



Universidad de Valladolid

Facultad de Educación y Trabajo Social

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**MÁSTER EN PROFESOR DE EDUCACIÓN SECUNDARIA
OBLIGATORIA Y BACHILLERATO, FORMACIÓN
PROFESIONAL Y ENSEÑANZA DE IDIOMAS
CURSO 2022/2023**

**PROPUESTA DE APLICACIONES MÓVILES E
INVESTIGACIÓN EN EL USO DE LABORATORIOS
VIRTUALES PARA EL APRENDIZAJE DE FÍSICA Y
QUÍMICA EN BACHILLERATO**

Autor: MARINA RIOL PARDO

Tutor/es: YOLANDA ARROYO GÓMEZ

RESUMEN

En este trabajo fin de máster se ha llevado a cabo una investigación sobre la efectividad de los laboratorios virtuales en el aprendizaje de la asignatura de Física y Química, en un grupo de alumnos de 1º de Bachillerato del IES Delicias de Valladolid. Para ello se realizaron unos cuestionarios tanto a los alumnos como a la profesora sobre el uso de los laboratorios virtuales. Estos cuestionarios tienen el objetivo de determinar si el aprendizaje de los alumnos que usan los laboratorios virtuales mejora y si se promueve la curiosidad científica a través del uso de los mismos. Mediante los resultados obtenidos en los cuestionarios se llega a la conclusión de que los alumnos de 1º de bachillerato están familiarizados con este tipo de recurso y les ha creado un cierto interés en la asignatura. Por último, se está viendo que esta tendencia al uso de laboratorios virtuales es cada vez más creciente. Por otro lado, se realizó una propuesta de dos aplicaciones móviles para fomentar el aprendizaje de química orgánica, en concreto se emplearán para el estudio de dos partes del temario, que generalmente resultan complejas al alumnado de 2º de Bachillerato, como son: la formulación orgánica y la isomería. Las aplicaciones móviles permiten que los alumnos puedan acceder a ellas en cualquier momento y lugar, brindándoles una cierta autonomía y flexibilidad. Además, fortalecen el aprendizaje llegando incluso a mejorar los resultados. Por último, fomentan la participación y en ocasiones despiertan interés hacia las ciencias.

PALABRAS CLAVE

Laboratorios virtuales, aplicaciones móviles, bachillerato, física y química, aprendizaje.

ABSTRACT

In this master's dissertation, we have carried out an investigation on the effectiveness of virtual laboratories in the learning of the subject of Physics and Chemistry, in a group of students of 1st year of bachelor's degree of the IES Delicias of Valladolid. For this purpose, questionnaires were made to both the students and the teacher about the use of virtual laboratories. The purpose of these questionnaires is to determine whether the learning of students using virtual laboratories improves and whether scientific curiosity is promoted through their use. Through the results obtained in the questionnaires, it is concluded that students in the 1st year of bachelor's degree are familiar with this type of resource and it has created a certain interest in the subject. Finally, it can be seen that this trend towards the use of virtual laboratories is growing. On the other hand, a proposal was made for two mobile applications to promote the learning of organic chemistry, specifically to be used for the study of two parts of the syllabus, which are generally complex for students in the 2nd year of bachelor's degree, such as: organic formulation and isomerism. Mobile applications allow students to access them at any time and place, giving them a certain autonomy and flexibility. In addition, they strengthen learning and even improve results. Finally, they encourage participation and sometimes awaken interest in science.

KEY WORDS

Virtual laboratories, mobile applications, baccalaureate, physics and chemistry, learning.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Justificación del trabajo y planteamiento del problema	3
2.	OBJETIVOS	5
2.1.	Objetivos generales	5
2.2.	Objetivos específicos.....	5
3.	MARCO TEÓRICO	6
3.1.	Metodologías docentes propuestas en este trabajo	7
3.1.1.	Mobile learning	8
3.1.2.	Laboratorios virtuales.....	11
4.	CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROPUESTA	17
4.1.	Entorno y características del centro.....	17
4.2.	1º de bachillerato.....	18
4.2.1.	Objetivos de la asignatura de física y química	18
4.2.2.	Competencias clave.....	20
4.2.3.	Competencias específicas.....	20
4.2.4.	Contenidos de la asignatura de física y química en 1º de bachillerato	21
4.3.	2º de bachillerato.....	23
4.3.1.	Objetivos de la asignatura de química.....	23
4.3.2.	Competencias	24
4.3.3.	Elementos transversales que se trabajan en la asignatura de química.....	25
4.3.4.	Contenidos de la asignatura de química en 2º de bachillerato	26
5.	DISEÑO DE LAS ACTIVIDADES	29
5.1.	Laboratorios virtuales.....	29
5.1.1.	Actividades programadas	32
5.1.2.	Temporalización.....	33
5.1.3.	Evaluación.....	34
5.1.4.	Resultados y discusión de los resultados de la investigación.....	35
5.2.	Aplicaciones móviles	40
5.2.1.	Aplicaciones disponibles.....	40
5.2.2.	Actividades programadas	46
5.2.3.	Temporalización.....	47
5.2.4.	Evaluación.....	48
6.	CONCLUSIONES	49
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Competencias clave según la LOMLOE.	20
Figura 2.- Competencias específicas en física y química según la LOMLOE.	20
Figura 3.- Competencias según LOMCE.	25
Figura 4.- Aplicación "grupos funcionales".	41
Figura 5.- Juegos disponibles en la aplicación "grupos funcionales".....	43
Figura 6.- Aplicaciones relacionadas.	44
Figura 7.- Pantalla de inicio del simulador de isomería óptica.	45
Figura 8.- Animación de CHBrFCI para ver su enantiómero.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Ejemplos de aplicaciones móviles utilizadas por los autores.	11
Tabla 2.- Ejemplos de laboratorios virtuales propuestos por 1. Pérez, 2018 y 2. Cataldi et al., 2012.....	16
Tabla 3.- Contenidos de la asignatura de física y química en el curso 1º de bachillerato.	21
Tabla 4.- Contenidos correspondientes en la asignatura de química en el curso de 2º de Bachillerato.	26
Tabla 5.- Cuestionario elaborado para los alumnos.	30
Tabla 6.- Cuestionario elaborado a la profesora.....	31
Tabla 7.- Evaluación de laboratorios virtuales.....	34
Tabla 8.- Resultados obtenidos del cuestionario realizado a los alumnos tanto numéricamente como gráficamente.	35
Tabla 9.- Nombre de los diferentes laboratorios usados.	37
Tabla 10.- Evaluación derivada del uso de aplicaciones móviles.	48

1. INTRODUCCIÓN

La educación científica y tecnológica ha experimentado en la actualidad un drástico y profundo cambio. El enfoque, la perspectiva y el estilo pedagógico se han visto modificados debido a la aplicación de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) al proceso de enseñanza aprendizaje. Este cambio, se observa claramente, si comparamos la ley del 70 (Ley general de educación española): no contemplaba la Tecnología como un contenido con entidad suficiente como para establecer un conjunto de materias; con la situación actual: el conocimiento se encuentra en constante transformación y se transmite de manera ágil y efectiva mediante las TIC. Este hecho, ha provocado grandes cambios en la sociedad, desde la manera de comunicarse y relacionarse hasta la forma en la que se investiga y se estudia. Por tanto, la educación debe adaptarse a estos cambios y a las necesidades de la sociedad actual. (Cerezo & Sastrón, 2015)

En la actualidad, el docente deja de ser un mero transmisor de conocimientos a ser un guía cuyo trabajo consiste en diseñar entornos de aprendizaje adecuados, para favorecer un aprendizaje significativo en el alumno, mediante el uso de estrategias metodológicas. Se ha demostrado que este tipo de aprendizaje es muy útil para materias pertenecientes al ámbito científico-tecnológico (Pérez, 2018). Existen gran cantidad de estrategias para aprender física y química que pueden acompañar al método tradicional, como la realización de experimentos prácticos, simulaciones interactivas, juegos educativos (gamificación), videos educativos, proyectos de investigación y el aprendizaje basado en problemas, las cuales pueden ser efectivas para ayudar a los estudiantes a comprender los conceptos teóricos de manera más profunda y significativa.

