4.1 Contextualización.....	19
4.2 Objetivos.....	19
4.2.1 Objetivos de etapa.....	19
4.2.2 Objetivos de la asignatura.....	20
4.2.3 Objetivos específicos de esta propuesta.....	20
4.3 Metodología.....	21
4.4 Contenidos y competencias.....	24
4.3.1 Contenidos.....	24
4.3.2 Competencias.....	28
4.3.3 Distribución y secuenciación de los contenidos.....	30
4.5 Propuesta de actividades y temporalización.....	31
4.5.1 Actividades con textos científicos.....	31
4.5.2 Actividades contra la desinformación.....	44
4.5.3 Temporalización.....	45
4.6. Evaluación.....	45
4.6.1 Evaluación de las actividades 1,2 y 3.....	46
4.6.2 Evaluación de la actividad 4.....	51
4.7. Atención a la diversidad.....	52
5. CONCLUSIONES Y REFLEXIÓN FINAL.....	53
6. BIBLIOGRAFÍA.....	55

RESUMEN

En este trabajo de fin de máster se plantea una propuesta de innovación educativa diseñada para despertar el interés de los alumnos por la investigación científica y conseguir que valoren su importancia para la sociedad. Para ello, se propone una serie de actividades en las que el docente llevará a clase artículos de divulgación científica sobre diferentes temas que pongan en contacto a los alumnos con algunas de las líneas de investigación actuales en Física y Química. El trabajo con los textos se realizará en grupo y se complementará con exposiciones orales y coloquios. La propuesta incluye también actividades dirigidas a combatir la desinformación, con el objetivo de concienciar a los alumnos sobre la necesidad de ser críticos a la hora de buscar información en Internet. Se trata, en definitiva, de generar un interés por la ciencia y sus aplicaciones en la vida cotidiana que acompañe a los alumnos fuera del instituto y les ayude a ser ciudadanos con cultura científica que entiendan la importancia de la investigación y actúen en consecuencia.

ABSTRACT

This Master Thesis presents a teaching innovation proposal aiming to raise students' interest in scientific research and make them value its importance for society. A series of activities are proposed in order to achieve these goals, in which teachers will bring scientific divulgative articles into the classroom to expose students to current research lines in Physics and Chemistry areas. Students will read the texts and answer related questions in group and then present them to their classmates, leading to a final colloquium. The proposal includes also activities that deal with misinformation, designed to raise awareness of the need to keep a critic approach to sources of scientific information in the Internet. In Summary, this Thesis aims to raise an interest in Science and its applications in real life that students can take with them when they finish High School. This will help them to become citizens with scientific culture who understand the importance of research and are capable to act in consequence.

1. INTRODUCCIÓN

La comunidad científica se queja a menudo —no sin razón— de la insuficiente financiación que recibe la investigación en España. Nos preguntamos escandalizados cómo es posible que no se alce la voz desde la ciudadanía para pedir que se invierta más en investigación, cuando es evidente que está estrechamente ligada a una mayor calidad de vida. Pero, ¿es esta relación igual de evidente para las personas que no se dedican a la ciencia? El alcance divulgativo de la ciencia en nuestro tipo de sociedad es, por desgracia, bastante limitado. El espacio dedicado a ella en los principales medios de comunicación es mínimo; las actividades divulgativas organizadas desde museos de la Ciencia y universidades, son muy esporádicas. La investigación científica no está presente en el día a día de las personas. Para muchas de ellas, el único contacto que han tenido con la Ciencia ha sido en el instituto, donde se les ha enseñado *lo que ya está hecho*, pero no *lo que queda por hacer*. En nuestro afán por sentar unas bases sólidas que preparen a los estudiantes para poder cursar en el futuro carreras científicas y tecnológicas, el currículum educativo se centra en la enseñanza de una cantidad ingente de contenidos que se revisan y amplían una y otra vez a lo largo de toda la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato, sin tiempo suficiente para explicarlos en contexto. Se describe el funcionamiento de las máquinas simples, pero no lo que supusieron para el desarrollo tecnológico de la humanidad; se explican algunas técnicas espectroscópicas, pero no lo fundamentales que son hoy en día para muchos tipos de análisis. Las aplicaciones de las diferentes reacciones y compuestos, cuando se incluyen, son una mera lista a memorizar. No hay un contexto *histórico* que acompañe a las leyes y descubrimientos que se imparten, y no hay un contexto *actual* que justifique el por qué debemos seguir desarrollando nuevos materiales, mejorar las reacciones que se utilizan en procesos industriales o seguir estudiando los fenómenos de la naturaleza. No se puede esperar que las nuevas generaciones valoren la importancia de la investigación científica si la ciencia se les explica como un mero conjunto de teorías y leyes que deben aprenderse para poder aplicarlas exclusivamente a la resolución de problemas. Falta el contexto, la aplicación; el *cómo* se llega a los descubrimientos y el *por qué* es fundamental seguir investigando.

Enseñar los contenidos científicos relacionándolos con su contexto social no solo ayuda a los estudiantes a entenderlos mejor, sino que les motiva a estudiarlos y les hace *querer* ampliar esa información. Esta es sin duda una meta deseable para aquellos estudiantes que planeen estudiar posteriormente una disciplina científica, pero mucho más deseable aún para aquellos que no lo harán, pues deberán igualmente tomar decisiones responsables e informadas relacionadas con la ciencia a lo largo de su vida.

Otros trabajos anteriores a este han propuesto innovaciones didácticas que aúnen historia y ciencia con el fin de dar un contexto social, económico e histórico a los grandes descubrimientos científicos que ponga de manifiesto la importancia que ha tenido y tiene la investigación científica en el desarrollo de la humanidad¹. En el presente trabajo se presenta una propuesta didáctica que posibilita enlazar los contenidos impartidos en un curso de Física y Química con líneas de investigación *actuales*. Para ello, se ha escogido 1º de Bachillerato por los siguientes motivos: en primer lugar, porque en este curso los alumnos tienen ya un grado de madurez que les lleva a interesarse por los temas de actualidad y a valorar la importancia para la sociedad de lo que se les explica. En segundo lugar, porque tienen ya la suficiente base científica como para poder hablarles de muchas de las líneas de investigación actuales, siempre que se tenga cuidado de seleccionar los contenidos y adaptar el lenguaje. Por último, porque los contenidos del currículum dan pie a poder introducir en clase un gran elenco de temas de investigación de actualidad.

Llevar algunas de las líneas de investigación actuales en Física y Química al aula no es trabajo sencillo, debido principalmente a la dificultad de encontrar información de carácter divulgativo que sea rigurosa y esté en castellano. En la era de las comunicaciones y la digitalización, encontrar información sobre casi cualquier tema es fácil. Saber escoger, de entre todas las páginas webs, redes sociales, blogs, vídeos, etc, aquellas en las que la información que buscamos es tratada por personas que realmente saben de lo que están hablando, es mucho más complicado. Como se ha comentado ya al principio de esta introducción, la investigación científica no es un tema que se trate habitualmente en los medios de comunicación. Su medio natural de transmisión son las revistas científicas, con un lenguaje especializado que restringe su lectura a los propios científicos, y en *inglés*. Hay, por supuesto, un gran número de blogs y páginas web dedicadas a la divulgación en todos los idiomas, pero no todas ellas son realmente fiables. En estas circunstancias, pedirles a los estudiantes que reúnan información para preparar un trabajo sobre un tema de actualidad como pueda ser el grafeno o las baterías de litio puede resultar incluso contraproducente, sobre todo por las fuentes bibliográficas de las que son usuarios habitualmente. Por este motivo, me ha parecido mucho más conveniente que sea el docente el que lleve una selección representativa y bien escogida de textos científicos *adaptados* para trabajar con los alumnos en clase. Textos que se prepararán a partir de revistas, blogs y plataformas web de divulgación, manteniéndolos tal cual cuando presenten un nivel de dificultad adecuado para estudiantes de Bachillerato y acortándolos, traduciendo o simplificando el lenguaje y los contenidos cuando sea necesario. Se trata de conseguir lecturas breves e interesantes que despierten el interés de los alumnos por la investigación y les motiven a leer más, siendo secundario el que aprendan o no contenidos nuevos.

En los siguientes apartados del trabajo se concretarán los objetivos del mismo para a continuación conocer algunas estrategias que se han venido usando para llevar la investigación científica a los alumnos de instituto y evaluar después la adecuación de los textos científicos como herramienta de trabajo. Posteriormente se desarrollará la propuesta didáctica, esbozando primero una posible programación para 1º de Bachillerato que permita contextualizar las actividades que se proponen realizar en esta propuesta, ligadas, por supuesto, a los contenidos del curso. Después, se explicará cómo se propone evaluar dichas actividades y se concluirá con una reflexión final sobre el trabajo realizado.

2. OBJETIVOS DE ESTE TRABAJO

- Reflexionar sobre las iniciativas y estrategias actuales para poner a los alumnos de Secundaria, Bachillerato y FP en contacto con la investigación científica.
- Analizar la viabilidad del uso de artículos de divulgación científica como herramienta para poner a los alumnos en contacto con algunas de las líneas de investigación actuales en áreas relacionadas con la Física y la Química en base a la existencia de trabajos previos y a la disponibilidad de textos adecuados.
- Analizar posibles fuentes de textos científicos para llevar a clase y seleccionar aquellas adecuadas para la realización de este trabajo.
- Preparar una propuesta didáctica para la asignatura de Física y Química de 1º Bachillerato que dé a conocer a los alumnos algunas de las líneas de investigación actuales relacionadas con los contenidos del curso y utilizando para ello artículos de divulgación científica extraídos de algunas de las fuentes seleccionadas. Para ello:
 - Se diseñará una programación didáctica para 1º de Bachillerato que permita la realización de esta propuesta, detallando las actividades específicas para la consecución de la misma y su temporalización.
 - Se diseñarán así mismo actividades que conciencien a los alumnos de la necesidad de mantener una actitud crítica a la hora de buscar información de carácter científico en Internet.

3. ANTECEDENTES

3.1. Algunas iniciativas para poner en contacto a los alumnos de Secundaria, FP y Bachillerato con la investigación científica

En los últimos años han ido surgiendo diferentes iniciativas en España para promover las vocaciones científico-tecnológicas en el alumnado de Secundaria y Bachillerato. En Castilla y León tenemos, por ejemplo, el Bachillerato de Investigación/Excelencia desde el curso académico 2012/2013 (Orden EDU/551/2012, de 9 de julio), “dirigido al alumnado que tenga interés en profundizar en los diferentes métodos de investigación y en el análisis de los problemas propios de cualquier investigación”. Otra iniciativa desde la Consejería de Educación, en vigor desde 2013 (Orden EDU/1065/2013, de 18 de diciembre), son los *Premios de Investigación e Innovación en Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional de Castilla y León*, convocados anualmente². En este concurso, los participantes, que pueden presentarse de manera individual o en grupos de hasta tres alumnos bajo el tutelaje de un profesor del centro educativo, envían una propuesta de investigación al comité evaluador a principio de curso presentando un pequeño proyecto de investigación que puede girar en torno a cualquier tema de carácter científico-tecnológico. En el caso de ser aprobada, la investigación debe llevarse a cabo durante el curso en un plazo de 3-4 meses, al final del cual se envía una memoria del mismo. Los proyectos seleccionados (uno por cada categoría en cada provincia), son defendidos por los alumnos mediante exposición oral ante un jurado en una jornada que cada año se lleva a cabo en una de las provincias. Las propuestas de investigación que se presentan cada año toman formas muy variadas, desde el desarrollo de instrumentos de laboratorio a partir de componentes desechados hasta el estudio de la relación entre la digitalización y las personas mayores, por citar tan solo algunos ejemplos de los proyectos presentados en la última edición³.

Otra iniciativa de carácter similar es el concurso *Con las manos en la ciencia*⁴, organizado por la Universidad de Burgos. En la categoría dirigida a alumnos de ESO, Bachillerato y FP, los participantes deben diseñar en este caso un experimento que demuestre un fenómeno natural o principio científico o tecnológico relacionado con la vida cotidiana. Los alumnos participantes, coordinados por su profesor de ciencias, deben presentar un poster y un vídeo explicando su proyecto, que, de ser seleccionado, deberán presentar en una Feria al final de la cual se entregan los premios.

Otras comunidades autónomas llevan a cabo iniciativas similares, como el *Galardón Stephen Hawking* en Galicia⁵, sin olvidar los concursos a nivel nacional, como el *Certamen Jóvenes Investigadores* organizado desde el Ministerio de Universidades⁶. Hay también algunas

iniciativas para fomentar la vocación científica fuera de los centros educativos durante el verano, como los *Campus Científicos de Verano*⁷, dirigidos a alumnos de cuarto de ESO y primero de Bachillerato, una iniciativa en este caso de la Fundación Española de Ciencia Y Tecnología y el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. La Universidad de Valladolid fue una de las sedes de este evento en 2018⁸, en el que los alumnos participantes pudieron entrar en contacto con investigadores de diferentes áreas a través de talleres formativos y visitas a las distintas instalaciones de la universidad. Estos campus no han vuelto a organizarse desde la irrupción del COVID, pero es de esperar que vuelvan a organizarse en el futuro.

Se trata en todos los casos, sin embargo, de iniciativas dirigidas a alumnos de altas capacidades que han demostrado un gran interés en la ciencia. Otras iniciativas como lo Clubes de la Ciencia⁹, en los que actualmente participan 119 centros educativos gallegos, buscan reunir a un número mayor de alumnos para que puedan tener un contacto más intenso con la ciencia a través de experimentos de laboratorio. El hecho de que este tipo de actividades se realicen en horario extraescolar, sin embargo, hace que de nuevo sean los alumnos que *ya* estaban interesados en la ciencia los que participen en ellas. Alumnos en la mayoría de los casos con una inclinación natural hacia estas áreas que, si bien desde luego se beneficiarán enormemente con este tipo de actividades, no necesitan una motivación adicional para estudiar la asignatura. ¿Qué ocurre, sin embargo, con aquellos alumnos que estudian las asignaturas del ámbito científico-tecnológico porque deben, porque necesitan cursarlas para poder realizar después determinado estudio, pero que no terminan de encontrar en ellas una motivación? ¿Y con aquellos que, una vez finalizado el instituto, no volverán a abrir nunca más un libro de Física y Química? Alumnos que han optado por un Bachillerato en la modalidad de Ciencias y que el día de mañana serán arquitectos, fisioterapeutas, técnicos de sonido, etc. ¿No sería interesante intentar despertar el interés por la investigación científica en ellos también?