La revolución tecnológica está teniendo un impacto profundo en todos los aspectos de la sociedad, incluyendo la educación. Por lo tanto, resulta imprescindible incorporar las tecnologías en los centros educativos, proporcionando recursos que fomenten y refuercen los procesos de enseñanza de manera más interactiva, ágil y reflexiva. Esto permite el desarrollo de habilidades diferentes a las utilizadas en la enseñanza tradicional, brindando a los estudiantes una interacción más dinámica y creativa, lo que se traducirá en aprendizajes significativos y en un mayor interés por la ciencia. En este sentido, en la actualidad, existen numerosas aplicaciones móviles educativas que pueden facilitar el proceso de aprendizaje de los estudiantes. (Moreno Agualimpia, 2023).

Según (Sosa et al., 2020) es inevitable y crucial integrar las tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que las generaciones actuales se denominan "sociedad del conocimiento" y están inmersas en un entorno cada vez más digitalizado. Esto nos exige diseñar actividades de aprendizaje que aprovechen las tecnologías como parte fundamental de su desarrollo.

Durante los últimos 20 años con el auge de las tecnologías se ha ido transformando la forma en que se enseñan diversas áreas y asignaturas del plan de estudios, a través de estas tecnologías. En el caso que compete a este trabajo, la química, se ha pretendido innovar en la enseñanza mediante el uso de recursos multimedia en el que se incluyen imágenes, vídeos y sonidos, con el objetivo de hacer esta asignatura más atractiva y efectiva para los alumnos. (Sosa et al., 2020)

En un trabajo anterior, realizado por (Cabero, 2007) se muestra que el uso de las tecnologías para el aprendizaje de la química permite examinar interactivamente y en tres dimensiones, la estructura molecular de un compuesto químico; realizar prácticas de laboratorio virtuales; y conseguir en Internet toda clase de información para sus investigaciones. Según Cabero existen tres grupos de recursos digitales que pueden ser utilizados para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de química. El primer grupo incluye el uso de Internet para buscar información y desarrollar actividades. El segundo grupo incluye laboratorios y simuladores virtuales, los cuales son útiles para llevar a cabo prácticas de laboratorio que pueden resultar difíciles en la vida real. El tercer grupo de recursos digitales incluye herramientas de aprendizaje colaborativo como webquest, blogs y wikis, que requieren la participación activa del usuario para construir conocimiento.

En los últimos años, el uso de dispositivos móviles ha evolucionado y los sistemas operativos como Android e IOS han permitido la creación de aplicaciones móviles para el aprendizaje, utilizando metodologías como el Mobile Learning (aprendizaje móvil). Esto permite a los estudiantes acceder a la información desde cualquier lugar y en cualquier momento, aplicando el principio de la ubicuidad. Este tipo de aprendizaje es cada vez más relevante debido al gran interés de los jóvenes en el uso de teléfonos móviles en su vida cotidiana.

Por otro lado, los laboratorios virtuales son herramientas accesibles para toda persona a través de Internet, donde el alumno puede realizar las prácticas que se le propongan de una forma muy similar a un laboratorio tradicional. En un laboratorio presencial el espacio está restringido, debido a su masificación y, además, en situaciones como la reciente pandemia, fue complicado que los alumnos acudieran al laboratorio tradicional (presencial), por lo que este tipo de laboratorios virtuales han sido una gran ventaja para abordar este tipo de situaciones.

1.1. Justificación del trabajo y planteamiento del problema

Para algunos alumnos el aprendizaje de la física y la química puede resultar una tarea un tanto compleja, lo que les provoca desmotivación de esta asignatura y malos resultados. Todo ello les lleva a un desinterés normalmente generalizado hacia las ciencias en educación secundaria.

Es frecuente al preguntar a alumnos, sobre todo en cursos inferiores en los que esta asignatura es obligatoria, que respondan que no les gusta, que es difícil, que es aburrida y en pocos casos respondan que verdaderamente sí que les gusta la física y la química. También hay casos en bachillerato, donde supuestamente cada alumno ha escogido la rama que más le ha gustado, en los cuales no les gusta demasiado, pero la han cogido porque consideran que tiene más salidas profesionales.

En los cursos inferiores es donde hay que crear en los alumnos ese interés y esa motivación por la física y la química. Esto puede que no se haga del todo bien debido a que normalmente los docentes usan el método tradicional, se centran en las clases magistrales y les exponen todo el temario que les corresponde y no consideran que cada alumno aprende de una forma y a ritmo diferente. Por ello, puede que no todos los alumnos permanezcan enganchados a la clase y en cierto momento puedan desengancharse de la misma, provocando que no todos los alumnos estén en las mismas condiciones y sea más complicado engancharlos al ritmo de la clase de nuevo.

Es por ello que es necesario innovar en las estrategias didácticas, es decir, incorporar las novedades educativas del momento. Dentro de estas novedades se encuentran las nuevas tecnologías, en concreto, los teléfonos móviles ya que la gran mayoría del adolescente poseen uno. Y además el innovar de esta forma hace que a los adolescentes les despierte curiosidad e interés la asignatura. Otra forma de innovar es mediante los laboratorios virtuales ya que una clase de Física y Química no puede estar limitada únicamente al enfoque teórico, sino que debe complementarse con actividades prácticas como son los laboratorios, ya que son un elemento fundamental para el aprendizaje de esta ciencia. Esta simbiosis entre lo teórico y práctico sería lo ideal, pero en muchas ocasiones los docentes se enfrentan a muchas dificultades para acudir al laboratorio debido a la falta de recursos en el centro, el elevado número de alumnos y la escasa disponibilidad de tiempo.

Por lo tanto, se cree que el uso de laboratorios virtuales puede ser una solución viable, debido a que se pueden simular fenómenos que de otra forma serían difíciles de observar, haciendo así que se facilite la comprensión y el aprendizaje de los contenidos. Además, se reducen los riesgos que conllevan el ir a un laboratorio tradicional. Esta la razón que nos ha llevado a la realización de este trabajo.

Para ello en este trabajo se van a exponer una serie de aplicaciones móviles que son accesibles para los alumnos, para mejorar el aprendizaje de la química en 2º de Bachillerato, sobre todo en los aspectos donde suelen tener más problemas de comprensión. Además, se van a evaluar los laboratorios virtuales como una herramienta de aprendizaje para alumnos de 1º de Bachillerato en la asignatura de Física y Química.

En el primer caso se va a hacer una indagación sobre varias aplicaciones móviles y en el segundo caso se va a realizar una pequeña investigación sobre la puesta en práctica de esta herramienta en el IES Delicias de Valladolid en la asignatura de Química de 2º de Bachillerato donde vamos a recoger las opiniones de alumnos y profesores en relación con este tema.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos generales

- Evaluar la mejora del aprendizaje y la comprensión de conceptos científicos complejos en física y química a través de experiencias prácticas simuladas en laboratorios virtuales.
- Evaluar la efectividad del Mobile Learning como estrategia de enseñanza en el aprendizaje de Química Orgánica en el curso de 2º de Bachillerato.
- Promover la curiosidad científica y la exploración independiente en los estudiantes, mediante el acceso a un amplio rango de recursos digitales.

2.2. Objetivos específicos

- Proponer herramientas de laboratorios virtuales para proporcionar, a los estudiantes, acceso a experimentos que no sería posible realizar en un laboratorio físico, ya sea por su complejidad, peligrosidad, coste o escasez de tiempo.
- Facilitar la realización de experimentos a distancia, permitiendo el aprendizaje fuera del aula y el acceso a la práctica en cualquier momento y desde cualquier lugar.
- Seleccionar un conjunto de herramientas de Mobile Learning que sean adecuadas para el aprendizaje de Química Orgánica, y adaptarlas a las necesidades específicas de los alumnos de 2º de bachillerato.
- Diseñar y desarrollar un conjunto de actividades de Mobile Learning que sean efectivas para mejorar el aprendizaje de Química Orgánica, incluyendo actividades de aprendizaje, evaluación y retroalimentación.
- Proporcionar materiales didácticos, incluyendo simulaciones, videos, gráficos y textos, que complementen el contenido teórico y ayuden a los estudiantes a entender mejor los conceptos científicos.
- Fomentar el pensamiento crítico y el razonamiento deductivo mediante la resolución de problemas complejos en línea.
- Ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades informáticas básicas y habilidades de búsqueda en línea, a través del uso de la tecnología en el aprendizaje de la ciencia.

3. MARCO TEÓRICO

Una cuestión importante es identificar el porqué del **rechazo de la física y la química** por parte de los estudiantes.

En una investigación realizada por (Hernández & Montagut, 1991) identificaron uno de los factores que repercute en la disminución del interés de los alumnos en esta asignatura. Este factor se refiere a la forma en que los profesores abordan la enseñanza de la química, especialmente en bachillerato, debido a su carga teórica y orientación hacia principios y teorías. También, se observa una falta de énfasis en las reacciones químicas, que son fundamentales en la química, y se le otorga mayor importancia a la resolución de problemas numéricos artificiales.

Las autoras sostienen que los docentes deben considerar varios aspectos para despertar el interés de los alumnos en el estudio de la química. Entre ellos destacan: enfatizar la relación: teoría/prácticas de laboratorio, seleccionar experimentos relacionados con la vida cotidiana del estudiante y cercana a su entorno. El objetivo es fomentar una actitud de observación, cuestionamiento, análisis y crítica. Se busca una formación estimulante que capacite y anime a los individuos a analizar su entorno desde una perspectiva química.

Otra autora, (Izquierdo, 2004) explica que para los alumnos la química es difícil por su naturaleza dual, al tratarse de una ciencia concreta y a la vez abstracta. Además, la relación entre los cambios químicos que se observan y las explicaciones teóricas no suelen ser tan evidentes para los estudiantes. Esto puede ser debido a que en esta ciencia se utiliza un lenguaje simbólico específico para describir y representar los procesos químicos, lo cual difiere del lenguaje que usan los alumnos en su día a día. Este hecho también le mencionan los autores (Fernández & Moreno, 2008). Es por ello que en la investigación realizada por este autor alega que en las aulas la enseñanza de la física y química se debe orientar desde fenómenos relevantes y significativos, las experiencias escolares deben garantizar una dinámica que permita a los alumnos pensar, hacer y comunicarse de manera coherente. Es importante presentar a los estudiantes las teorías apropiadas a sus conocimientos y a las prácticas experimentales que puedan llegar a realizar, todo esto no es fácil y supone un replanteamiento para identificar los obstáculos a superar de tal manera que se dé cumplimiento a propósitos y metas de aprendizaje.

Diversas investigaciones respaldan la afirmación de que en España existe un desinterés hacia las ciencias. Entre estas investigaciones se destaca el informe PISA (Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes), un estudio a nivel global llevado a cabo por la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) que evalúa el desempeño académico de los estudiantes en áreas como matemáticas, lectura y ciencias. El informe PISA más reciente se llevó a cabo en 2018 y analizó el rendimiento de estudiantes de 15 años de 72 países diferentes. Los

resultados revelaron que los estudiantes españoles se encuentran por debajo del promedio de la OCDE. En cuanto al rendimiento hubo pocos participantes de alto rendimiento en España, y el nivel de los participantes de bajo rendimiento fue similar a la media de la OCDE. Estos hallazgos ponen de manifiesto la necesidad de abordar y fomentar el interés y la competencia en ciencias entre los estudiantes españoles.

Otro estudio realizado por EURYDICE en 2011, con estudiantes de la Unión Europea, muestra que aproximadamente el 42% de los alumnos tienen una actitud favorable hacia la química, mientras que solo el 38% muestra una postura positiva hacia la física.

El informe EURYDICE “El aprendizaje de las matemáticas y las ciencias en educación escolar” del año 2022 expresa que la proporción de jóvenes de 15 años con bajo rendimiento en lectura, matemáticas y ciencia debería ser inferior al 15%. Este es un objetivo que forma parte de un conjunto de metas que la Comisión propone alcanzar en el año 2030 en el marco del Espacio Europeo de Educación. En este mismo informe, se indica que, en España, teniendo en cuenta los datos PISA 2018 de la OCDE, en el año 2018 había un 21,3% de alumnado de 15 años con un bajo rendimiento en ciencias.

Considerando los resultados anteriores, resulta crucial entender las razones detrás del bajo rendimiento académico y la actitud negativa hacia la física y la química. Según (Furió & Vilches, 1997) los estudiantes identifican varias causas para su actitud desfavorable hacia el aprendizaje de estas materias. Entre ellas se encuentran la falta de conexión entre los contenidos enseñados y su aplicación en la vida diaria, un enfoque didáctico aburrido que no promueve el trabajo en equipo, la escasa realización de experimentos en el laboratorio y la percepción de que es difícil obtener buenas calificaciones en estas asignaturas durante las evaluaciones. Además, algunos investigadores sugieren que existe una tasa de fracaso escolar más alta en física y química en comparación con otras materias, debido al aumento en la dificultad de los contenidos a medida que avanzan los cursos. (Furió, 2006)

3.1. Metodologías docentes propuestas en este trabajo

En este trabajo fin de máster se propone el uso de dos metodologías docentes, para fomentar el estudio de las Ciencias en general, y de la Física y la Química en particular. Estas dos propuestas son: Mobile Learning y Laboratorios virtuales.

El Mobile Learning, o aprendizaje móvil, se refiere al uso de dispositivos móviles, como smartphones o tablets, para facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Esta metodología permite a los estudiantes acceder a contenidos educativos en cualquier momento y lugar, lo que les brinda flexibilidad y autonomía en su proceso de aprendizaje. Por otro lado, los Laboratorios

Virtuales son entornos de aprendizaje en línea que simulan experiencias de laboratorio reales. A través de software y simulaciones, los estudiantes pueden llevar a cabo experimentos virtuales, manipular variables, recopilar datos y analizar resultados.

En resumen, las metodologías docentes del Mobile Learning y los Laboratorios Virtuales ofrecen a los estudiantes herramientas y recursos innovadores para el estudio de las Ciencias, incluyendo la Física y la Química. Estas metodologías promueven la accesibilidad, la interactividad y la experimentación en un entorno flexible y seguro. Al combinar estas dos propuestas, se puede potenciar el aprendizaje de las Ciencias, despertar la curiosidad de los estudiantes y fomentar su interés en estas disciplinas fundamentales.