Como se ha mencionado en la introducción, despertar el interés de las nuevas generaciones por la investigación científica es crucial si queremos que esta sea valorada por la ciudadanía y, en definitiva, que se invierta más en ella. Pero para lograr ese objetivo, no podemos centrarnos solo en aquellos adolescentes que quieren ser científicos: necesitamos transmitir a *todos* nuestros alumnos, futuros científicos o no, la importancia de la investigación y el potencial de impacto que tiene en sus vidas. Las iniciativas comentadas, junto con los numerosos talleres y actividades que se organizan anualmente desde las universidades y Museos de la Ciencia con motivo de la Semana de la Ciencia y otros eventos^{10,11} son excelentes estrategias para promover las vocaciones científico-tecnológicas en los alumnos y, desde luego, un gran apoyo a la docencia de la Física y la Química en los institutos, pero no pueden ser el principal contacto de los alumnos con las aplicaciones y el contexto de lo que estudian. Para poder transmitir la importancia de la

investigación científica a *todos* los alumnos, necesitamos actuar desde el aula, conectando los conocimientos que les enseñamos con sus aplicaciones en la vida real.

La pregunta es, ¿cómo hacerlo?

3.2 Textos científicos como herramienta de trabajo

Un recurso habitual cuando se quiere ampliar los contenidos más allá de los mínimos o se busca reforzar algún elemento de la unidad didáctica es pedirles a los alumnos que realicen algún tipo de trabajo, como por ejemplo un mural, un trabajo escrito o una infografía. Son muchos los beneficios que se obtienen con esta estrategia, destacando la promoción del pensamiento independiente y la creatividad del alumno, el fomento del trabajo individual colaborativo (si el trabajo se plantea en grupo) y la mejora de sus habilidades a la hora de buscar información y organizarla. En este caso, sin embargo, hay un problema, y es que los alumnos no pueden recurrir a sus fuentes de información habituales para conseguir información sobre investigaciones científicas actuales. Encontrar información fiable y bien referenciada sobre temas extensamente revisados como las leyes de Newton, los modelos atómicos o la Tabla Periódica es relativamente fácil, por muchos motivos. De una parte, porque al formar parte de los contenidos del temario, hay una gran cantidad de recursos educativos disponibles en Internet adaptados a los distintos niveles. De otra, porque se trata en su mayoría de conocimientos largamente asentados sobre los que no hay actualmente motivo alguno de controversia ni intereses en juego. Encontrarla sobre temas que se están investigando actualmente y, sobre todo, directamente relacionados con aplicaciones tecnológicas, es mucho más complicado. Supongamos por ejemplo que pedimos a nuestros alumnos que busquen información sobre la electrolisis del agua. En función de la fuente consultada, la información que lean los alumnos pondrá por las nubes la economía del hidrógeno y la describirá como el elemento clave para la transición energética, o se centrará en todos los obstáculos e inconvenientes que se presentan para su aplicación. Lo mismo pasará con un artículo que hable sobre el desarrollo de un nuevo material o una nueva técnica de análisis: dependiendo de quién lo escriba y de sus intereses, el enfoque y la información reflejada serán completamente diferentes. Es muy difícil encontrar información objetiva sobre este tipo de temas, pues para encontrarla hay que dirigirse a los artículos científicos, que de ningún modo están pensados para ser leídos por un público no especializado. La mejor opción es leer sobre estos temas en revistas y blogs de divulgación escritos por expertos, pero como hasta el momento nuestros alumnos no han tenido ningún motivo para acercarse a este tipo de fuentes, no es muy realista esperar que lo hagan ahora, ni que sepan cómo hacerlo. De cara a lograr el principal objetivo de esta propuesta, que es el de despertar en nuestros alumnos el interés por la investigación científica, es más

estratégico ser nosotros los que les proporcionemos la información. Por eso he optado por diseñar una serie de actividades centradas en el trabajo con textos científicos *facilitados por el profesor*.

Pero, ¿qué tipo de textos, y de dónde sacarlos? Mientras meditaba sobre esta pregunta hice una búsqueda bibliográfica para conocer si es habitual llevar textos científicos al aula y, en caso afirmativo, qué tipo de textos y cómo se han planteado las actividades.

Algunos autores han probado a trabajar en el aula con artículos científicos provenientes de revistas especializadas sin someterlos a ningún tipo de adaptación. Ossevoort *et al*¹² argumentan que estos artículos son una excelente herramienta para enseñar a los alumnos de Secundaria aspectos clave como el método científico, la argumentación científica o el lenguaje científico. Con esa idea en mente, su estrategia se basa en elegir un artículo de no más de tres páginas que verse sobre un tema llamativo y que tenga un interés social o una aplicación evidente, y utilizarlo para que los alumnos, de entre 15 y 16 años, analicen por un lado la estructura que sigue el texto y por otro, la estructura que siguen las argumentaciones. Como vemos, el contenido del texto es irrelevante y cumple solo con la función de mantener la atención de los alumnos mientras analizan el texto, de manera que esta estrategia no nos sirve para el presente trabajo. Hay que notar también que el nivel de inglés en los institutos holandeses, que es donde los autores han puesto en práctica su propuesta, es lo suficientemente alto como para poder plantearse trabajar directamente con un artículo científico en inglés, algo que, en la mayoría de los centros españoles, está completamente descartado. Otro problema es la dificultad para acceder a los artículos, ya que la mayoría de ellos tienen un acceso restringido.

Otros autores han propuesto el uso de “artículos científicos adaptados basados en contexto” (*context-based adapted scientific articles*)¹³. Dichas adaptaciones, realizadas por educadores de ciencias y científicos, tendrían como objetivo principalmente acortar el artículo, reduciendo el número de experimentos y resultados y simplificando la estructura, siendo crucial que se mantenga el contexto del problema que da lugar a la investigación y que las conclusiones del artículo conecten con ese contexto. Para llevar su propuesta a la práctica, los autores prepararon una serie de artículos adaptados de entre 500-600 palabras a partir de artículos científicos que conectaran con algunos de los contenidos del currículo. Otro elemento clave en estas adaptaciones fue el idioma; en la referencia citada, los autores tradujeron los artículos del inglés al hebreo y al árabe. En este caso, el objetivo principal de este estudio era mejorar la comprensión lectora de textos científicos de los alumnos, para lo que estos debían responder a una serie de cuestionarios en los que se buscaba analizar su comprensión y estrategias lectoras. De nuevo, esta no es la finalidad de este trabajo.

Otros docentes han propuesto el uso de noticias de contenido científico procedentes de periódicos y revistas de divulgación como estrategia para trabajar la alfabetización científica de los alumnos de Secundaria¹⁴. Sobre el uso en el aula de las noticias científicas de la prensa se ha escrito mucho^{15,16}, pues son una excelente herramienta para trabajar el pensamiento crítico de los alumnos y ponerle un contexto a la ciencia, si bien hay cierta división de opiniones en cuanto al modo de proceder. Algunos autores proponen que sean los alumnos los que traigan a clase las noticias para que puedan elegir aquellos temas que más les interesen¹⁴, mientras que otros consideran que el docente debe elegir cuidadosamente las noticias que se llevan a clase para evaluar su interés didáctico¹⁶. Cabe señalar que la proporción de noticias científicas en los periódicos es, desgraciadamente, bastante baja, y la temática se tiende a centrar en aquellos temas que más lecturas generan, que muchas veces suelen ser contenidos relacionados con la salud, una tendencia que ha ido en aumento desde la irrupción de la Pandemia. Las revistas de divulgación, en cambio, cubren muchos más temas, y resulta deseable poner a los alumnos en contacto con ellas, aunque como se ha mencionado antes, no se puede esperar que sean los alumnos los que las consulten por iniciativa propia.

Otros autores han propuesto llevar al aula capítulos y pasajes de libros de divulgación¹⁷. Como vemos, son muchas las opciones a la hora de trabajar en el aula con textos científicos, más o menos indicadas en función del enfoque que se le quiera dar a la actividad.

De cara a lograr los objetivos de esta propuesta, que se desarrollan en detalle posteriormente en la sección 4.2.3, se ha intentado en la medida de lo posible escoger textos íntegros de blogs y revistas de divulgación en español con el objetivo de familiarizar a los alumnos con dichas fuentes en la esperanza de que recurran a ellas en el futuro cuando necesiten buscar información para un trabajo o por interés personal. Por supuesto, esto no siempre ha sido posible: por un lado, la mayor parte del contenido de revistas como *Investigación y Ciencia* es de pago, y por otro, este tipo de revistas y blogs de ninguna manera contienen información sobre todos los temas. Se han seleccionado también algunos artículos publicados por la Agencia SINC y The Conversation, las dos grandes fuentes de noticias científicas escritas en español de las que muchas veces se nutren otros medios de comunicación españoles. En otras ocasiones, se ha propuesto traducir del inglés un artículo de una revista de divulgación extranjera, como por ejemplo *Space* o *Science*, aprovechando para retocar un poco los contenidos si es necesario. Una parte importante de los artículos escogidos para esta propuesta proceden sin embargo de revistas y plataformas web dedicadas a la divulgación científica *para estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato*, en su mayoría en inglés, pero perfectos para usarlos en clase sin necesidad de hacer más adaptaciones.

En el siguiente apartado, se revisan todas estas fuentes en más detalle.

3.3. Algunas fuentes interesantes

A la hora de buscar noticias y artículos de carácter divulgativo que hablasen de líneas actuales de investigación relacionadas con los tres temas seleccionados para las actividades me encontré con muchas dificultades. Desde el principio quería descartar todas aquellas fuentes en las que las noticias y artículos no estuvieran suficientemente referenciados y en donde o no se dieran a conocer los autores o estos no contaran con una formación y/o experiencia adecuadas. No se trataba de quedarse solo con aquellos autores que fueran ellos mismos profesores de universidad y/o investigadores; de una parte, porque eso no significa que sean buenos divulgadores, y de otra, porque en general no tienen mucho tiempo libre para esta tarea. Por otra parte, aquellos periodistas científicos que publican muchos artículos en poco tiempo y sobre temas muy diferentes entre sí me inspiran también poca confianza; prefiero quedarme con aquellos especializados en un área. Esto me ha llevado a mirar con lupa el perfil de los autores y colaboradores de las fuentes que he consultado. He intentado también huir de aquellas revistas que dicen dedicarse a la divulgación científica, pero caen en la trampa del sensacionalismo, centrándose en temas de escasa base científica que solo buscan llamar la atención de los lectores. Por último, he intentado en la medida de lo posible buscar artículos que estuvieran escritos en español, de cara a facilitar el trabajo del docente. Todas estas restricciones han limitado mucho las fuentes a las que podía recurrir y me han llevado a dedicar muchas horas de búsqueda. En lo que respecta al idioma, no me ha quedado más remedio que claudicar, pues suponía restringir mucho los contenidos y renunciar a un gran número de recursos muy adecuados para los objetivos de este trabajo. Creo que un buen docente de Física y Química debería tener un nivel de inglés adecuado para leer los artículos que he propuesto para este trabajo, puesto que se nos exige acreditar un nivel B2 para realizar este máster, y a la hora de adaptarlos y traducirlos, no se trata tanto de lograr una traducción perfecta palabra por palabra como de que quede un texto legible y con sentido en el que esté bien explicado el contenido. Es cierto que supone un trabajo adicional, pero partir de un texto en inglés de carácter divulgativo supone mucho menos trabajo de adaptación que preparar nosotros mismos un texto desde cero a partir de artículos de revistas científicas especializadas a los que, además, en muchos casos no tenemos acceso. Por supuesto, cada docente tiene que valorar sus prioridades. Si el tema del artículo no es una prioridad, entonces es perfectamente viable trabajar solo con fuentes en español. Si queremos en cambio reunir una serie de artículos de divulgación sobre una temática concreta, estaremos más o menos limitados en función del tema. En el transcurso de este trabajo he podido observar que es relativamente fácil

conseguir artículos de divulgación en español sobre muchos temas relacionados con el espacio. Hay mucho también sobre medicina y temas afines, pero si nos metemos, por ejemplo, en nuevos materiales, la búsqueda se vuelve complicada al no haber revistas de divulgación centradas en ese tema o con una sección que hable regularmente sobre ese tema.

Las revistas, plataformas y blogs listados en esta sección no pretenden de ningún modo ser una lista exhaustiva de fuentes, sino una ayuda para otros docentes que quieran hablar de investigación en el aula.

3.3.1 Fuentes en español

*Investigación y Ciencia*¹⁸ es una revista de divulgación científica en formato digital de publicación mensual. Se trata de la versión en español de la revista norteamericana *Scientific American*¹⁹, por lo que, a excepción de contenidos de carácter regional, los artículos presentes en ambas revistas son en principio los mismos, solo que en diferente idioma. Ambas revistas son de pago a excepción de algunos artículos de acceso gratuito como los que se han utilizado para la Actividad 3, aunque personalmente creo que puede merecer la pena hacer una suscripción a nivel del centro educativo, pues los contenidos serían útiles también para otras asignaturas.

*The Conversation*²⁰ es una plataforma web dedicada a la difusión de información actual, explicativa, independiente y de carácter riguroso en todo tipo de áreas, incluyendo una dedicada a la Ciencia y la Tecnología en la que se pueden encontrar artículos muy bien escritos y referenciados sobre todo tipo de temas. Todo el contenido de la web está escrito por académicos universitarios e investigadores, cada uno de los cuales solo escribe sobre el área de la que es especialista. *The Conversation* permite que sus artículos sean republicados en otros medios, lo que hace que a veces los podamos encontrar en periódicos y revistas y no nos demos cuenta de que proceden de aquí. La plataforma funciona a través de diferentes ediciones según el país, por lo que, si no encontramos un artículo adecuado sobre un tema concreto en español, siempre sería una posibilidad mirar a ver si está en inglés. La plataforma ofrece tanto artículos científicos breves y concisos como revisiones más largas sobre algún tema, ofreciendo también variedad en el nivel de información técnica que se da en el artículo.

La *agencia SINC*²¹ (Servicio de Información y Noticias Científicas) es una agencia de noticias científicas fundada por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) que lleva en funcionamiento desde 2008. Al igual que *The Conversation*, permiten copiar y transformar sus artículos en otros medios siempre y cuando se les cite como fuente, por lo que, de nuevo, es habitual encontrar sus artículos en revistas y periódicos. Es una buena fuente para

encontrar las últimas novedades en investigación en general, aunque no tanto para buscar artículos sobre temas concretos. Abundan los artículos relacionados con el espacio y la medicina, siendo más complicado encontrar sobre otros temas.