3.1.1. Mobile learning

En España, los Smartphones constituyen el 87% de todos los teléfonos móviles, lo que coloca a nuestro país en la posición líder en Europa. En 2015, el 98% de los jóvenes de 10 a 14 años ya poseían un teléfono de última generación con acceso a internet. En España, el tiempo dedicado a las aplicaciones móviles supera el uso de la navegación móvil, representando el 89% del tiempo invertido en los smartphones. Es evidente que los smartphones y sus numerosas aplicaciones se han integrado en la sociedad actual y han venido para quedarse, especialmente entre nuestros estudiantes. Como ya se ha comentado la mayoría de nuestros alumnos tienen un teléfono inteligente, aunque en la mayoría de los casos, según la OECD (2010), solo los utilizan para jugar o comunicarse a través de las redes sociales como WhatsApp, Twitter, Facebook, Instagram, entre otras (Ditrendia, 2016). Existen datos, según (Pedró, 2011), que sugieren que el uso de la tecnología por parte de los estudiantes en el aula se limita a buscar información y no implica un procesamiento exhaustivo de la misma. Por otro lado, también es cierto que pueden surgir situaciones no deseadas debido a un mal uso de estos dispositivos, como distracciones, contenido inapropiado, acoso escolar, entre otros.

¿Qué es el mobile learning?

El mobile learning o también denominado m-learning es una estrategia educativa relativamente novedosa debido a constante avance de la tecnología y la pedagogía, que está en constante evolución y crecimiento, en la que se lleva a cabo el aprendizaje con ayuda de dispositivos móviles. Se considera que esta metodología se origina a partir del e-Learning (electronic learning), el cual se refiere a la difusión del conocimiento educativo a través del Internet por lo que el m-Learning es una variante del anterior.

Según autores como, (Turunen et al., 2003) los dispositivos móviles pueden ser una estrategia didáctica efectiva para mejorar el aprendizaje de los estudiantes al permitirles combinar su tiempo libre con el estudio y alcanzar un mayor nivel de comprensión del conocimiento. Además, esta metodología de aprendizaje tiene la ventaja de eliminar las limitaciones espacio-

temporales, ya que los dispositivos son portátiles, permiten el acceso ubicuo y la conectividad social. Esto significa que el aprendizaje puede tener lugar en cualquier momento y lugar, incluyendo los entornos de aprendizaje tradicionales como el aula, así como en el hogar, espacios sociales e incluso durante los desplazamientos.

Ventajas del mobile learning

Varios autores plantearon las ventajas que suponía el modelo de aprendizaje del Mobile Learning. (Kearney et al., 2012) y (Brazuelo & Gallego, 2011) manifiestan que mediante este tipo de aprendizaje los alumnos experimentan más atención, interés y motivación por la asignatura. Por otro lado, (Kearney et al., 2012) y (Brazuelo & Gallego, 2011) exponen que a través de este aprendizaje los alumnos reciben un aprendizaje personalizado donde se permite la integración de estudiantes con discapacidad o necesidades especiales y además les permite tomar decisiones lo que les hace ser más autónomos.

Otra ventaja de este tipo de aprendizaje es que posee una flexibilidad debido a que permite realizarlo en cualquier espacio y tiempo en el que se posea un dispositivo móvil, esto se suma a la gran conectividad de estos dispositivos que en cualquier lugar puedes tener conexión a Internet. Por último, se crea una colaboración, interacción y comunicación entre los propios alumnos.

Por su parte, Sosa et al (2020) concluye que es recomendable implementar experiencias que integren el Mobile Learning para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes. Estos autores estiman que sería beneficioso utilizar aplicaciones móviles para innovar en la enseñanza de la química y superar los métodos tradicionales que no generan interés, motivación en los estudiantes para aprender esta disciplina en el aula.

Estudios realizados

En un estudio realizado por (Climent et al., 2017) tomaron como muestra 65 alumnos de 2º ESO, 43 de 3º de ESO, 18 de 4º de ESO y 20 de 2º de Bachillerato durante el curso escolar 2016/2017 en un centro educativo de carácter público, de un barrio con bajo nivel socioeconómico. Concluyeron que la incorporación de las aplicaciones móviles en el aula ofrece numerosas ventajas para la enseñanza de la Física y la Química. En el trabajo los autores constataron la existencia de aplicaciones que posibilitan la realización de simulaciones de procesos, modelos físicos y químicos, la corrección de ejercicios, la provisión de información adicional en el aula e incluso fomentar la interacción con los alumnos tanto dentro como fuera del entorno escolar. Por último, consideran que el uso de aplicaciones móviles aborda aspectos que la enseñanza tradicional difícilmente puede cubrir, además de que se pueden usar fuera del horario escolar. Algunas permiten la personalización de las tareas, la autoevaluación y fomentan la retroalimentación. En general, los autores consideran que las aplicaciones móviles incrementan la atención y fomentan el trabajo en equipo.

Tres años más tarde, Sosa et al (2020), describen un estudio realizado en estudiantes de grado décimo, lo que equivale en España a 4º ESO, del Colegio Guillermo León Valencia ubicado en el municipio de Duitama, Boyacá, Colombia. En este colegio los alumnos no sentían gusto ni interés en el aprendizaje de la física y química y es por ello que realizaron un estudio en el que se integraron aplicaciones móviles para usarlas como una estrategia de innovación a la enseñanza de formulación inorgánica. Los autores emplearon un diseño correlacional para examinar la relación entre el Mobile learning como estrategia de aprendizaje y el rendimiento académico, y se realizaron pruebas pre test y post test para analizar y comparar los resultados utilizando herramientas de estadística inferencial. Obtuvieron la conclusión de que se consiguieron mejoras en el aprendizaje y rendimiento académico de los alumnos. Se plantean implantar el Mobile Learning a otras asignaturas e incluso a otros centros educativos donde se detecten ciertas dificultades en la química.

Recientemente, (Moreno Agualimpia, 2023) realizó una investigación donde implementó la propuesta pedagógica “afianzando conceptos básicos de química orgánica” mediante aplicaciones móviles como una estrategia de innovación pedagógica con el fin de aumentar la motivación de los estudiantes del grado undécimo, equivalente a 1º de Bachillerato en España, de la Institución Educativa Rural RíoNegro para el aprendizaje de esta asignatura. En la investigación el autor pretendía mejorar las dificultades que presentaban sus alumnos en clase en el aprendizaje de la química orgánica. Utilizaron una aplicación móvil llamada “aprendiendo química orgánica”. La investigación concluyó que se consiguió mejorar la comprensión y aplicación de los conceptos básicos de química orgánica (alcanos, alquenos, ciclo alcanos y ciclo alquenos) y la aplicación de las reglas de nomenclatura establecidas por la IUPAC. Además de todo esto se vio que los alumnos mostraron mayor interés y se sintieron más motivados para el estudio de la química orgánica.

A modo de ejemplo, a continuación, en la Tabla 1, se muestran algunas de las aplicaciones móviles utilizadas por los autores anteriormente mencionados.

Tabla 1.- Ejemplos de aplicaciones móviles utilizadas por los autores.

(Climent et al., 2017)	Periodic Table Royal Society Suite Química Socrative Kahoot Science Journal Color Grab Moléculas 3D Go React
(Sosa et al., 2020)	Tabla periódica 2020 – Química Formulación química Lite Los ácidos, iones y sales inorgánicos Nomenclatura de química- Compuestos inorgánicos Nomenclatura química inorgánica y fórmulas Química máster Compuestos químicos
(Moreno Agualimpia, 2023)	Aprendiendo química orgánica

3.1.2. Laboratorios virtuales

Los laboratorios virtuales son una herramienta valiosa para la enseñanza de las ciencias básicas debido a su flexibilidad, accesibilidad y motivación para los estudiantes. Estas plataformas interactivas permiten a los estudiantes experimentar con conceptos científicos de una manera más autónoma y creativa, lo que puede ayudar a mejorar su comprensión de los contenidos (Pérez, 2018).

Además, los laboratorios virtuales fomentan el trabajo en equipo y la colaboración, lo que puede mejorar la experiencia de aprendizaje y preparar a los estudiantes para el mundo laboral. Algunas plataformas, incluso, permiten a los estudiantes de diferentes partes del mundo colaborar en proyectos y experimentos en línea, lo que fomenta la diversidad y el intercambio cultural.

Otra ventaja de los laboratorios virtuales es que son más económicos y seguros que los laboratorios tradicionales. Los estudiantes pueden realizar experimentos sin preocuparse por el costo de los materiales o los riesgos para su salud y seguridad. También, pueden repetir las experiencias tantas veces como sea necesario, sin temor a cometer errores o fracasar, lo que puede aumentar su confianza y motivación.

Los laboratorios virtuales también son compatibles con la introducción de métodos híbridos de aprendizaje y actividades como el "flipped classroom" (aula invertida), donde los estudiantes pueden prepararse para las clases y trabajar a sus propios ritmos en casa, antes de realizar actividades prácticas en el aula.

Por último, algunos laboratorios virtuales también incluyen mecánicas de juego para hacer el aprendizaje más entretenido y motivador. Estas plataformas pueden incluir recompensas, niveles y objetivos que ayudan a los estudiantes a mantenerse enfocados y comprometidos con el aprendizaje.

Un estudio realizado por (Rosado & Herreros, 2005) en la Universidad Nacional de Educación a Distancia, investigó el uso de laboratorios virtuales en la enseñanza de la física y la química en el primer curso de bachillerato. Los resultados del estudio indicaron que el uso de laboratorios virtuales mejoró el aprendizaje de los estudiantes y aumentó su interés por la ciencia. El estudio también encontró que los estudiantes consideraban los laboratorios virtuales como una herramienta útil para aprender los conceptos teóricos de la física y la química. Además, los estudiantes señalaron que los laboratorios virtuales les permitieron experimentar y explorar conceptos de una manera más interactiva y dinámica.

Otra investigación realizada por (Cardona, 2018), en el que analizaba la efectividad de los laboratorios virtuales en las aulas de secundaria, obtuvo las mismas conclusiones acerca de la implantación de laboratorios virtuales como actividades complementarias en las clases de física y química, ya que los estudiantes que utilizaron los laboratorios virtuales obtuvieron mejores resultados en sus exámenes y aumentaron su motivación y confianza en la asignatura.

En conclusión, la investigación sugiere que el uso de laboratorios virtuales en la enseñanza de la física y la química en el primer curso de bachillerato puede mejorar el aprendizaje de los estudiantes y aumentar su interés por la ciencia. Dicha herramienta, permite a los estudiantes experimentar y explorar conceptos de una manera más interactiva y dinámica, lo que puede ayudarles a comprender mejor los conceptos teóricos.

En el artículo de (Cataldi et al., 2012) realizan una clasificación de los laboratorios virtuales que es la siguiente:

- a) Los laboratorios que proponen información y actividades prácticas de laboratorio, pero presentadas en formato de texto, ilustraciones, animaciones, imágenes o video, sin proporcionar una interacción con el usuario.
- b) Simulaciones que ofrecen una interacción con el usuario.
- c) Los simuladores que permiten una interacción completa con el usuario con materiales de laboratorio, reactivos y recipientes de vidrio. Son los que se consideran verdaderamente como laboratorios virtuales.

En el artículo de (Candelas et al., 2004) se realizan unos estudios estadísticos en una asignatura de robótica en el curso 2002/2003. Aunque las prácticas virtuales que se describen se llevan aplicando desde el curso 1998/1999 en la asignatura “Robots y Sistemas Sensoriales” en Ingeniería Informática de la Universidad de Alicante.

Para realizar las prácticas se proporcionaron a los alumnos dos herramientas: un entorno para la especificación y simulación de algoritmos de visión artificial denominado VISUAL, y un sistema de simulación y tele-operación de un robot industrial llamado ROBOLAB. En este estudio se llevaron a cabo seis prácticas. El estudio que se realiza es continuación de otro realizado en el curso 2001/2002 (Torres et al., 2003), y en este caso se realizó a 50 alumnos. Se han empleado tanto cuestionarios sobre aspectos de aceptación y uso del laboratorio como la calificación del profesor de las cuestiones técnicas relativas a los experimentos.

La conclusión más importante que obtuvieron es que los alumnos valoran positivamente los laboratorios virtuales como complemento al profesor y a la enseñanza tradicional, pero no para sustituir a los profesores. La mayoría de alumnos prefieren disponer de un laboratorio en la universidad dónde trabajar con la ayuda de los compañeros y el apoyo didáctico del profesor, pero también hay muchos alumnos que reciben con agrado la opción de un laboratorio virtual que les ofrezca unos horarios flexibles en los que realizar los experimentos. Con respecto al curso anterior se ha visto que ha aumentado el número de alumnos que disponen de conexión a la internet.

En otro trabajo posterior de investigación de (Cerezo & Sastrón, 2015) emplearon laboratorios virtuales para impartir enseñanza sobre control y robótica a estudiantes de educación secundaria. Para llevar a cabo esta investigación dividieron a los alumnos en dos grupos: en uno de ellos se les presentó un laboratorio virtual llamado EducaControlaboV y en el otro grupo se les presentó una aplicación sin ningún tipo de interacción. Ambas aplicaciones fueron utilizadas ampliamente con estudiantes durante varios años académicos y fueron evaluadas desde múltiples perspectivas. La evaluación fue particularmente intensa durante el curso 2011/2012 en Getafe.

En cuanto al grado de satisfacción de los alumnos que utilizaron la aplicación EducaControlaboV fue: el 69% estaban muy satisfechos, el 31% estaban satisfechos y el 0% estaban poco satisfechos. Sin embargo, el grado de satisfacción de los alumnos que utilizaron la aplicación sin ninguna interacción fue: el 48% estaban muy satisfechos, el 31% estaban satisfechos y el 16% estaban poco satisfechos.

Finalmente, en lo que respecta a la opinión de los profesores, al principio requerían orientaciones metodológicas para la implementación de los laboratorios virtuales en el aula, pero finalmente reconocieron las ventajas de utilizar EducaControlaboV en su enseñanza. En general, los estudiantes necesitan menos ayuda del profesor y este último dispone de más tiempo para

brindar una atención personalizada a aquellos estudiantes que tienen dificultades, realizar evaluaciones más detalladas, entre otras tareas. En resumen, los profesores ven en los laboratorios virtuales una herramienta útil para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje en el aula.

En otro artículo anterior al de (Cerezo & Sastrón, 2015), (Cataldi et al., 2012), mencionado anteriormente evaluaron una planilla de evaluación de laboratorios virtuales de química centrándose en tres laboratorios, VLabQ, Model ChemLab y Virtual ChemLab donde se obtuvo que el 90,57% de los estudiantes opinó que el laboratorio virtual ha potenciado enormemente la comprensión y el aprendizaje, el 7,08% sintió que lo ha potenciado bastante, apenas el 1,89% dijo que lo ha potenciado medianamente y sólo el 0,47%, un estudiante solo, opinó que lo ha potenciado Poco. La experiencia, desde el punto de vista de los docentes y de los estudiantes que participaron de ella, fue muy positiva.