La plataforma web *OpenMind*²², un proyecto promovido por el BBVA, ofrece una gran cantidad de artículos de carácter divulgativo sobre diferentes temas, destacando aquellos relacionados con la sostenibilidad y los últimos avances tecnológicos. Los artículos no entran en detalles técnicos, pero proporcionan enlaces a los artículos científicos, páginas web de universidades, etc de los que se ha sacado la información para que el lector pueda ampliar la información de aquello que le haya llamado la atención en el artículo. Se trata, en general, de artículos bien escritos y bien referenciados sobre temas de actualidad, aunque a menudo demasiado largos, por lo que de cara a usarlos en clase es necesario acortarlos o dividirlos en partes.

*Naukas*²³ es, en palabras de sus fundadores, “la mayor plataforma online de divulgación científica en español”. Esta plataforma aloja una serie de blogs escritos por científicos y divulgadores españoles especializados en diferentes áreas en los que se pueden encontrar artículos muy interesantes, si bien, en general, no tratan sobre la investigación científica actual, sino sobre la desinformación ciudadana en las áreas científicas, en relación, muchas veces, con temas de la vida cotidiana y/o de actualidad. Entre todos estos blogs se encuentra sin embargo uno que sí que habla de investigación actual: se trata del blog *Eureka*²⁴, escrito por el astrofísico y divulgador Daniel Marín. En este blog se pueden encontrar artículos muy bien explicados contando las últimas novedades relacionadas con el espacio. He recurrido a él varias veces para la Actividad 3.

*DCiencia*²⁵ es una web de divulgación científica en la que profesionales de la ciencia explican temas científicos de la actualidad. Incluye artículos de diferentes áreas (matemáticas, química, física...), si bien las principales y de las que más artículos se pueden encontrar son Medicina y Biología Molecular.

3.3.2 Fuentes en inglés:

Aunque más tedioso al tener que traducir al castellano los artículos antes de llevárselos a nuestros alumnos, son muchísimos los recursos que podemos encontrar en este idioma, incluyendo revistas de divulgación científica *específicamente* dirigidas a niños, adolescentes y educadores, algo que, por desgracia, no he podido encontrar en español.

*ChemMatters*²⁶ es una revista trimestral publicada por la asociación americana de profesores de química (America Association of Chemistry Teachers, AACT), la cual surgió en 2009 como una iniciativa de la Sociedad Americana de Químicos (American Society of Chemistry, ACS). Esta revista se publica cuatro veces al año con el objetivo de proporcionar a los docentes material y recursos para que sus estudiantes puedan conectar los contenidos estudiados en clase de química con el mundo a su alrededor. Los artículos incluidos en la revista se presentan con una estética colorida y llamativa y tienen entre 1-4 páginas, incluyendo muchas ilustraciones y diagramas. Los contenidos, ideales para estudiantes de entre 14-18 años, giran en torno a diferentes temas, siendo el Cambio Climático, la contaminación y la sostenibilidad algunos de los temas más recurrentes. En lo que respecta a los artículos, están escritos por escritores especializados en contenidos científicos, a menudo a partir de artículos publicados en algunas de las revistas de ACS, por lo que se trata de textos fiables y bien referenciados. En atención a la gran cantidad de estudiantes hispanohablantes en Estados Unidos, parte de los artículos se publican también traducidos al español. Aunque no son traducciones muy buenas y es necesario revisarlas y corregirlas antes de poder llevarlas a clase, el poder partir de un texto ya traducido simplifica el trabajo. Hago notar que no todos los artículos son abiertos, pero hay un número nada desdeñable de artículos que sí lo son, de entre los cuales he seleccionado seis para este trabajo.

*Science in School*²⁷ es una revista online de divulgación científica dirigida a maestros y profesores de ciencias creada por el EIROforum (European Intergovernmental Research Organisation fórum), que combina la experiencia y recursos de ocho organizaciones intergubernamentales europeas dedicadas a la investigación: el CERN, la ESA, EMBL (European Molecular Biology Laboratory), ESO (European Southern Observatory), ESRF (European Synchrotron Radiation Facility), EUROfusion, European XFEL (European X-Ray Free-Electron Laser Facility) y ILL (Institute Laue-Langevin). Con esta revista, el EIROforum pretende apoyar la educación científica en Europa proporcionando a los docentes un amplio elenco de recursos y materiales educativos. Entre estos recursos se encuentran numerosos artículos de carácter divulgativo escritos por expertos para que puedan ser leídos por estudiantes de diferentes franjas de edades sin necesidad de adaptar los contenidos. Estos artículos pretenden acercar a los estudiantes las últimas novedades en investigación en un gran número de áreas, incluyendo física y química. En este caso, todos los artículos son gratuitos y accesibles sin necesidad de registrarse. Al tratarse de una colaboración europea, parte de los artículos están traducidos a otros idiomas, entre ellos el español, si bien al igual que en ChemMatters, no siempre son unas traducciones muy buenas y hay que asegurarse de revisarlas y corregirlas antes de dárselas a los alumnos. Es, en cualquier caso, una excelente fuente de la que seleccionar artículos científicos para nuestros

alumnos, siempre que no nos importe traducirlos. Otra ventaja es que los artículos de la sección *Understand Article* incluyen numerosas explicaciones con el fin de describir fenómenos y aclarar conceptos mencionados en el artículo, así como una ficha con la sinopsis del artículo y las cuestiones que plantea, que puede servir al docente de guía para analizar el artículo con sus alumnos.

Science News for Students²⁸: Esta revista online estadounidense surgió en 2003 como una iniciativa de la *Society for Science*, y desde entonces se ha labrado una merecida fama por sus artículos escritos para estudiantes de instituto contando las últimas novedades en investigación en todas las áreas STEM. Junto con estos artículos cortos de publicación casi diaria se encuentran también otros más largos explicando en detalle un tema en concreto, y muchos otros recursos para alumnos y docentes. Los editores de la revista aclaran que a la hora de redactar sus artículos eligen un vocabulario y una estructura gramatical especialmente adecuada para alumnos de entre 9 y 14 años, pero en verdad muchos de los artículos son perfectamente adecuados para alumnos más mayores, en función de la temática. Muchos de los artículos vienen acompañados por una puntuación numérica señalando el nivel de dificultad.

La Agencia Espacial Europea (ESA)²⁹ **y *la norteamericana (NASA)***³⁰ ponen a disposición de los docentes una serie de recursos educativos en sus respectivas páginas web. En ambos casos, es posible encontrar recursos en castellano, aunque no todos, y de nuevo hay que revisar las traducciones. En este caso, no se trata de artículos de investigación que podamos llevar directamente a clase, sino más bien de recursos para conseguir información adicional o complementaria sobre los temas tratados en los artículos. En mi caso, por ejemplo, he combinado recursos de ambas páginas para confeccionar una hoja-resumen explicando los tipos de órbitas en las que se pueden encontrar los satélites artificiales (ver Actividad 3 en sección 4.5.1). Más allá de los recursos dirigidos a los docentes, se trata de unas fuentes interesantes para dar a conocer a los alumnos. Por otra parte, ambas agencias tienen también secciones dedicadas a la divulgación de los proyectos y programas en que trabajan³¹. Estos artículos, aunque no estén dirigidos al público joven y sean a menudo bastante largos, son también buenos candidatos para llevarlos a clase y trabajar con los alumnos.

Science X es una excelente página web para mantenerse al día de las últimas novedades en química, medicina y otras áreas científicas, pues cada hora se publican varias noticias comentando artículos de revistas científicas especializadas recién publicados. Es demasiado técnica como para usar directamente sus artículos en clase, pero es una buena herramienta para el docente que quiera mantenerse al día de los últimos descubrimientos y avances en investigación.

Las fuentes anteriormente mencionadas ofrecen distintas restricciones a la hora de permitir utilizar sus artículos dependiendo de si se trata de una revista de pago o una plataforma web sin ánimo de lucro, pero en general se entiende que mientras se utilicen con fines educativos referenciando siempre la fuente original y no se hagan disponibles a través de Internet, no se estaría cometiendo ninguna infracción.

4. PROPUESTA PRÁCTICA

4.1. Contextualización

Para la elaboración de esta propuesta se ha supuesto una clase de primero de Bachillerato de 24 alumnos. Los siguientes apartados han sido redactados conforme al RD 1105/2014, que establece el currículo básico del Bachillerato a nivel nacional, y la Orden EDU/363/15, de 4 de mayo, que establece dicho currículo para Castilla y León, todo ello dentro del marco de la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE, 2013).

4.2. Objetivos

4.2.1 Objetivos de etapa

El ciclo de Bachillerato, de carácter voluntario, tiene como finalidad consolidar la madurez intelectual y emocional de los alumnos y proporcionarles la formación práctica y teórica necesaria para que, al finalizar esta etapa, estén en posición de incorporarse a la sociedad como ciudadanos responsables e independientes, capacitados tanto para incorporarse al mercado laboral como para acceder a estudios superiores. Los llamados *objetivos de etapa* recogen todo esto de manera general, sin entrar en los objetivos particulares de cada asignatura. En mayor detalle, estos objetivos serían:

- Desarrollar las capacidades que permitan a los alumnos convertirse en ciudadanos responsables y democráticos, capaces de pensar por sí mismos y de tomar sus propias decisiones desde la información y el conocimiento.
- Consolidar su madurez personal y social y desarrollar su espíritu crítico.
- Fomentar la igualdad entre hombres y mujeres, así como el respecto a las diferentes etnias, creencias y culturas y a las personas con discapacidades.
- Consolidar los hábitos de lectura, estudio, organización y disciplina.
- Dominar la lengua castellana, tanto escrita como hablada, haciendo uso de un vocabulario apropiado.
- Saber manejarse con criterio y responsabilidad en las TIC.
- Potenciar capacidades y actitudes tales como la creatividad, la colaboración, el espíritu de equipo, la flexibilidad y la iniciativa.
- Afianzar la sensibilidad y el respeto por el medio ambiente.
- Haber adquirido un conocimiento teórico y práctico suficiente para enfrentarse a la vida y poder realizar satisfactoriamente una profesión y/o acceder a estudios superiores.

4.2.2. Objetivos de la asignatura

A los objetivos generales anteriormente mencionados se suman los siguientes, específicos de la asignatura de Física y Química de 1º Bachillerato:

- Alcanzar los estándares de aprendizaje marcados por la Orden EDU/363/15, de 4 de mayo, para cada una de las unidades didácticas de esta asignatura.
- Promover el desarrollo de las distintas competencias clave recomendadas desde la Unión Europea (Orden ECD/65/2015, de 21 de enero).
- Proporcionar a los alumnos una base adecuada para cursar las asignaturas de ámbito científico de 2º Bachillerato.
- Fomentar el interés por la ciencia y conseguir que el alumno valore su importancia para la sociedad.
- Fomentar la sensibilización y el respeto hacia el medio ambiente.
- Adquirir una terminología científica y ser capaz de emplearla para explicar fenómenos y situaciones de la vida cotidiana relacionados con la Física y Química.

4.2.3. Objetivos específicos de esta propuesta

- Valorar la importancia de la investigación en la Física y la Química para la mejora de nuestra calidad de vida, la búsqueda de soluciones a problemas socioeconómicos y medioambientales y el desarrollo de una sociedad justa y sostenible.
- Valorar la importancia de estar informados en los temas de contenido científico de actualidad, por sus repercusiones en la vida cotidiana.
- Desarrollar un interés genuino en la investigación científica y en la lectura de artículos de divulgación científica.
- Desarrollar una actitud crítica hacia las fuentes de información que pueden encontrarse en Internet en relación con temas científicos.
- Saber reconocer algunas páginas web, blogs, revistas de divulgación, etc., que ofrecen información fiable sobre los temas de actualidad en física y química
- Aprender a extraer y resumir la información clave de un texto de divulgación científica y ser capaz de exponerla a sus compañeros con sus propias palabras.
- Desarrollar habilidades de trabajo en equipo.
- Aprender a expresar y defender su opinión personal sobre un tema desde la argumentación y de manera educada, respetando las opiniones de sus compañeros.

4.3 Metodología

La metodología tradicional se centra generalmente en la transmisión de contenidos combinando la explicación de conceptos y la aplicación de los mismos a la resolución de ejercicios y problemas. Aunque efectiva para abarcar una gran cantidad de contenidos a lo largo del curso escolar, esta metodología tiende a generar una desconexión entre los contenidos y sus aplicaciones en la vida real. En oposición a esta metodología, en los últimos años se ha hablado mucho del aprendizaje en contexto como estrategia para enseñar contenidos científicos desde su aplicación a una situación de la vida cotidiana, que se usa como estructura central para el proceso de enseñanza-aprendizaje³². Algunas de las formas en las que se plantea ponerlo en práctica son el aprendizaje por proyectos y el aprendizaje basado en la resolución de problemas. Aunque diferentes, ambos métodos se basan en la introducción gradual de los contenidos a medida que se necesitan para examinar una situación real o resolver un problema, respectivamente. La propuesta que se plantea en este trabajo de fin de máster es también un tipo de aprendizaje en contexto: cada artículo plantea un problema real que da pie a introducir conceptos químicos y/o físicos nuevos mientras se describen y argumentan diferentes estrategias para resolver ese problema.

A continuación, se describen los elementos metodológicos clave que se van a utilizar en este trabajo:

- **Textos científicos como herramienta de trabajo**

Como se ha explicado ya en los apartados anteriores, la herramienta de trabajo principal para esta propuesta son textos científicos, en concreto artículos de divulgación científica. Cada texto irá acompañado de una hoja de preguntas con el objetivo de ayudar a los alumnos a extraer la información más destacada del texto y que incluirá así mismo preguntas de ampliación o de reflexión en función del texto y la temática.

- **Trabajo en grupo**

Habitualmente, las actividades en las que los alumnos deben trabajar con textos se suelen hacer de manera individual para que cada alumno pueda trabajar su comprensión lectora y ponga en práctica diferentes estrategias para extraer la información requerida. Sin embargo, en este trabajo el objetivo principal es conseguir que los alumnos se interesen por el contenido de los textos y puedan comentarlo con sus compañeros, por lo que se prefiere recurrir al trabajo cooperativo. Para ello, se propone dividir a los alumnos en grupos de cuatro y dar una copia del mismo artículo a cada miembro del grupo, de manera que lo lean primero individualmente, pero contesten juntos a las preguntas del cuestionario. Como se verá más adelante, las preguntas preparadas para cada texto han sido escogidas cuidadosamente para ayudarles a quedarse con las ideas clave del texto, por un lado, y resaltar aquellos aspectos más controvertidos por otro. Se espera que al tener que

contestarlas juntos, se vaya produciendo ya un intercambio de ideas y opiniones interno, que servirá a su vez de preparación para el momento en el que cada grupo exponga al resto de la clase el texto que les ha tocado y se abra el coloquio.

- **Exposiciones orales**

Desde las instituciones educativas nacionales³³ y europeas se insiste mucho en la necesidad de trabajar la competencia lingüística de manera transversal en todas las asignaturas del currículum de Secundaria y Bachillerato. Esta competencia lingüística implica conseguir que el alumno desarrolle sus capacidades de expresión y comprensión de manera escrita y oral, habilidades clave para ocupar un lugar en la sociedad como ciudadano participativo, democrático y responsable y para la realización de prácticamente cualquier actividad profesional. Sin embargo, en la práctica, la expresión y la comprensión oral se trabajan mucho menos que sus equivalentes escritas. En tanto que el principal método de evaluación son los exámenes escritos, el docente tiende a centrarse exclusivamente en esa componente, relegando el desarrollo de la expresión oral por parte de los estudiantes a un segundo plano. Esto ocurre especialmente en la asignatura de Física y Química, donde una buena parte del tiempo de clase se dedica a la resolución de problemas. La práctica común es dejar que el alumno que salga a la pizarra se limite a realizar el ejercicio en silencio mientras los demás contrastan con el suyo, pero rara es la ocasión en la que se le pide que explique en voz alta lo que está haciendo. La extensa cantidad de contenidos y la priorización de su aplicación a la resolución de problemas hace que rara vez se permita a los alumnos que expongan en clase los trabajos escritos que ocasionalmente se les manda, cuando hacer exposiciones orales es una herramienta excelente tanto para desarrollar la capacidad de expresión oral como para el desarrollo personal del alumno. Una buena exposición, por breve que sea, requiere una preparación de lo que se quiere decir y *cómo* se quiere decir. La exposición de un artículo de divulgación científica requiere primero un análisis del texto en busca de la información clave, que se prepara mediante un guion. Es importante sintetizar los contenidos todo lo posible y organizarlos de manera coherente. En una exposición en grupo como la que se plantea aquí, se añaden varias dificultades: la necesidad de dividir en cuatro partes la exposición distribuyendo los contenidos de manera coherente y equitativa y la necesidad de escuchar a los compañeros durante la exposición para asegurarse de no repetirse o contradecirse.

- **Coloquio**

En este trabajo se utiliza el término coloquio para referirse a la discusión colectiva a nivel de toda la clase planificada para tener lugar a continuación de las exposiciones. Se trata de una herramienta metodológica rara vez usada en el aula de Física y Química, pero que sin embargo es

inherente al desarrollo de la Ciencia. Desde siempre, los científicos han tenido la necesidad de comentar sus teorías y resultados con otros científicos, como sabemos gracias al registro escrito que nos han dejado científicos como Newton o Darwin³⁴. A día de hoy, en una era en la que los descubrimientos científicos ya no son fruto del trabajo de una gran mente brillante sino de la unión de muchas mentes trabajando en equipo, el intercambio de opiniones entre los miembros de la comunidad científica es más necesario que nunca. La transversalidad de los proyectos científicos y tecnológicos hace sencillamente imposible su desarrollo sin la colaboración entre investigadores especializados en diferentes áreas. Este intercambio de opiniones no es exclusivo entre los colaboradores que trabajan juntos en un proyecto; el objetivo principal de las conferencias es precisamente dar pie a que científicos que trabajan en proyectos diferentes puedan opinar sobre aquello en lo que están trabajando otros. La habilidad de exponer a otros nuestras opiniones e ideas y ser capaces de defenderlas desde la argumentación es cada vez más importante en nuestra sociedad, pero apenas se trabaja en el instituto. Mi experiencia en el Prácticum me ha mostrado que los alumnos de Bachillerato tienen serios problemas a la hora de expresar su opinión en clase, debido, entre otras cosas, al miedo a decir algo incorrecto y a la falta de costumbre de hablar en público. Creo que introducir pequeños coloquios en el aula como los que se proponen en este trabajo es importante para ayudarles a perder ese miedo y a coger confianza en sí mismos, dos elementos clave para su futuro tanto profesional como personal. Por todos estos motivos, he introducido esta herramienta en todas las actividades, en la idea de que el docente actúe de moderador y vaya guiando la conversación para ayudar a que esta fluya.

En definitiva, en esta propuesta se opta por una metodología en contexto altamente participativa en la que el alumno es el protagonista y donde se potencian el trabajo en equipo, el pensamiento crítico y el intercambio de opiniones.

4.4 Contenidos y competencias

4.4.1 Contenidos

A continuación, se organizan los contenidos de la asignatura en unidades didácticas, respetando los bloques establecidos en la Orden EDU/363/15, de 4 de mayo. La asignatura ha sido organizada de manera que se empieza por los contenidos de Química y a la mitad del segundo trimestre se cambia a Física.

- **BLOQUE 1: LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA**

Los contenidos de este bloque (El método científico, la actividad científica, el sistema internacional de Unidades, transformación de unidades, dimensiones, análisis dimensional, notación científica y uso de cifras significativas), se trabajan de manera transversal a lo largo de las unidades didácticas mediante la realización de experimentos de laboratorio, actividades de repaso, etc., no dedicándoseles una unidad didáctica específica. Antes de comenzar con la parte de Física, se dedicará una sesión específicamente al repaso de unidades de medida.

- **BLOQUE 2: ASPECTOS CUANTITATIVOS DE LA QUÍMICA**

- **UD 1: LEYES FUNDAMENTALES DE LA QUÍMICA**

- a) Leyes ponderales
 - b) Teoría atómica de Dalton
 - c) Leyes volumétricas
 - d) Cantidad de sustancia

- **UD 2: LOS GASES**

- a) Los gases
 - b) Cálculos con fórmulas de un compuesto
 - c) Espectrógrafo de masas e identificación de isótopos
 - d) Identificación de elementos y compuestos químicos

- **UD 3: DISOLUCIONES**

- a) Tipos de mezclas
 - b) Características de las disoluciones
 - c) Concentración de una disolución
 - d) Preparación de una disolución
 - e) Solubilidad
 - f) Propiedades coligativas de las disoluciones

- **BLOQUE 3: REACCIONES QUÍMICAS**

Repaso de formulación y nomenclatura inorgánica

UD 4: LAS REACCIONES QUÍMICAS

- a) Reacciones y ecuaciones químicas
- b) Tipos de reacciones químicas
- c) Cálculos estequiométricos
- d) Reacciones químicas importantes

UD 5: QUÍMICA INDUSTRIAL

- a) El amoníaco
- b) El ácido nítrico
- c) El ácido sulfúrico
- d) El ácido clorhídrico
- e) La sosa cáustica
- f) La industria farmacéutica. Nuevos materiales.
- g) Metalurgia y siderurgia

- **BLOQUE 4: TRANSFORMACIONES ENERGÉTICAS Y ESPONTANEIDAD DE LAS REACCIONES QUÍMICAS**

UD 6: TERMODINÁMICA

- a) Sistemas y variables termodinámicas
- b) Primer principio de la termodinámica
- c) Intercambios energéticos de las reacciones químicas
- d) Segundo principio de la termodinámica
- e) Energía libre de Gibbs
- f) Espontaneidad de las reacciones químicas

- **BLOQUE 5: QUÍMICA DEL CARBONO**

UD 7: LA QUÍMICA DEL CARBONO

- a) Introducción a la química del carbono
- b) Hidrocarburos
- c) Halogenuros de alquilo
- d) Grupos funcionales y series homólogas

- e) Compuestos oxigenados
- f) Compuestos nitrogenados
- g) Isomería

UD 8: Petroquímica y nuevos materiales derivados del carbono

- a) El petróleo y sus derivados
- b) El gas natural
- c) Consecuencias ambientales del uso de combustibles fósiles
- d) Los materiales poliméricos
- e) Formas alotrópicas del carbono y nuevos materiales

• **BLOQUE 6: CINEMÁTICA**

UD 9: El movimiento

- a) Descripción del movimiento
- b) Velocidad
- c) Aceleración
- d) Componentes intrínsecas de la aceleración

UD 10: Estudio de los movimientos

- a) Movimientos rectilíneos
- b) Composición de movimientos
- c) Movimientos circulares

• **BLOQUE 7: DINÁMICA**

UD 11: Las leyes de la dinámica

- a) Concepto de fuerza
- b) Primer principio de la dinámica
- c) Segundo principio de la dinámica
- d) Tercer principio de la dinámica
- e) Conservación del momento lineal
- f) Momento angular de una partícula

UD 12: Estudio de situaciones dinámicas

- a) Leyes de Kepler sobre el movimiento planetario
- b) La interacción gravitatoria
- c) La interacción electrostática
- d) Fuerzas de rozamiento
- e) Movimientos de rozamiento bajo la acción de fuerzas constantes
- f) Cálculo de tensiones
- g) Dinámica del movimiento circular
- h) Fuerzas elásticas

• **BLOQUE 8: ENERGÍA**

UD 13: Energía mecánica y trabajo

- a) Energía
- b) Trabajo
- c) Energía mecánica
- d) El trabajo como forma de transferencia de energía mecánica
- e) Conservación y disipación de la energía mecánica
- f) Sistemas conservativos. Concepto de potencial.
- g) Potencia mecánica

UD 14: El movimiento armónico

- a) El movimiento armónico simple
- b) Cinemática del movimiento armónico simple
- c) Dinámica del movimiento armónico simple: el oscilador armónico
- d) Aspectos energéticos de un oscilador armónico

UD 15: Corriente eléctrica

- a) Conductores y aislantes
- b) Corriente eléctrica
- c) Generadores y receptores de corriente eléctrica
- d) Ley de Ohm y resistencia eléctrica
- e) Instrumentos de medida
- f) Circuitos eléctricos

- g) Aspectos energéticos de los circuitos eléctricos
- h) Producción y distribución de la energía eléctrica

4.4.2 Competencias

Dentro del contexto educativo se define como competencia la capacidad del alumno para poner en práctica los conocimientos, habilidades y actitudes adquiridos. La LOMCE divide las competencias en siete tipos: comunicación lingüística (CCLI), competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT), competencia digital (CD), aprender a aprender (CAA), competencias sociales y cívicas (CSC), sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SIEE) y conciencia y expresiones culturales (CEC). A continuación, se explica en detalle cada una de las competencias que se pretenden trabajar en esta propuesta didáctica:

- **Competencia en comunicación lingüística:**

El eje central de esta propuesta es el trabajo con artículos de divulgación científica, mediante los cuales los alumnos trabajarán las habilidades de comprensión escrita (leyendo su texto), expresión escrita (redactando las respuestas a las preguntas de la hoja de cuestiones incluida con el texto), expresión oral (exponiendo y participando en las discusiones internas del grupo y la tertulia posterior) y comprensión oral (escuchando a sus compañeros). La variedad de los artículos escogidos tanto en temas como en las fuentes los hace especialmente idóneos para aprender el lenguaje científico en contexto y desarrollar una terminología científica.

- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT):**

La propuesta aborda un amplio elenco de temas de investigación científica y tecnológica, por lo que resulta especialmente apropiada para trabajar esta competencia. Algunos de los artículos incluyen gráficas y diagramas o proporcionan cifras para reforzar sus explicaciones y argumentos, permitiendo a los alumnos ver su uso en contexto.

- **Competencia digital:**

Esta competencia está presente en toda la propuesta a través de los vídeos y simulaciones incluidos en algunos de los artículos y otros buscados por el profesor para complementarlos cuando sea necesario. Todos los textos incluirán los datos de la fuente de la que se han sacado y un enlace con el objetivo de que los alumnos que quieran puedan acceder a ella y leer por su cuenta otros artículos similares. Esta competencia se trabaja especialmente en la Actividad 4, dedicada a la desinformación y el uso crítico de las fuentes de información disponibles en Internet.

- **Competencia de aprender a aprender (o mejor, cómo aprender):**

Como se ha explicado ya en la sección de Metodología, al leer los artículos, los alumnos adquieren nuevos conocimientos de una manera diferente a como lo hacen habitualmente en clase, partiendo de un problema real que da pie a introducir conceptos químicos y/o físicos mientras se argumentan diferentes estrategias para resolverlo. Otro elemento clave de estos artículos es su *transversalidad*: al trabajar con ellos, los alumnos tienen la oportunidad de ver cómo la ciencia y la tecnología avanzan mano a mano, con ingenieros y científicos de diferentes especialidades trabajando juntos para poder resolver los grandes problemas a los que se enfrenta la humanidad y crear nuevos inventos. Los contenidos del currículum se imparten de una manera lógica y ordenada organizándolos en asignaturas, bloques y temas, pero es a través de este tipo de actividades cuando los alumnos los pueden ver conectados entre sí y en contexto.

- **Competencias sociales y cívicas:**

Esta competencia está muy presente en esta propuesta, que apuesta por el trabajo en grupo y el intercambio de ideas entre todos los alumnos de la clase. El contenido de los propios artículos está en muchos casos relacionado con esta competencia, especialmente aquellos relacionados con el medioambiente y la sostenibilidad.

- **Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor:**

Leyendo artículos de divulgación científica, los alumnos pueden ver por sí mismos cómo la ciencia evoluciona gracias a la capacidad del ser humano para hacerse preguntas y cuestionarse el conocimiento existente, observando la naturaleza y planteando experimentos e invenciones para imitarla e incluso superarla. Cada descubrimiento científico lleva al planteamiento de nuevas preguntas y problemas, posibilitando así el progreso y la innovación, siempre desde la argumentación y el razonamiento.

- **Conciencia y expresiones culturales:**

La ciencia y la cultura han estado siempre ligadas: en los cuadros y otras expresiones artísticas se observan elementos científicos; el desarrollo de la ciencia estimula la imaginación de filósofos y escritores; la producción artística y cultural va ligada al contexto científico-tecnológico del momento. Separar ciencia y cultura resulta por tanto ridículo, pues tan importante es tener unas nociones básicas de arte e historia como de física o biología. En esta propuesta, el objetivo principal es que los alumnos aprendan a apreciar las aportaciones a la sociedad que los científicos han hecho y siguen haciendo cada día con sus descubrimientos.

4.4.3 Distribución y secuenciación de los contenidos

En este apartado se plantea una posible distribución de los contenidos a lo largo del curso escolar. Para ello, se ha utilizado el calendario escolar en Castilla y León para el curso 2021-2022, según el cual el curso de primero de Bachillerato dura 33 semanas. La asignatura de Física y Química de primero de Bachillerato tiene asignadas cuatro horas semanales, lo que deja aproximadamente 132 sesiones de clase para esta asignatura. De estas 132 sesiones, se reparten 120 entre las unidades didácticas tal y como se recoge en la Tabla 1:

Tabla 1: Distribución y secuenciación de los contenidos.