Ventajas y desventajas de los laboratorios virtuales

Como ya se ha comentado, los laboratorios virtuales pretenden aproximarse al ambiente que tiene lugar en un laboratorio tradicional. Este tipo de laboratorios on-line poseen ventajas que comentan (Rosado & Herreros, 2005) y se detallan a continuación:

- Permite acercar el laboratorio a un mayor número de alumnos y de esta forma los alumnos acceden mediante un navegador y realizan las prácticas sin sufrir ningún tipo de riesgo y además se flexibiliza el horario.
- Se reduce el coste de material y mantenimiento de un laboratorio convencional, siendo este tipo de laboratorios una alternativa barata.
- Este tipo de laboratorios son una herramienta de autoaprendizaje para los alumnos ya que este puede alterar las variables de entrada, configura nuevos experimentos, aprende el manejo de instrumentos, personaliza el experimento, etc.
- Con los laboratorios virtuales los alumnos aprenden mediante prueba y error y sin miedo a sufrir o provocar un accidente, ya que al ser una simulación lo pueden repetir las veces que deseen. También pueden asistir al laboratorio las veces que lo deseen.
- En Internet se pueden encontrar multitud de simulaciones de procesos físicos. De esta forma el docente puede preparar actividades de aprendizaje para que los alumnos puedan ejecutar.

Pero también tienen sus desventajas que también detallan Rosado y Herreros en su trabajo:

- Este tipo de laboratorios no pueden sustituir a los laboratorios convencionales, ya que no es lo mismo ver el experimento a través de una pantalla que en realidad. Esta herramienta tiene que ser complementaria.
- Se puede correr en riesgo de que el alumno se comporte como un espectador, es necesario que las actividades vengan acompañadas de un guion donde se explique el concepto a estudiar, así como las ecuaciones que son necesarias.
- En este tipo de laboratorios el alumno no usa elementos reales y eso le puede provocar una pérdida parcial de la realidad. De todas formas, no siempre se dispone de la simulación adecuada para el tema que se desea trabajar. Además, debido a que en internet hay mucha información inútil y es por ello por lo que es necesario que el docente seleccione los contenidos útiles y relevantes para los alumnos.

En la Tabla 2 se muestran algunos ejemplos de laboratorios virtuales propuestos por (Cataldi et al., 2012)¹ y (Pérez, 2018)²

Tabla 2.- Ejemplos de laboratorios virtuales propuestos por 1. Pérez, 2018 y 2. Cataldi et al., 2012.

Nombre del Laboratorio Virtual	Autor	Materias para las que está diseñado	Enlace	Idioma
Phet Interactive Simulations¹	Fundado en 2002 por el ganador del Premio Nobel Carl Wieman	Física, Química, Biología, Matemáticas y Ciencias de la Tierra	https://phet.colorado.edu/	Español, Inglés, Francés, Italiano, Portugués y otros 42 idiomas más
Educaplus¹	Creado por el profesor de Física y Química Jesús Peñas Cano	Física, Química, Biología, Matemáticas, Ciencias de la Tierra y Tecnología	http://www.educaplus.org/	Español
Blog Laboratorio Virtual¹	Creado por Salvador Hurtado Fernández	Física y Química	https://labovirtual.blogspot.com/	Español
Fisquiweb¹	Página de Luís Ignacio García González.	Física	http://fisquiweb.es/Laboratorio/AccesoZV.htm	Español
Virtual Amrita Labs¹	Amrita Vishwa Vidyapeetham	Física, Química, Ingeniería y Biotecnología	https://vlab.amrita.edu/	Español e Inglés
Virtual Chemistry Lab²	Desarrollado por Boyan Mijailov, un joven programador búlgaro	Química	http://chemistry.dortikum.net/en/	Inglés y Búlgaro
IrYdium Chemistry²	Se encuentra en el sitio web The Chem Collective de la National Science Digital Library (NDSL) y es el resultado del proyecto IrYdium, que tiene como objetivo crear actividades de aprendizaje a través de escenarios interactivos	Química	http://www.chemcollective.org/vlab/vlab.php?lang=es	Español, Inglés, Portugués, Catalán, Francés, Alemán y Gallego
VirtualChemLab²	Desarrollado por la Brigham Young University	Física, Química, Biología y Ciencias de la Tierra	http://chemlab.byu.edu/	Español e Inglés
ChemLab²	Propiedad de una compañía llamada Model Science Software	Química	http://www.modelscience.com/products.html?ref=home&link=chemlab	Español e Inglés

4. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROPUESTA

La propuesta de las aplicaciones móviles está destinada a los alumnos de 2º de Bachillerato de la rama de Ciencias que cursen la asignatura de Química.

Por otro lado, la investigación que se va a realizar sobre los laboratorios virtuales está destinada a alumnos de 1º de Bachillerato de la rama de Ciencias que durante el curso 2022/2023 están cursando la asignatura de Física y Química.

4.1. Entorno y características del centro

El IES DELICIAS está situado en el Barrio vallisoletano de Las Delicias. El origen y desarrollo de este barrio, consolidado dentro de la ciudad, están ligados a la llegada a Valladolid del ferrocarril a mediados del siglo XIX, que supuso, además, la localización de los talleres generales de la RENFE para la zona Noroeste de España. En los años 50 y 60 del siglo XX, el barrio recibió nuevos estímulos con la implantación de industrias ligadas al sector automovilístico (FASA y SAVA) y sus talleres auxiliares, que impulsaron un importante crecimiento demográfico y otorgaron al barrio gran parte de su identidad: barrio obrero-industrial, con un importante sector terciario de clase media-baja.

En la actualidad el barrio de Las Delicias se encuentra en un imparable proceso de regeneración debido a varios factores:

- Deslocalización de los talleres ferroviarios y automovilísticos.
- Nueva configuración proyectada para Valladolid como consecuencia de la llegada del tren de Alta Velocidad.
- Envejecimiento de la población.

Este último factor está provocando una disminución evidente del número de alumnos en la educación secundaria, lo que repercute en la planificación de la actividad escolar en los centros educativos.

La mayor parte del alumnado que recibe el IES DELICIAS reside en el propio barrio, en su entorno más próximo o en la población de La Cistérniga. Esto no significa que conformen un sector homogéneo ya que se está produciendo un incremento muy significativo de alumnos procedentes de familias inmigrantes asentadas en el barrio, especialmente hispanoamericanas, magrebíes y del este europeo. Este hecho tiene como consecuencia que los alumnos matriculados en el IES DELICIAS pertenecen a una gran variedad étnico-cultural.

Los alumnos de Bachillerato, en la modalidad de Artes, proceden de toda la provincia de Valladolid, debido a la oferta tan limitada que esta especialidad educativa tiene en toda la

provincia. En las otras modalidades de Bachillerato los alumnos proceden fundamentalmente del propio Centro, y de los centros concertados de la zona que carecen de la oferta de Bachillerato.

Lo que se plantea en este trabajo está pensado para los cursos de 1º 2º de bachillerato en el presente curso que es el 2022/2023, y es por ello que para definir los objetivos y competencias vamos a distinguir entre 1º y 2º de bachillerato ya que la LOMLOE en este curso se aplica únicamente a los cursos impares, es decir, en 1º de bachillerato. En 2º de bachillerato se aplica la ley anterior, la LOMCE.

4.2. 1º de bachillerato

En esta parte se van a presentar los objetivos, o metas que orientan el proceso de aprendizaje, centrándose únicamente en los objetivos particulares de la asignatura de física y química.

Además para cumplir los fines del bachillerato, proporcionar formación, madurez intelectual y humana, conocimientos, habilidades y actitudes que le permitan desarrollar funciones sociales e incorporarse a la vida activa con responsabilidad y aptitud, es preciso que esta etapa de contribuya a que el alumnado progrese en el grado de desarrollo de las competencias que, de acuerdo con el Perfil de Salida del alumnado al término de la enseñanza básica, debe haberse alcanzado al finalizar la Educación Secundaria Obligatoria. Es por ello que se van a definir las competencias clave y específicas.