UNIDAD DIDÁCTICA	TEMPORALIZACIÓN	EVALUACIÓN
UD 1: Leyes fundamentales de la química	6 sesiones	1 ^a
UD 2: Los gases	6 sesiones	1 ^a
UD 3: Las disoluciones	9 sesiones	1 ^a
Repaso de Formulación Inorgánica	4 sesiones	1 ^a
UD 4: Las reacciones químicas	9 sesiones	1 ^a
UD 5: Química Industrial	5 sesiones	1 ^a
TOTAL 1^a EVALUACIÓN	39 sesiones	1^a
UD 6: Termodinámica	9 sesiones	2 ^a
UD 7: La química del carbono	9 sesiones	2 ^a
UD 8: Petroquímica y nuevos materiales derivados del carbono	6 sesiones	2 ^a
Repaso de magnitudes y unidades físicas	1 sesión	2 ^a
UD 9: El movimiento	9 sesiones	2 ^a
UD 10: Movimientos en una y dos dimensiones	9 sesiones	2 ^a
TOTAL 2^a EVALUACIÓN	43 sesiones	2^a
UD 11: Las leyes de la dinámica	8 sesiones	3 ^a
UD 12: Estudio de situaciones dinámicas	10 sesiones	3 ^a
UD 13: Energía mecánica y trabajo	9 sesiones	3 ^a
UD 14: El movimiento armónico	6 sesiones	3 ^a
UD 15: Corriente eléctrica	6 sesiones	3 ^a
TOTAL 3^a EVALUACIÓN	38 sesiones	3^a
TOTAL	120 sesiones	

De las 12 sesiones restantes, 7 se reservan para la realización de las actividades de esta propuesta, quedando 5 para hacer recuperaciones o por si coincide con algún día festivo.

4.5 Propuesta de actividades y temporalización

En esta sección, se describen las actividades que se proponen en el presente trabajo para la aplicación de esta propuesta en un curso académico de 1º Bachillerato de Física y Química.

4.5.1 Actividades con textos científicos

Las actividades 1, 2 y 3, que constituyen el eje central de esta propuesta, siguen todas el mismo esquema:



Ilustración 1: Esquema de las actividades 1,2 y 3.

A continuación, se explica cada una de las tareas de la actividad paso a paso:

Tarea 1: Lectura y análisis de un texto (primera sesión)

Cada grupo recibirá cuatro copias (una por alumno) de un mismo texto, diferente al del resto de grupos, junto con una hoja con preguntas que deberán responder entre todos tras haberlo leído. El objetivo de las preguntas es servir de guía para que los alumnos extraigan la información del texto, haciéndoles reunir, por ejemplo, todos los argumentos ofrecidos en el artículo a favor o en contra

de una práctica o haciéndoles fijarse en determinados aspectos del texto para facilitar su comprensión. Dependiendo del tema y el artículo, se incluirán también preguntas de ampliación que requieran la búsqueda de información adicional de carácter puntual o la consulta de otros recursos facilitados por el docente. Cada hoja de preguntas incluirá una pregunta que no se pueda responder con el contenido del texto que les ha tocado, sino con el de uno de los otros grupos, siendo por tanto un incentivo para que escuchen con atención las exposiciones de sus compañeros. La lectura de los textos y la compleción de la hoja se realizará en clase, para asegurarse de que todos los miembros del grupo participan. El profesor pondrá a disposición de los alumnos el ordenador de la clase para que puedan visualizar los vídeos que acompañan a algunos de los textos y puedan buscar la información adicional necesaria. La hoja de preguntas será recogida al final de la sesión, aunque se les devolverá al principio de la segunda para que puedan responder a la pregunta que les falta durante las exposiciones.

Tarea 2: Preparación de la exposición (comienza al final de la sesión 1 y sigue en casa)

Cada grupo deberá preparar una breve exposición (no más de 5 minutos) para explicar a sus compañeros el texto que les ha tocado. Se trata de una exposición meramente verbal, sin diapositivas ni infogramas, por lo que simplemente deberán preparar entre todos un breve guion con las ideas principales y distribuir la exposición entre los cuatro miembros del grupo.

Tarea 3: Exposiciones y coloquio (segunda sesión)

En la segunda sesión, cada grupo expondrá brevemente a sus compañeros el texto que les ha tocado, momento que aprovecharán todos los grupos para tratar de contestar a la pregunta que les falta. Durante su exposición, se proyectará el texto que les ha tocado para mostrar a los compañeros las imágenes, esquemas, vídeos, etc., que lo acompañen. Una vez que todos los grupos hayan expuesto su texto, se abrirá un coloquio sobre el tema principal en el que se buscará la participación de todos los alumnos aprovechando su distribución en equipos.

Tarea 4: Cuestionario final de carácter individual

En los últimos cinco minutos de la clase se pasará un cuestionario rápido tipo test de carácter individual sobre las ideas generales de todos los textos.

A continuación, se describen el tema y la estrategia propuesta para cada una de las actividades, así como los textos que se han escogido:

Actividad 1: Nuevos Materiales

Para el primer trimestre, el tema propuesto es el de Nuevos Materiales. Se ha escogido este tema por varios motivos: el primero, porque se ajusta muy bien a los contenidos y estándares de aprendizaje del curso, destacando “Analizar la importancia y la necesidad de la investigación científica aplicada al desarrollo de nuevos materiales y su repercusión en la calidad de vida a partir de fuentes de información científica”. Al mismo tiempo, se trata de un tema llamativo, perfecto para captar la atención de los alumnos y despertar su interés en la investigación. Tras revisar varios libros de texto, he comprobado que habitualmente los únicos materiales de los que se habla en este curso son el grafeno, los fullerenos, los nanotubos de carbono y los polímeros. El mundo de los nuevos materiales tiene sin embargo mucho más que ofrecer, pues de ninguna manera se reducen solo a los derivados del carbono, a lo que se añade que no se trata solo de crear nuevos materiales, sino también de modificar los ya existentes. Como el objetivo principal de estas actividades es hacer ver a los alumnos la importancia de la investigación, en vez de intentar buscar ejemplos de las familias de materiales más importantes, he optado por elegir artículos en los que el eje central fueran las aplicaciones.

Los artículos seleccionados son los siguientes:

Grupo 1: Traducción del artículo: Crystalline nets harvest water from desert air, turn carbon dioxide into liquid fuel (Una red cristalina que cosecha agua del aire en el desierto y convierte el dióxido de carbono en un combustible líquido), de la revista *Science*.³⁵

En este artículo se habla de un tipo de compuestos que están siendo usados para construir dispositivos capaces de absorber vapor de agua del aire del desierto y producir agua: los MOFs (metal-organic-framework). En el artículo se explica la motivación del científico detrás de esta idea y los pasos que su equipo ha ido dando en el laboratorio hasta llegar a un dispositivo comerciable.

Grupo 2: Traducción del artículo: Cool Jobs: Repellent Chemistry (Trabajos guays: química repelente), de *News for Students*.³⁶

Este artículo constituye un excelente ejemplo de materiales inspirados en la naturaleza, en este caso, de las hojas de loto y sus increíbles propiedades para repeler el agua. Aquí se nos plantea cómo a partir de un fenómeno observado en la naturaleza, los científicos reflexionan sobre las aplicaciones que podría tener en la vida cotidiana y buscan nuevas técnicas y materiales capaces de replicarlo. El artículo es un poco largo, así que además de traducirlo tal vez habría que adaptarlo acortándolo. Como se trata de un fenómeno muy “visual”, sería una gran opción acompañarlo de un vídeo explicativo del “efecto loto” para ayudar a captar la atención de los alumnos.

Grupo 3: ¿Pueden los bioplásticos sustituir a los plásticos convencionales? De *The Conversation*.³⁷

Este artículo explica qué se entiende por bioplástico, distinguiendo entre plásticos biodegradables y plásticos biobasados, y hace un análisis breve pero completo de los pros y contras de este tipo de material emergente para sustituir a los plásticos convencionales.

Grupo 4: La madera transparente, energéticamente más eficiente, podría convertirse en alternativa al cristal, de *The Conversation*.³⁸

Este artículo no habla de un nuevo material, sino de un proceso químico para modificar un material existente dándole unas propiedades inusuales que posibiliten su aplicación como ventana.

Grupo 5: Traducción del artículo: Specially coated fabric could turn a shirt into a shield (Tejidos con recubrimientos especiales podrían convertir una camisa en un escudo), de *Science News for Students*.³⁹

Este artículo trata de otra posible aplicación de las estructuras metalorgánicas (MOFs), derivada de su habilidad para atrapar moléculas: la de integrarlos en la ropa para que absorban sustancias tóxicas protegiendo a sus portadores del efecto de las armas químicas.

Grupo 6: Autorreparación de las alas de un avión: ¿Un sueño o una realidad?, de *Science in School*.⁴⁰

En este artículo se propone la introducción de microcápsulas rellenas de monómeros tipo epoxi en el material de las alas de los aviones. De esta manera, en el caso de producirse una fractura, las microcápsulas se romperían liberando el líquido con los monómeros en la grieta, produciéndose automáticamente la polimerización y formándose un recubrimiento protector de resina epoxi sin que fuese necesaria la intervención humana. El artículo incluye explicaciones sobre el proceso de polimerización, siendo un excelente ejemplo de aprendizaje en contexto.

Actividad 2: La Ciencia y el Cambio Climático

Para el segundo trimestre se propone trabajar con temas de investigación relacionados con el medioambiente, la sostenibilidad y el Cambio Climático. De nuevo, se trata de un tema que enlaza con muchos de los contenidos del Currículum, destacando “Reacciones químicas y medio ambiente: efecto invernadero, agujero en la capa de ozono, lluvia ácida. Consecuencias sociales y medioambientales de las reacciones químicas de combustión. Desarrollo y sostenibilidad” y “Aspectos medioambientales de la química del carbono”. Al mismo tiempo, son temas de gran interés para toda la ciudadanía sobre los que es fundamental estar informados. Al contrario que los docentes adultos, los alumnos a los que vamos a dar clase han crecido oyendo hablar del Cambio Climático y la necesidad de reciclar y dejar de usar los combustibles fósiles. Ya conocen los fenómenos del efecto invernadero, la lluvia ácida y el agujero de la capa de ozono, y están mucho más concienciados de la necesidad de reciclar que las generaciones anteriores. Pero, ¿lo saben realmente todo? En esta actividad se pretende ponerles en contacto con algunas de las líneas de investigación actuales en la lucha contra el Cambio Climático de las que se habla mucho menos, con el fin de hacerles ver que es mucho el trabajo que queda por hacer, y mucho lo que tiene que aportar la investigación científica de cara a lograr un futuro sostenible.

Grupo 1: Traducción del artículo: Capturing Carbon (Capturando carbono), de *ChemMatters*.⁴¹

En este artículo se explican diferentes estrategias para capturar dióxido de carbono de la atmósfera. Se trata de un área de investigación fundamental en la lucha contra el Cambio Climático, pues, aunque de ningún modo tienen estas tecnologías el objetivo de eliminar la necesidad de dejar de usar combustibles fósiles, se espera que ayuden a facilitar el camino hacia un mundo sin emisiones de carbono.

Grupo 2: Traducción del artículo: Copying Nature to fight climate change (Copiando a la naturaleza para luchar contra el Cambio Climático), de *ChemMatters*.⁴²

En este artículo se habla de la *fotosíntesis artificial* y su potencial para generar combustibles a partir de energía solar, agua y/o dióxido de carbono. Una tecnología inspirada en la naturaleza que aún tiene un largo camino que recorrer antes de poder usarse en dispositivos a gran escala, pero que constituye una de las grandes áreas donde los científicos tienen puestas sus esperanzas.

Grupo 3: Cómo hacer Moda Sostenible, de *ChemMatters*.⁴³

Este artículo habla del impacto de la industria textil en el medioambiente, centrándose en las dificultades y avances en el reciclaje de textiles. Una fuente de contaminación en la que rara vez nos fijamos, y sobre la que es fundamental concienciar a las nuevas generaciones.

Grupo 4: Poder vacuno: Una solución al Cambio Climático a partir del estiércol, de *ChemMatters*.⁴⁴

En este artículo se habla, por un lado, de la contaminación que genera el ganado vacuno y, por otro, de cómo el estiércol generado por este animal puede emplearse para producir biocombustibles e incluso conseguir energía eléctrica.

Grupo 5: Traducción del artículo: Acidic Seas: How Carbon Dioxide is changing the oceans. (Océanos ácidos: cómo el dióxido de carbono está cambiando los océanos), de *ChemMatters*.⁴⁵

En este artículo se habla de un problema rara vez comentado en los medios: la acidificación que está aconteciendo en los océanos como consecuencia del aumento de dióxido de carbono absorbido, y sus consecuencias en los seres vivos que habitan los océanos.

Grupo 6: Traducción de The dark side of Fireworks (El lado oscuro de los fuegos artificiales), de *Science in School*.⁴⁶

Este artículo explora otra fuente de contaminación ambiental de la que nunca se habla: los fuegos artificiales. Una invención colorida con la que todos disfrutamos, pero, ¿es solo luz y ruido lo que desprenden a la atmósfera?

Basura espacial

Para el tercer trimestre, se propone como tema el de la basura espacial, por tratarse de un tema de gran interés en la actualidad y por estar estrechamente relacionado con los contenidos sobre gravitación. Desde el comienzo de la Conquista Espacial, los restos de las etapas de los cohetes se han ido acumulando alrededor de la Tierra junto con innumerables satélites abandonados de todos los tamaños, a los que se añaden multitud de fragmentos de colisiones. Ni siquiera las maniobras de evasión que han tenido que hacer ya varias veces los astronautas de la ISS o los impactos que se ha llevado el Hubble sirvieron para que el tema fuera atendido debidamente. La llegada de las megaconstelaciones de satélites que SpaceX y otras empresas han empezado a lanzar desde 2019 ha logrado sin embargo hacer sonar por fin la alarma en la comunidad científica al suponer un incremento exponencial de la cantidad de objetos en órbita alrededor de la Tierra y estar modificando nuestra percepción del cielo nocturno. Esta alarma no ha llegado aún a la ciudadanía, que es, sin embargo, la gran consumidora de los productos de SpaceX y el resto de empresas implicadas. Es evidente la necesidad de concienciar a las nuevas generaciones, grandes usuarios de smartphones, tablets y demás dispositivos, de las consecuencias que tiene el despliegue de redes de Internet de banda ancha.

Para abordar este tema, se propone distribuir entre los seis grupos las siguientes lecturas:

Grupo 1: ¿Cuántos objetos hay en órbita? La importancia de proteger el medioambiente espacial. Por Daniel Marín, publicado el 23 de Noviembre de 2021 en el blog Eureka (Naukas)⁴⁷.

En esta entrada del blog Eureka se aportan datos sobre el número de objetos en órbita alrededor de la Tierra atendiendo a su tamaño, origen y la órbita en la que se encuentran, aportando así mismo datos sobre la proporción de objetos que consiste en satélites en activo y analizando los factores por los que el número de objetos en órbita aumenta cada vez más.

Grupo 2: La impactante vida de Hubble rodeado de basura espacial, artículo publicado en la web de la ESA sin autor especificado⁴⁸.

En este artículo se proporciona un ejemplo de una de las numerosas víctimas de la basura espacial y el aumento de objetos en órbita: el telescopio espacial Hubble. En el texto se habla también del desarrollo de tecnologías de “evasión automatizada de colisiones”, dentro del Programa Espacial de la ESA.

Grupo 3: ¿Qué hacemos con la basura espacial?, de *Investigación y Ciencia*.⁴⁹

En este texto se explican los diferentes tipos y orígenes de la basura espacial y el síndrome de Kessler, así como algunas de las medidas y estrategias propuestas para enfrentarse a este problema.

Grupo 4: Un debate global sobre las megaconstelaciones de satélites, de *Investigación y Ciencia*⁵⁰.

En este artículo la autora habla de las megaconstelaciones de satélites y de su potencial impacto en las observaciones astronómicas desde la Tierra, exponiendo algunas de las medidas propuestas para intentar minimizar este problema.

Grupo 5: Consecuencias de la destrucción del Kosmos 1408: ocho claves para entender el problema de la basura espacial, del blog *Eureka (Naukas)*⁵¹.

Este artículo se centra en otro de los mecanismos propuestos para deshacerse de los satélites inservibles: los misiles antisatélite. El autor explica en el texto que los satélites no se pueden *derribar*, sino que se fragmentan en un sinnúmero de pedazos de distintos tamaños que se dispersan contaminando otras órbitas. El peligro que esta práctica supone para los astronautas en las estaciones espaciales y para el resto de satélites se analiza en el texto, así como algunas medidas para no tener que recurrir a esta práctica.

Grupo 6: Tumbas acuáticas: ¿Hacemos bien sepultando naves espaciales en los océanos de la Tierra? Texto traducido por mí del texto original “Watery graves: Should we be ditching big spacecraft over Earth’s oceans?”, de *Space.com*.⁵²

Este artículo habla sobre uno de los principales mecanismos que se viene usando desde que el ser humano empezó a enviar objetos al espacio para deshacerse de los que ya no sirven: dejarlos caer en el océano Pacífico. Es la estrategia que se usó para deshacerse de la MIR y del Skylab, y la que en principio se seguirá para la ISS en 2030. En el texto se analizan los peligros de esta práctica a través de una serie de argumentos en contra y a favor proporcionados por expertos en diferentes áreas.

Cada uno de estos seis artículos enfoca el problema de la basura espacial desde un punto de vista diferente, de manera que, aunque algunas de las informaciones se repitan en varios de los artículos, estos son complementarios. Al discutir todos los artículos en clase se consigue una visión de conjunto mucho más completa y objetiva que si todos los grupos trabajaran con el mismo artículo o cada uno se centrara solo en el suyo, siendo en ese sentido una actividad un poco

diferente a las dos actividades anteriores, en la que, aunque había una temática central, cada texto era independiente.

Junto con el artículo que les haya tocado, cada grupo recibirá además una hoja-resumen con ilustraciones explicando los diferentes tipos de órbitas en las que se encuentran los satélites para ayudarles a situarse. Se propone terminar el debate con un recurso audiovisual de ocho minutos en el que se resumen los contenidos y se muestran algunas de las líneas de investigación en las que está trabajando actualmente la ESA para abordar esta problemática:

ESA Euronews: Los desechos espaciales (<https://www.youtube.com/watch?v=j7XXKHKIBPo>).

El tema es lo suficientemente impactante y —por desgracia— desconocido como para mantener el interés de los alumnos a lo largo de las lecturas, exposiciones y coloquio. No obstante, se reforzará su atención mediante la proyección de los vídeos, simulaciones e imágenes que acompañan a cada uno de los artículos durante las exposiciones.

En las siguientes páginas se proporcionan ejemplos de posibles hojas de preguntas para un texto de cada actividad, así como la hoja-resumen de los tipos de órbitas para la actividad 3. En la siguiente sección, en la que se aborda la estrategia seguida para la evaluación de estas actividades, se incluye también un ejemplo del cuestionario individual tipo test que se entregaría a los alumnos al final de una de las actividades.

TIPOS DE ÓRBITAS

<https://earthobservatory.nasa.gov/features/OrbitsCatalog>

https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2020/03/Low_Earth_orbit

Las órbitas se pueden clasificar en diferentes tipos atendiendo a varios parámetros:

Según la altura:

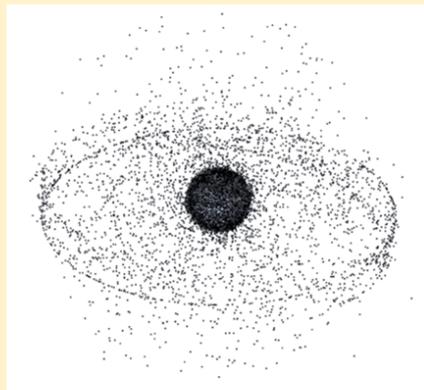
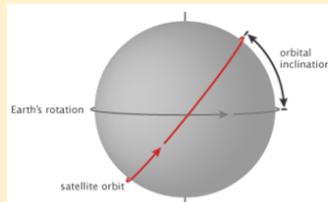
- órbitas bajas (160 – 2000 km)
- órbitas medias (2000 – 35.786 km)
- órbitas altas (≥ 35.786 km)

Según la forma:

- órbitas circulares
- órbitas elípticas

Según la inclinación:

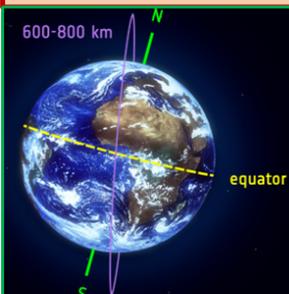
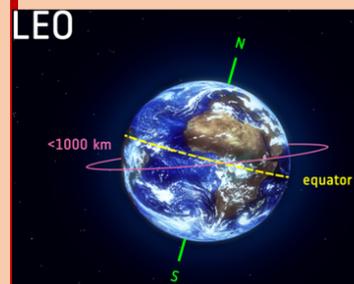
- órbitas ecuatoriales
- órbitas polares
- órbitas inclinada



ÓRBITA BAJA (LEO, de Low Earth Orbit)

Su proximidad a la Tierra las hace idóneas para tomar imágenes terrestres de alta resolución. Los satélites en órbita baja se mueven muy rápido con respecto a la Tierra, de manera que **los vemos pasar por un mismo punto varias veces al día**. La ISS, por ejemplo, se encuentra a unos 400 km sobre la Tierra y tarda 90 minutos en completar una órbita a su alrededor, de manera que cada día la podemos ver pasar 16 veces.

¿Qué objetos se pueden encontrar en esta órbita? Estaciones espaciales, el Hubble y muchísimos otros satélites, incluyendo las megaconstelaciones.



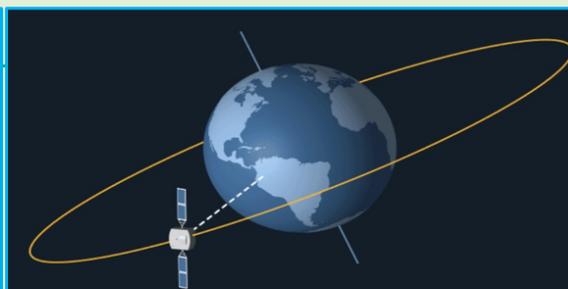
ÓRBITA POLAR

Estos satélites orbitan la Tierra de norte a sur pasando aproximadamente por los polos. Dentro de esta categoría se encuentran las **ÓRBITAS SINCRONIZADAS CON EL SOL (SSO)**. Un satélite en una órbita SSO pasa todos los días por el mismo lugar a la misma hora local, algo muy útil, por ejemplo, para comparar **imágenes locales** y detectar la aparición de anomalías atmosféricas y terrestres. Estos satélites se encuentran habitualmente a una altura de entre **600-800 km**, y sin ellos sería imposible por ejemplo recoger información consistente sobre el Cambio Climático.

SATÉLITES EN ÓRBITA GEOESTACIONARIA

Desde la Tierra, estos satélites se ven siempre en la misma posición del cielo. Esto es debido a que siguen una órbita circular de oeste a este situada en el plano ecuatorial de la Tierra y con un periodo orbital que coincide con el periodo de rotación del planeta. Para ello deben situarse a una altura de **35.786 km**.

¿Qué satélites se pueden encontrar en esta órbita? Satélites de telecomunicaciones y meteorológicos.



¿Sabías que?

- 1) Los objetos en órbita alrededor de la Tierra necesitan ajustar su órbita cada cierto tiempo debido a una combinación de diferentes factores, a los que se añade ahora la necesidad de esquivar basura espacial.
- 2) La inmensa mayoría de satélites se encuentran o bien en órbita baja o en órbita geoestacionaria. En comparación, hay mucho menos satélites en órbitas medias y altas.

Ilustración 2: Hoja-resumen de los tipos de órbitas que se daría a cada grupo de alumnos en la actividad 3. Las imágenes han sido tomadas de los enlaces facilitados en la parte de arriba de la ilustración³³.

Ejemplo de hoja de cuestiones para el texto del grupo 3 de la Actividad 1:

HOJA DE CUESTIONES PARA EL TEXTO:

¿Pueden los bioplásticos sustituir a los plásticos convencionales? *The Conversation*

1) ¿Qué diferencia hay entre un plástico biodegradable y un plástico biobasado? Citad dos ejemplos de cada uno.

2) AMPLIACIÓN: Buscad la estructura química del PLA (ácido poliláctico). ¿Con qué polímero convencional comparte muchas de sus propiedades? ¿A partir de qué materias primas se obtiene?

3) Según los datos del texto, ¿qué porcentaje de la producción total de plásticos anual corresponde a bioplásticos?

4) ¿Qué argumentos dan los autores para justificar que no se pueda aumentar de manera rápida el ritmo de producción de los bioplásticos?

5) AMPLIACIÓN: ¿Habéis oído hablar alguna vez de los plásticos *biocompatibles*? Buscad información sobre ellos y explicad en pocas palabras lo que son. ¿Se os ocurre algún ejemplo de plástico biocompatible que utilicen muchas personas diariamente?

(Las cuestiones en rojo son de ampliación, la azul está relacionada con el texto de otro grupo).

HOJA DE CUESTIONES PARA EL TEXTO:

Poder vacuno: Una solución al Cambio Climático a partir del estiércol, de *ChemMatters*

1) ¿Por qué supone hoy en día la ganadería una gran fuente de contaminación atmosférica?

2) ¿Qué estrategia propone el texto para solucionar el problema?

3) ¿Por qué se considera que quemar biogás es una fuente de energía neutra en carbono?
Explicadlo con vuestras propias palabras.

4) AMPLIACIÓN: Buscad en Internet información sobre alguna otra medida que se haya propuesto para reducir el metano emitido por la ganadería y comparadlas con la del artículo. En vuestra opinión, ¿cuál os parece mejor?

5) AMPLIACIÓN: Además de la contaminación atmosférica debida a las emisiones de metano, ¿qué otro tipo de contaminación ambiental general la ganadería intensiva?

Ejemplo de hoja de cuestiones para el texto del grupo 3 de la Actividad 3:

HOJA DE CUESTIONES PARA EL TEXTO:

¿Qué hacemos con la basura espacial? *Investigación y Ciencia*, 16 Abril 2021.

- 1) ¿Qué es la basura espacial?

- 2) ¿Por qué se prevé que empeore el problema?

- 3) ¿Qué es el síndrome de Kessler?

- 4) ¿Se ha producido ya alguna colisión entre satélites? ¿Cuándo?

- 5) ¿Qué medidas se proponen para solucionar el problema de la basura espacial?

- 6) ¿Cuál es, en opinión del autor, el mayor problema para el desarrollo de tecnologías que permitan eliminar los desechos existentes?

- 7) PREGUNTA EXTRA:** ¿Cómo decidió la NASA deshacerse del Skylab y qué salió mal? (Esta pregunta tiene que ver con el texto de otro grupo).

4.5.2 Actividades contra la desinformación

Las actividades descritas hasta ahora tenían como principal objetivo el de despertar el interés de los alumnos por la investigación científica. Al mismo tiempo, se les ha ido poniendo en contacto con algunas fuentes de información sin hacer hincapié en ellas, para dejar que fueran los propios alumnos los que se fijaran y las curiosearan de manera voluntaria. Ahora que ya se habría logrado despertar su interés por la investigación, es el momento de dirigir deliberadamente su atención hacia las fuentes. En esta última actividad, la actividad 4, se reflexiona con los alumnos sobre la necesidad de mantener una actitud crítica a la hora de leer noticias de ciencia y escoger nuestras fuentes con precaución. Para ello, se ha elegido trabajar con una traducción del artículo *How to read Science News and Spot Misinformation*, de la revista ChemMatters⁵⁴, en el que se comenta el caso de un artículo inventado que se publicó sin ningún tipo de revisión en una revista médica estadounidense y dio lugar a toda una serie de historias y bulos basados en sus contenidos. Este artículo plantea la estrategia de la “lectura lateral”, según la cual el lector debería abrir varias pestañas en su navegador para hacer una búsqueda rápida sobre el autor, la revista y las fuentes a las que hace referencia antes de dar la noticia o el artículo por bueno. Una vez leído el texto, se abrirá un debate con los alumnos preguntándoles si conocen más casos de noticias científicas falsas. Algunos recursos en el caso de que los alumnos no propongan noticias podría ser alguno de los numerosos bulos sobre el COVID que han circulado en los últimos dos años o por ejemplo aquella anécdota relacionada con el CERN en 2011⁵⁵, cuando varios medios de comunicación publicaron que la velocidad de la luz estaba en el punto de mira de la comunidad científica a raíz de los resultados experimentales de un grupo de investigadores del CERN. El siguiente paso es preguntarles qué fuentes creen que son fiables, momento en el que se comprobará si se han ido fijando en las fuentes de las que se han sacado los artículos. Dependiendo del grado de interés que pongan en esta actividad, sería interesante visitar algunas de las fuentes utilizadas y otras que propongan ellos para comentarlas juntos.

Por último, como tarea para realizar a nivel individual en casa, se propone que cada alumno busque un artículo de divulgación científica sobre un tema que le llame la atención y prepare un pequeño resumen del artículo de no más de siete líneas y un breve comentario sobre la fiabilidad del artículo que incluya algunos de los consejos de la “lectura lateral”. Para este pequeño trabajo, es igual de válido que se escoja un artículo poco fiable, siempre y cuando se razone por qué (falta de referencias, autor no experto, etc.).