Finalmente, se detallarán los contenidos correspondientes a la asignatura de física y química en el curso 1º de Bachillerato.

4.2.1. Objetivos de la asignatura de física y química

Esta asignatura tiene como finalidad el desarrollo de las siguientes capacidades:

- Comprender los conceptos, leyes, teorías y modelos de la Física y de la Química para que puedan adquirir una formación científica básica para su futuro.
- Los alumnos deben saber aplicar los conceptos aprendidos en clase a situaciones que se les presenten en la vida cotidiana y puedan ser capaces de interpretar los fenómenos naturales.
- Desarrollar un pensamiento crítico.
- Usar destrezas investigadoras de forma autónoma partiendo de que la Ciencia es un proceso cambiante y dinámico.

- Ser capaces de aplicar los procedimientos científicos para la resolución de problemas, así como búsqueda de información, descripción, análisis y tratamiento de datos, formulación de hipótesis, diseño de estrategias de contraste experimentación, elaboración de conclusiones. Todo esto hace que los alumnos y alumnas desarrollen una mayor autonomía al interrelacionar conocimientos.
- Los alumnos y alumnas tienen que ser capaces de usar de manera correcta las tecnologías para obtener información sobre cuestiones científicas y usarla correctamente en lo que se les pida.
- Ser capaces de diferenciar entre ciencia y creencias y otros tipos de conocimiento.
- Para lograr un aprendizaje exitoso es necesario que los alumnos y alumnas tengan hábitos de lectura, estudio y disciplina.
- Los alumnos y alumnas tienen que ser capaces de expresarse con lenguaje científico de forma correcta. Tienen que saber analizar e interpretar gráficas, tablas, expresiones matemáticas, etc.
- Inculcar los alumnos y alumnas la repercusión que tiene la Física y la Química en la sociedad y en el medio ambiente.
- Tienen que ser capaces de realizar experimentos tanto de forma individual como de forma grupal para que los alumnos y alumnas sean capaces de poner en práctica lo aprendido en el aula.
- Hacer que vean la evolución de la ciencia y lo que ha supuesto a lo largo de la historia.

4.2.2. Competencias clave

Según el artículo 16.1 del Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, las competencias clave son las que se describen en la figura 1.



Figura 1.- Competencias clave según la LOMLOE.

4.2.3. Competencias específicas

Según el Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, las competencias específicas de la asignatura de física y química en 1º de Bachillerato son las que se describen en la figura 2.



Figura 2.- Competencias específicas en física y química según la LOMLOE.

4.2.4. Contenidos de la asignatura de física y química en 1º de bachillerato

Los contenidos de 1º de bachillerato en la asignatura de física y química se establecen en el decreto 40/2022 de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León. Estos contenidos se especifican en la tabla 3.

Tabla 3.- Contenidos de la asignatura de física y química en el curso 1º de bachillerato.

BLOQUE A- ENLACE QUÍMICO Y ESTRUCTURA DE LA MATERIA
<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de la tabla periódica: contribuciones históricas a su elaboración actual e importancia como herramienta predictiva de las propiedades de los elementos. • Estructura electrónica de los átomos tras el análisis de su interacción con la radiación electromagnética: explicación de la posición de un elemento en la tabla periódica y de la similitud en las propiedades de los elementos químicos de cada grupo. • Teorías sobre la estabilidad de los átomos e iones: predicción de la formación de enlaces entre los elementos, representación de estos mediante estructuras de Lewis y deducción de cuáles son las propiedades de las sustancias químicas. Comprobación a través de la observación y la experimentación. • Nomenclatura de sustancias simples, iones y compuestos químicos inorgánicos: compuestos binarios incluyendo peróxidos, hidróxidos y principales oxoácidos y oxisales neutras y ácidas. Composición y aplicaciones en la vida cotidiana.
BLOQUE B- REACCIONES QUÍMICAS
<ul style="list-style-type: none"> • Leyes fundamentales de la química (leyes ponderales, ley de los volúmenes de combinación, hipótesis de Avogadro). Relaciones estequiométricas en las reacciones químicas y en la composición de los compuestos. Resolución de cuestiones cuantitativas relacionadas con la química en la vida cotidiana. • Clasificación de las reacciones químicas: relaciones que existen entre la química y aspectos importantes de la sociedad actual como, por ejemplo, la conservación del medioambiente o el desarrollo de fármacos. • Cálculo de cantidades de materia en sistemas fisicoquímicos concretos, como gases ideales y sus leyes o disoluciones (expresando su concentración en porcentaje en masa, porcentaje en volumen, g/L y fracción molar) y sus propiedades. Variables medibles propias del estado de los mismos en situaciones de la vida cotidiana. • Estequiometría de las reacciones químicas: aplicaciones en los procesos industriales más significativos de la ingeniería química.

BLOQUE C- QUÍMICA ORGÁNICA
<ul style="list-style-type: none"> • Propiedades físicas y químicas generales de los compuestos orgánicos a partir de las estructuras químicas de sus grupos funcionales: generalidades en las diferentes series homólogas y aplicaciones en el mundo real. • Reglas de la IUPAC para formular y nombrar correctamente algunos compuestos orgánicos mono- y polifuncionales (hidrocarburos, compuestos oxigenados y compuestos nitrogenados).
BLOQUE D- CINEMÁTICA
<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión de la diferencia entre sistemas de referencia inerciales y sistemas de referencia no inerciales para describir de forma cualitativa el movimiento relativo de los cuerpos en situaciones de la vida cotidiana y para resolver problemas sencillos en una sola dimensión en sistemas de referencia inerciales haciendo uso del principio de relatividad de Galileo. • Variables cinemáticas en función del tiempo en los distintos movimientos que puede tener un objeto, con o sin fuerzas externas: resolución de situaciones reales relacionadas con la física y el entorno cotidiano. • Variables que influyen en un movimiento rectilíneo y circular: magnitudes y unidades empleadas. Movimientos cotidianos que presentan estos tipos de trayectoria. • Relación de la trayectoria de un movimiento compuesto con las magnitudes que lo describen.
BLOQUE E- ESTÁTICA Y DINÁMICA
<ul style="list-style-type: none"> • Las fuerzas como medida de la interacción entre dos cuerpos, su carácter vectorial. Identificación de las fuerzas normal, peso, rozamiento estático y dinámico y tensión. • Comprensión y aplicación de las Leyes de Newton para un movimiento rectilíneo, circular o compuesto bajo la perspectiva de un sistema de referencia inercial. • Predicción, a partir de la composición vectorial, del comportamiento estático o dinámico de una partícula y un sólido rígido bajo la acción de un par de fuerzas. • Relación de la mecánica vectorial aplicada sobre una partícula con su estado de reposo o de movimiento: aplicaciones estáticas o dinámicas de la física en otros campos, como la ingeniería o el deporte. • Interpretación de las leyes de la dinámica en términos de magnitudes como el momento lineal y el impulso mecánico: aplicaciones en el mundo real.

BLOQUE F- ENERGÍA

- Conceptos de trabajo y potencia: elaboración de hipótesis sobre el consumo energético de sistemas mecánicos o eléctricos del entorno cotidiano y su rendimiento.
- Energía potencial y energía cinética de un sistema sencillo: aplicación a la conservación de la energía mecánica en sistemas conservativos y no conservativos y al estudio de las causas que producen el movimiento de los objetos en el mundo real. Teorema de las fuerzas vivas.
- Variables termodinámicas de un sistema en función de las condiciones: determinación de las variaciones de temperatura que experimenta y las transferencias de energía que se producen con su entorno.