4.5.3 Temporalización

A continuación, se muestra la distribución sugerida para las actividades de esta propuesta a lo largo del curso:

Tabla 2: Distribución a lo largo del curso de las actividades de esta propuesta.

1ª EVALUACIÓN	2ª EVALUACIÓN	3ª EVALUACIÓN
UD 1: Leyes fundamentales de la química UD 2: Los gases UD 3: Las disoluciones Repaso de la formulación inorgánica UD 4: Las reacciones químicas UD 5: Química e industria	UD 6: Termodinámica UD 7: La química del carbono UD 8: Petroquímica y nuevos materiales UD 9: EL movimiento UD 10: El movimiento en una y dos dimensiones	UD 11: Las leyes de la dinámica UD 12: Estudio de situaciones dinámicas UD 13: Energía mecánica y el trabajo UD 14: El movimiento armónico UD 15: Corriente eléctrica
Actividad 1: Nuevos Materiales (2 sesiones)	Actividad 2: La Ciencia y el Cambio Climático (2 sesiones)	Actividad 3: Basura espacial (2 sesiones) Actividad 4: Desinformación y cultura científica (1 sesión)

4.6. Evaluación

En tanto que las actividades propuestas en este Trabajo Fin de Máster están distribuidas a lo largo del curso, se propone que cuenten como actividad para subir nota en cada una de las evaluaciones, hasta un máximo de 0,5 puntos en la primera y la segunda evaluación, y de 1 punto en la tercera, puesto que se realizan en ella dos actividades. Como el propósito de estas actividades es el de generar interés por la investigación en el alumnado, no se contempla en ningún caso que supongan un impacto negativo en la calificación de la asignatura.

4.6.1 Evaluación de las actividades 1,2 y 3

En estas actividades el eje central ha sido el trabajo en grupo, al que hay que añadir la participación en el coloquio, a nivel individual. Con esto en mente, se propone evaluar cada actividad siguiendo el esquema descrito en la Tabla 3:

Tabla 3: Resumen de cómo se llevará a cabo la evaluación de cada actividad.

EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS
Evaluación del trabajo grupal (50%, 0,25 puntos)	Rúbrica evaluación hoja de preguntas del texto (25%)
	Escala de observación del trabajo colaborativo (25%)
Evaluación del trabajo individual (50%, 0,25 puntos)	Rúbrica evaluación exposición oral (20%)
	Participación en el coloquio (10%)
	Cuestionario final tipo test (10%)
	Autoevaluación (10%)

A continuación, se explica en detalle cada uno de los instrumentos que componen la evaluación:

Rúbrica para la evaluación de la hoja de preguntas asociada a cada texto:

Esta rúbrica sería específica para cada texto, por lo que no se puede proponer un modelo genérico, pero en líneas generales se valoraría:

- a) Si las preguntas se han contestado correctamente
- b) Si las respuestas están bien razonadas
- c) Si los alumnos se han molestado en buscar información adicional, en los casos en los que hay preguntas de ampliación.
- d) Si los alumnos han desarrollado suficientemente su opinión sobre una cuestión, en el caso de que la hoja incluyera cuestiones de reflexión.
- e) Si han contestado suficientemente a la pregunta que implicaba estar atentos a las exposiciones de los compañeros

Escala de observación del trabajo colaborativo:

La siguiente escala de observación se ha preparado tomando como referencia una escala similar sacada de la bibliografía¹ por considerarse muy apropiada para la presente propuesta, añadiéndose o eliminándose los apartados necesarios:

Tabla 4: Escala de observación del trabajo colaborativo.

GRUPO:				
	1 Nunca	2 A veces	3 Frecuentemente	4 Siempre
Existe interés en la tarea				
La comunicación dentro del grupo es fluida				
Resuelven los conflictos por sí mismos				
Controlan el tiempo				
Hacen uso de los recursos adicionales (enlaces a vídeos, material adicional proporcionado por el profesor)				
Existe una participación equilibrada				
Preguntan al profesor				
Se escuchan unos a otros respetando la opinión de todos				
Han preparado la exposición entre todos (se nota que esta sigue una estructura lógica y han extraído la información más importante)				

La calificación obtenida en este apartado es la misma para todos los alumnos, pues se les está evaluando como grupo. A la hora de evaluar un trabajo en grupo de cierta duración y, sobre todo, que se haya llevado a cabo al menos parcialmente fuera del aula, es interesante realizar también una coevaluación para que los alumnos tengan la oportunidad de evaluar el trabajo de sus compañeros. En este caso, sin embargo, al tratarse de actividades cortas y que transcurren en clase, es suficiente con la observación del profesor.

Evaluación de la exposición oral:

Aunque la exposición sea por grupos y, en principio, deberían haberla estructurado y preparado entre todos, es necesario evaluarla de manera individual, ya que es una de las pocas oportunidades a lo largo del curso para poder evaluar esta habilidad. Se ha reservado un apartado en la tabla 4 para evaluar si el grupo ha preparado la exposición en conjunto o si simplemente han dividido el texto en cuatro trozos sin plantearse en qué parte del texto está la información más relevante. Esto se puede ver en parte por observación en la sesión 1 y se pondrá de manifiesto a medida que los alumnos vayan exponiendo y se vea cómo han distribuido el contenido del texto. Para evaluar la exposición de cada alumno, se propone seguir la rúbrica de la Tabla 5, inspirada también en otros TFM ya presentados¹:

Tabla 5: Rúbrica de evaluación de la exposición oral

ALUMNO:				
	1 Excelente	2 Satisfactorio	3 Mejorable	4 No cumplido
Exposición	Expone de manera fluida y con seguridad, sin atascarse y sin necesidad de mirar un guion.	Expone con fluidez y seguridad, pero ha cometido un error o ha tenido que hacer una consulta puntual a un guion.	Expone de manera poco fluida dudando y atascándose.	No sabe de lo que está hablando y el discurso no fluye.
Contenido	Ha sabido sintetizar la información que le ha tocado, quedándose con lo más importante.	Ha dado algún detalle innecesario/ se ha dejado algo importante.	No ha sabido resumir la información que tenía que contar/ ha omitido varios detalles importantes.	Lo que ha contado no era importante; ha omitido la información fundamental.
Tiempo	Tiempo bien calculado	Habla muy rápido para ajustarse al tiempo/ ha tenido que acelerar al final	Se ha quedado corto/ se ha excedido	Casi no ha hablado, o se ha excedido excesivamente en perjuicio de sus compañeros
Expresión oral (claridad, voz y corrección al hablar)	Se expresa con claridad usando un lenguaje y un tono de voz adecuados.	Se expresa bien, pero hace alguna pausa innecesaria. Tono de voz adecuado.	Se expresa bien de vez en cuando, pero hace muchas pausas innecesarias y se aturulla de vez en cuando. El tono de voz no es adecuado.	Expresión oral mejorable. Muchas pausas, se lía al hablar, el tono de voz no es adecuado, cuesta entenderle.
Postura del cuerpo y contacto visual	Establece contacto visual. Gesticula y se le nota seguro.	Establece contacto visual la mayor parte del tiempo, pero a veces se muestra inseguro.	No siempre establece contacto visual. Se le nota inseguro.	No establece contacto visual en ningún momento.

Evaluación de la participación en el coloquio:

Para evaluar la participación de los alumnos en el coloquio, se propone usar la escala de la Tabla 6:

Tabla 6: Escala de observación de la participación en el coloquio

GRUPO:	1 Nunca	2 A veces	3 Frecuentemente	4 Siempre
Participa en la discusión grupal y/o ha hecho preguntas a los compañeros de otros grupos durante las exposiciones				
Respeto su turno y el de sus compañeros				
Se explica con claridad y hace uso de la argumentación				
Hace uso de la terminología científica				
Escucha a sus compañeros y respeta sus opiniones				
Defiende sus ideas mediante la argumentación				

Autoevaluación:

Puesto que las tres actividades implican un gran nivel de participación por parte del alumno, se ha considerado oportuno permitir que autoevalúen su propio rendimiento, principalmente para motivarlos a participar más en el coloquio y ver cómo evalúan ellos mismos sus exposiciones y si está autovaloración mejora progresivamente desde la actividad 1 a la 3.

Tabla 7: Cuestionario de autoevaluación para cada alumno, donde 1 significaría “poco de acuerdo” y 5 “muy de acuerdo”.

ALUMNO:	1	2	3	4	5
He participado activamente en el trabajo en grupo					
Considero que he hecho una buena exposición					
Me he sentido cómodo hablando en público					
Estoy satisfecho con mi participación en el coloquio					
Escucha a sus compañeros y respeta sus opiniones					
Defiende sus ideas mediante la argumentación					

Cuestionario final tipo test

Este cuestionario sirve para incentivar a los alumnos a prestar atención a las exposiciones de los demás grupos, y sería específico para cada actividad. A continuación, se muestra un ejemplo para la Actividad 3 en el que cada pregunta ha sido sacada de uno de los seis artículos:

ACTIVIDAD 3: BASURA ESPACIAL

1) ¿Qué estrategias ha adoptado la empresa SpaceX para intentar que sus satélites sean menos visibles desde la Tierra cuando la luz del sol se refleja en ellos?

- a) Pintarlos de negro
- b) Ponerles un parasol
- c) Ninguna, no quieren colaborar con los astrónomos.

2) El fenómeno por el que podría desencadenarse una serie de colisiones en cascada que genere más y más desechos en las órbitas bajas terrestres se llama...

- a) Síndrome de Kessler
- b) Efecto cascada
- c) Síndrome antisatélite

3) ¿Dónde está situado el llamado “Cementerio espacial”?

- a) En el desierto de Arizona
- b) En el océano Atlántico
- c) En el océano Índico

4) ¿Cuántas pruebas ASAT (anti-satélite) se han hecho hasta ahora?

- a) Tres
- b) Cuatro
- c) Cinco

5) Aproximadamente, ¿cuántos objetos conocidos hay en órbita?

- a) 30000
- b) 40000
- c) 50000

6) ¿Qué objeto emblemático con más de 30 años en servicio se encuentra donde se van a desplegar las megaconstelaciones?

- a) EL Hubble
- b) El Sputnik
- c) El Skylab

4.6.2 Evaluación de la actividad 4

En esta actividad se evalúa por una parte la participación en el coloquio según la Tabla 6, y por otro el trabajo individual que ha entregado cada uno, que seguiría la rúbrica de la Tabla 8:

Tabla 8: Rúbrica para el trabajo individual de la actividad 4.

ALUMNO:				
	1 Excelente	2 Satisfactorio	3 Mejorable	4 No cumplido
Lectura lateral	Ha seguido todos los pasos propuestos, ha sido crítico y ha argumentado suficientemente su comentario.	Ha seguido parte de los pasos propuestos, ha sido crítico y ha argumentado su comentario, aunque podría haberlo argumentado más.	Ha seguido alguno de los pasos, pero no ha sido una lectura lateral completa. Su comentario no ha sido lo suficientemente crítico o no está suficientemente argumentado.	No ha hecho la lectura lateral.
Resumen del artículo	Se ha quedado con las ideas principales del texto y ha sabido sintetizarlas correctamente en pocas líneas.	Se ha quedado con las ideas principales del texto, pero el resumen es demasiado largo.	Ha incluido en el resumen datos que no pertenecen a las ideas principales y ha quedado un resumen demasiado largo, o se ha dejado ideas importantes y ha quedado un resumen escaso.	Lo que ha contado no era importante; ha omitido la información fundamental. No sabe lo que es hacer un resumen.

En conjunto, la evaluación de la actividad 4 se calcularía así:

Tabla 9: Tabla resumen de la evaluación propuesta para la actividad 4.

EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS
Evaluación de la actividad 4 (0,5 puntos)	Participación en el coloquio (Tabla 6) (25%)
	Rúbrica del trabajo individual (25%)

4.7 Atención a la diversidad

Según el RD 1105/2014, de 26 de diciembre, los centros educativos disponen de autonomía para organizar las medidas de atención a la diversidad adaptándolas a las características particulares de su alumnado siguiendo las pautas generales establecidas desde las Administraciones Educativas para la identificación, valoración e intervención de necesidades especiales. Esta diversidad puede provenir tanto de características físicas, sensoriales e intelectuales como de circunstancias familiares, sociales, etc., debiendo por tanto ajustarse a cada alumno y cada aula. Por ese motivo, en esta sección se comentan solo algunas pautas generales, entendiéndose que solo tiene sentido proponer medidas más concretas una vez que se conoce en detalle el grupo de alumnos con el que se va a realizar la actividad.

A la hora de dar clase es importante que cada alumno avance según su propio ritmo de aprendizaje, pero sin descolgarse del grupo. Un elemento clave para asegurarnos de atender bien las necesidades de cada alumno es comprobar sus conocimientos previos al comenzar cada unidad didáctica. De esta manera se pueden identificar lagunas de conocimiento tanto individuales como a nivel de grupo y elegir la estrategia de refuerzo más adecuada para subsanar el problema. Otro dato interesante es fijarse en el interés que cada alumno pone en la asignatura, para poder discernir cuándo las dificultades tienen su origen en la desmotivación y/o la falta de esfuerzo y cuándo en otro tipo de problemas, pues solo determinando el origen podremos plantear una solución adecuada. Algunos grupos de alumnos son más homogéneos que otros, pero siempre hay alumnos que presentan más dificultades que el resto y otros que avanzan más rápido, por lo que hay que tener preparados materiales y recursos adicionales para unos y otros. En estos casos, es importante proceder desde la normalidad, pero con discreción para evitar que el resto del grupo los aisle.

En lo que respecta a esta propuesta, al tratarse de una actividad de grupo, no se pueden aplicar medidas dirigidas directamente a aquellos alumnos más aventajados o con más dificultades, pues es importante tratar a los cuatro integrantes de cada equipo de la misma manera. A la hora de formar los grupos, se intentará que estos sean lo más heterogéneos posibles, de manera que todos los grupos estén equilibrados y se cree en todos ellos un ambiente de cooperación. Se tendrán preparados materiales y recursos adicionales para el caso de que algún grupo se adelante al resto, así como textos algo más sencillos y recursos complementarios por si algún grupo experimenta dificultades con el artículo que les haya tocado. En todo momento, el profesor estará atento para ayudar a los grupos en las dificultades que puedan surgirles. A la hora de extender la discusión a toda la clase, el docente ejercerá de moderador asegurándose de que participen, si no todos los alumnos, al menos alumnos de todos los grupos y que se respeten las opiniones de todos y los turnos para hablar.

5. CONCLUSIONES Y REFLEXIÓN FINAL

En este Trabajo Fin de Máster se ha desarrollado una propuesta de innovación educativa con el fin de acercar el mundo de la investigación científica a los alumnos de Física y Química de 1º de Bachillerato. Las actividades diseñadas para ello han tenido en todo momento como objetivos principales el hacerles valorar la importancia de la investigación científica en nuestra sociedad y generar un interés genuino en ese tipo de temas que les lleve en el futuro a leer artículos de divulgación científica por su cuenta. El segundo objetivo es ambicioso y no podemos esperar inicialmente que lo alcancen en su integridad todos los alumnos, pero creo que la motivación sí que llegará a una mayoría. En la introducción y los antecedentes de este trabajo se ha justificado sobradamente la necesidad de trabajar en estos objetivos para lograr una ciudadanía informada y responsable que entienda la importancia de informarse y opinar en temas relacionados con la Ciencia y que no se deje engañar por lo que pueda leer en los medios. Como se ha demostrado a lo largo del trabajo, existen suficientes recursos en Internet para poder llevar al aula artículos de divulgación científica sobre casi cualquier tema sin necesidad de realizar nosotros el proceso de adaptación a partir de artículos científicos. Como docentes con una formación científica sobre nuestras espaldas, creo que es importante que optemos siempre por fuentes de carácter riguroso en las que los artículos estén suficientemente referenciados y hayan sido escritos por personas con una formación adecuada para la divulgación científica. Eso nos lleva a revistas, blogs y plataformas web que habitualmente pasan desapercibidas para el público general por no encontrarse entre las primeras opciones que aparecen al buscar en Internet o por resultar menos llamativas que otras fuentes mucho menos fiables. Es nuestra labor como docentes instruir a nuestros alumnos en la búsqueda responsable y crítica de información en Internet y compartir con ellos estos recursos digitales. Muchos de ellos seguirán consumiendo las noticias cortas de medios más sensacionalistas, pero les habremos dado al menos las herramientas para que las lean desde el pensamiento crítico.

Como se ha comentado en el apartado 3, existen una serie de revistas y plataformas web de divulgación científica especialmente dirigidas a alumnos de instituto y profesores que no solo proporcionan artículos escritos en un lenguaje adaptado a la edad de los alumnos, sino que proporcionan numerosos recursos para complementarlos. Estas fuentes están todas en inglés, pero de nuevo, como docentes de ciencias, debemos estar capacitados para manejar estas fuentes con soltura y traducir los recursos a nuestros alumnos, pues el inglés es el idioma en el que se transmite la ciencia y resultaría ridículo limitarnos a los recursos en español. En centros educativos bilingües, sería interesante llevar a cabo estas actividades con los textos originales en colaboración con el Departamento de Inglés.

A la hora de plantear las actividades, se han elegido tres temas que tuvieran que ver con los contenidos del curso, pero podrían haberse propuesto otros temas diferentes, y, desde luego, podrían haberse elegido otros artículos. Estas decisiones corresponden al docente que quiera llevar estas actividades a la práctica, en función de sus propios conocimientos, de los intereses de los alumnos y del momento durante el trimestre en que pueda realizar las actividades. En lo que respecta a la metodología empleada, se ha optado por diseñar unas actividades altamente participativas en las que los alumnos tengan la oportunidad de intercambiar opiniones y practiquen la exposición oral, por considerarse habilidades fundamentales para su desarrollo personal que no se trabajan suficientemente en el instituto. Al trabajar con los artículos en grupo y tener que exponer su contenido posteriormente a sus compañeros, se les da además un incentivo para que pongan interés en una tarea —el trabajo con textos—, que normalmente resulta muy complicada en cualquier asignatura debido a la falta de hábito lector.

Aunque aquí se ha planteado una propuesta para primero de Bachillerato, el trabajo con artículos de divulgación científica podría hacerse también en cursos inferiores, si bien rediseñando las actividades para adaptarlas al nivel de los alumnos. También podría realizarse en otras asignaturas del ámbito científico. En concreto, creo que podría ser muy interesante hacer una propuesta similar para la asignatura de Cultura Científica, puesto que así llegaría también a los alumnos en los itinerarios de Humanidades y Sociales, si bien no sería específica de Física y Química, sino que tendría que incorporar contenidos de Biología, Geología y Tecnología. En este caso habría que utilizar artículos de divulgación con un nivel más bajo en contenidos, por lo que habría que hacer una nueva revisión de las fuentes y seleccionar los artículos con otros criterios diferentes a los que yo he usado, pero el planteamiento sería el mismo.

Por último, me gustaría hacer una reflexión final sobre la necesidad de llevar a la práctica propuestas de este tipo para asegurarnos de que, cuando nuestros alumnos salgan del instituto, no solo se lleven con ellos un saco lleno de contenidos, sino que entiendan su relación con el mundo que los rodea y tengan las herramientas para poder ampliarlos siempre que quieran. Vale más haberles enseñado a aprender y a buscar la información necesaria para ello, que cargarlos nosotros de información que luego no sean capaces de desarrollar y se les vaya olvidando con el tiempo. Creo que esto es especialmente importante en las asignaturas de ámbito científico, pues es la ciudadanía la que tiene el poder para lograr que la investigación científica ocupe el lugar que se merece en los medios si demandan este tipo de contenidos y los buscan activamente. En última instancia, un mayor interés en la investigación por parte de los ciudadanos llevaría a una mayor inversión en ella por parte del gobierno y las empresas.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ¹ Rodríguez Rodríguez, M. (2020). Ciencia e Historia vinculadas en una asignatura de Física y Química. Universidad de Valladolid, Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas. Recuperado de <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/43344>
- ² <https://www.educa.jcyl.es/es/temas/calidad-evaluacion/calidad-excelencia-innovacion-educativa/innovacion-educativa/premios-investigacion-innovacion-bachillerato-formacion-pro>
- ³ https://www.elespanol.com/castilla-y-leon/cultura/educacion-y-universidad/20220520/premios-investigacion-innovacion-fp-bachillerato-ganadores/673932878_0.html
- ⁴ <https://www.educa.jcyl.es/es/informacion/concursos-premios/viii-concurso-manos-ciencia>
- ⁵ <https://www.edu.xunta.gal/portal/es/node/30222>
- ⁶ <https://www.educacionyfp.gob.es/servicios-al-ciudadano/catalogo/estudiantes/premios/no-universitarios/certamen-jovenes-investigadores.html>
- ⁷ <https://www.campuscientificos.es/>
- ⁸ <https://ucc.uva.es/actividades/Campus-Cientificos-de-Verano/>
- ⁹ <https://www.edu.xunta.gal/portal/es/node/34318>
- ¹⁰ <http://cinquima.uva.es/semana-de-la-ciencia-tesea-imagenes/>
- ¹¹ <https://ucc.uva.es/actividades/Feria-de-Ciencia-Sostenible-UVa/>
- ¹² Ossevoort, M., Koeneman, M., Goedhart, M. (2012). Exploring scientific research articles in the classroom, *Science in School*, 25, 36-40.
- ¹³ Dori, Y. J., Avargil, S., Kohen, Z., Saar, L. (2018) Context-based learning and metacognitive prompts for enhancing scientific text comprehension. *International Journal of Science Education*, 40 (10), 1198-1220.
- ¹⁴ García Fernández, B. (2018). La Divulgación Científica en Educación Secundaria Obligatoria, *Campus Educación Revista Digital Docente*, 11, 33-36.
- ¹⁵ Jiménez-Liso, M^o Rut, Hernández-Villalobos, L., Lapetina, J. (2010). Dificultades y propuestas para utilizar las noticias científicas de la prensa en el aula científica, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 107-126.

¹⁶ Jurado Palomares, R., Vílchez González, J. M. (2021). Análisis de artículos de prensa digital para valorar su uso como recurso para la enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia en Educación Secundaria. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 5 (1).

¹⁷ Díaz del Campo, V. (2019). Los nuevos materiales en el currículo de ESO y Bachillerato. Propuesta de unidad didáctica. Universidad de Valladolid, Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas. Recuperado a partir de <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/38527>

¹⁸ <https://www.investigacionyciencia.es/>

¹⁹ <https://www.scientificamerican.com/>

²⁰ <https://theconversation.com/es>

²¹ <https://www.agenciasinc.es/>

²² <https://www.bbvaopenmind.com/>

²³ <https://naukas.com/>

²⁴ <https://danielmarin.naukas.com/>

²⁵ <https://www.dciencia.es/>

²⁶ <https://www.acs.org/content/acs/en/education/resources/highschool/chemmatters.html>

²⁷ <https://www.scienceinschool.org>

²⁸ <https://www.sciencenewsforstudents.org/>

²⁹ https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Secondary_classroom_resources

³⁰ <https://www.nasa.gov/stem>

³¹ https://www.esa.int/Enabling_Support

³² Muñoz-Campos, V., Franco-Mariscal, A.J., Blanco López A. (2020). Integración de prácticas científicas de argumentación, indagación y modelización en un contexto de la vida diaria. Valoraciones de estudiantes de secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 17(3), 3201.

³³ <https://educagob.educacionyfp.gob.es/curriculo/curriculo-actual/competencias-clave/linguistica.html>

³⁴ Sánchez Ron, J. M. (2021). Elogio de la correspondencia, *Investigación y Ciencia*, recuperado de <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/temas/cartas-cientificas-826/elogia-de-la-correspondencia-19660>

³⁵ Service. R. F. (2019) Crystalline nets harvest water from desert air, turn carbon dioxide into liquid fuel, *Science*, obtenido de: <https://www.science.org/content/article/crystalline-nets-harvest-water-desert-air-turn-carbon-dioxide-liquid-fuel>

³⁶ Perkins, S. (2013). Cool Jobs: Repellent Chemistry, *Science News for Students*, obtenido de: <https://www.scienceforstudents.org/article/cool-jobs-repellent-chemistry>

³⁷ Martínez Urreaga, J., Beltrán González, F. R., Ramírez García, J., Arrieta Dillón, M. P., de la Orden Hernández, M^a Ulagares (2021), ¿Pueden los bioplásticos sustituir a los plásticos convencionales?, *The Conversation*, obtenido de <https://theconversation.com/pueden-los-bioplásticos-sustituir-a-los-plásticos-convencionales-160829>

³⁸ Eichhorn, S. La madera transparente, energéticamente más eficiente, podría convertirse en alternativa al cristal (2021), *The Conversation*, obtenido de <https://theconversation.com/la-madera-transparente-energeticamente-mas-eficiente-podria-convertirse-en-alternativa-al-cristal-155495>

³⁹ Ornes S. (2017), Specially coated fabric could turn a shirt into a shield, *Science News for Students*. Obtenido de <https://www.sciencenewsforstudents.org/article/specially-coated-fabric-could-turn-shirt-shield>

⁴⁰ Wass, D., Harrison, T. (2016). Autorreparación de las alas de un avión: ¿Un sueño o una realidad?, *Science in School*, 37, 11-13. Obtenido de <https://www.scienceinschool.org/es/article/2016/self-healing-aircraft-wings-dream-or-possibility-es/>

⁴¹ Johnson, J. (2020) Capturing Carbon, *ChemMatters*, Abril 2020, 12-15,

⁴² Levy, M. G. (2021), Copying Nature to fight climate change, *ChemMatters*, Octubre 2021, 15-18. Obtenido de <https://www.acs.org/content/acs/en/education/resources/highschool/chemmatters/past-issues/2021-2022/october-2021/artificial-leaf.html>

⁴³ Levy, M. G. (2021). Cómo hacer Moda Sostenible, por Max G. Levy, *ChemMatters*, Abril 2021, 9-11. Obtenido de <https://www.acs.org/content/acs/en/education/resources/highschool/chemmatters/past-issues/2020-2021/april-2021/sustainable-fashion.html>

⁴⁴ Navarra, K. (2021). Poder vacuno: Una solución al cambio climático a partir del estiércol, *ChemMatters*, Abril 2021 5-7. Obtenido de <https://www.acs.org/content/acs/en/education/resources/highschool/chemmatters/past-issues/2019-2020/apri-2020/cow-power.html>

⁴⁵ Hale, G. (2018) Acidic Seas: How Carbon Dioxide is changing the oceans, *ChemMatters*, Feb 2018, 10-12, obtenido de <https://www.acs.org/content/acs/en/education/resources/highschool/chemmatters/past-issues/2017-2018/february2018/acidicseas.html>

⁴⁶ Le Guillou, I. (2021). The dark side of fireworks, *Science in School*, 55, 1-5. Obtenido de: <https://www.scienceinschool.org/article/2021/the-dark-side-of-fireworks/>

⁴⁷ Marín, D. (23/04/2022). ¿Cuántos objetos hay en órbita? La importancia de proteger el medioambiente espacial, *Eureka: El Blog de Daniel Marín*. <https://danielmarin.naukas.com/2022/04/23/cuantos-objetos-hay-en-orbita-la-importancia-de-proteger-el-medioambiente-espacial/>

⁴⁸ La impactante vida de Hubble rodeado de basura espacial, ESA, 04/05/2021, obtenido de: https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Spain/La_impactante_vida_de_Hubble_rodeado_de_basura_espacial

⁴⁹ David, L. (2021). ¿Qué hacemos con la basura espacial?, *Investigación y Ciencia*. obtenido de: <https://www.investigacionyciencia.es/noticias/qu-hacemos-con-la-basura-espacial-19761>

⁵⁰ Witze, A. (2021), Un debate global sobre las megaconstelaciones de satélites, *Investigación y Ciencia*, 540. <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/qu-es-una-particula-840/un-debate-global-sobre-las-megaconstelaciones-de-satlites-20200>

⁵¹ Marín, D. (23/11/2021). Consecuencias de la destrucción del Kosmos 1408: ocho claves para entender el problema de la basura espacial, *Eureka: El Blog de Daniel Marín*. <https://danielmarin.naukas.com/2021/11/23/consecuencias-de-la-destruccion-del-kosmos-1408-ocho-claves-para-entender-el-problema-de-la-basura-espacial/>

⁵² David, L. (07/03/2022). Watery graves: Should we be ditching big spacecraft over Earth's oceans?, *Space.com*. <https://www.space.com/spacecraft-deorbiting-over-earth-oceans-ethical-concerns>

⁵³ Tanto la NASA como la ESA permiten el uso de la mayor parte de sus contenidos, incluyendo imágenes para propósitos educativos e informativos sin necesidad de pedirles permiso

explícito. En la hoja-resumen se facilitan en cualquier caso los enlaces de los que se han tomado las imágenes.

⁵⁴ How to read Science News and Spot Misinformation, *ChemMatters*, Oct 2021, 4. Obtenido de: <https://www.acs.org/content/acs/en/education/resources/highschool/chemmatters/past-issues/2021-2022/October-2021/reading-science-news.html>

⁵⁵ <https://www.bbc.com/news/science-environment-15017484>