4.3. 2º de bachillerato

Para el curso de 2º de bachillerato, para el cual durante el curso 2022/2023 como ya se ha comentado se sigue aplicando la LOMCE. Por lo que en este apartado se van a mencionar los objetivos correspondientes a la asignatura de química, las competencias y los elementos transversales que se trabajan para dicha ley.

Finalmente se detallarán los contenidos correspondientes a la asignatura de química en el curso de 2º de Bachillerato con la LOMCE.

4.3.1. Objetivos de la asignatura de química

Según la ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León en la parte final la asignatura de química tiene los siguientes objetivos:

- La ciencia trata de dar una explicación al mundo que nos rodea y, dentro de las disciplinas que la componen, a la Química, en general, se le da un papel central porque sus conocimientos son imprescindibles para otras áreas: Biología, Medicina, Ciencia de Materiales, Geología, Farmacología, Ciencias Ambientales, Electrotecnia, Termotecnia, etc.
- La Química está presente prácticamente en todos los ámbitos de la vida: en agricultura, alimentación, elaboración de medicamentos, obtención de combustibles, elaboración de materiales. No se puede pensar en ningún campo en el que no esté presente la Química y es de prever que su importancia sea cada vez mayor.
- El nivel adquirido por la industria química de un país se considera una medida del grado de desarrollo del mismo. Existe una correlación muy alta, de forma que los países

avanzados cuentan con una importante industria química y dedican muchos recursos a la investigación química.

- El estudio de la Química se hace imprescindible para todo el alumnado de Bachillerato que quiera dedicarse a cualquier disciplina científica porque, como se ha indicado anteriormente, es base de los conocimientos de las otras ciencias. Es decir, tiene un carácter orientador y preparatorio para estudios posteriores.
- La Química es una ciencia experimental, pero con un importante cuerpo teórico, por eso la asignatura se plantea desde esta doble vertiente: por una parte, hay que adquirir el método de trabajo propio de la ciencia realizando experiencias de laboratorio y, por otra, conocer los principios fundamentales, las leyes, las principales teorías que explican las propiedades de la materia.

4.3.2. Competencias

La consecución de las competencias clave para que los individuos alcancen pleno desarrollo personal, social y profesional se plantea en la Ley 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) y en la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. Según esta última orden (ECD/65/2015) el conocimiento competencial integra un conocimiento de base conceptual: conceptos, principios, teorías, datos y hechos (conocimiento declarativo-saber decir); un conocimiento relativo a las destrezas, referidas tanto a la acción física observable como a la acción mental (conocimiento procedimental-saber hacer); y un tercer componente que tiene una gran influencia social y cultural, y que implica un conjunto de actitudes y valores (saber ser). Por otra parte, el aprendizaje por competencias favorece los propios procesos de aprendizaje y la motivación por aprender, debido a la fuerte interrelación entre sus componentes: el conocimiento de base conceptual («conocimiento») no se aprende al margen de su uso, del «saber hacer»; tampoco se adquiere un conocimiento procedimental («destrezas») en ausencia de un conocimiento de base conceptual que permite dar sentido a la acción que se lleva a cabo.

En esta asignatura se fomentará el desarrollo de las siguientes competencias que se representan en la figura 3.



Figura 3.- Competencias según LOMCE.

4.3.3. Elementos transversales que se trabajan en la asignatura de química

En la LOMCE se recogen una serie de elementos transversales:

- La comprensión lectora.
- La expresión oral y escrita.
- La comunicación audiovisual.
- Las Tecnologías de la Información y la Comunicación y las situaciones de riesgo derivadas de su inadecuada utilización.
- La educación cívica y constitucional.
- La igualdad efectiva entre hombres y mujeres.
- Los valores inherentes al principio de igualdad de trato y no discriminación por cualquier condición o circunstancia personal o social.
- El aprendizaje de la prevención y resolución pacífica de conflictos en todos los ámbitos de la vida personal, familiar y social.
- Los valores que sustentan la libertad, la justicia, la igualdad, el pluralismo político, la paz, la democracia, el respeto a los derechos humanos, el respeto a los hombre y mujeres por igual, a las personas con discapacidad y el rechazo a la violencia terrorista, la pluralidad, el respeto al Estado de derecho, el respeto y consideración a las víctimas del terrorismo y la prevención del terrorismo y de cualquier tipo de violencia.

- La prevención de la violencia de género, de la violencia contra las personas con discapacidad, de la violencia terrorista y de cualquier forma de violencia, racismo o xenofobia, incluido el estudio del Holocausto judío como hecho histórico.
- El desarrollo sostenible y el medio ambiente.
- La protección ante emergencias y catástrofes.
- La actividad física y la dieta equilibrada.
- La prevención de los accidentes de tráfico, con el fin de que el alumnado conozca sus derechos y deberes como usuario de las vías, en calidad de peatón, viajero y conductor de bicicletas o vehículos a motor, respete las normas y señales, y se favorezca la convivencia, la tolerancia, la prudencia, el autocontrol, el diálogo y la empatía con actuaciones adecuadas tendentes a evitar los accidentes de tráfico y sus secuelas.

4.3.4. Contenidos de la asignatura de química en 2º de bachillerato

Los contenidos de 2º de bachillerato en la asignatura de química se establecen en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria obligatoria y el Bachillerato. Estos contenidos se especifican en la tabla 4.

Tabla 4.- Contenidos correspondientes en la asignatura de química en el curso de 2º de Bachillerato.

BLOQUE 1- LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA
<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de estrategias básicas de la actividad científica. • Investigación científica: documentación, elaboración de informes, comunicación y difusión de resultados. • Importancia de la investigación científica en la industria y en la empresa
BLOQUE 2- ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL UNIVERSO
<ul style="list-style-type: none"> • Estructura de la materia. Hipótesis de Planck. Modelo atómico de Bohr. • Mecánica cuántica: Hipótesis de De Broglie, Principio de Incertidumbre de Heisenberg. • Orbitales atómicos. Números cuánticos y su interpretación. • Partículas subatómicas: origen del Universo. • Clasificación de los elementos según su estructura electrónica: Sistema Periódico. • Propiedades de los elementos según su posición en el Sistema Periódico: energía de ionización, afinidad electrónica, electronegatividad, radio atómico. • Enlace químico. • Enlace iónico. • Propiedades de las sustancias con enlace iónico. • Enlace covalente. Geometría y polaridad de las moléculas. • Teoría del enlace de valencia (TEV) e hibridación.

- Teoría de repulsión de pares electrónicos de la capa de valencia (TRPECV).
- Propiedades de las sustancias con enlace covalente.
- Enlace metálico.
- Modelo del gas electrónico y teoría de bandas.
- Propiedades de los metales. Aplicaciones de superconductores y semiconductores.
- Enlaces presentes en sustancias de interés biológico.
- Naturaleza de las fuerzas intermoleculares.

BLOQUE 3- REACCIONES QUÍMICAS

- Concepto de velocidad de reacción.
- Teoría de colisiones
- Factores que influyen en la velocidad de las reacciones químicas.
- Utilización de catalizadores en procesos industriales.
- Equilibrio químico. Ley de acción de masas. La constante de equilibrio: formas de expresarla.
- Factores que afectan al estado de equilibrio: Principio de Le Chatelier.
- Equilibrios con gases.
- Equilibrios heterogéneos: reacciones de precipitación.
- Aplicaciones e importancia del equilibrio químico en procesos industriales y en situaciones de la vida cotidiana.
- Equilibrio ácido-base.
- Concepto de ácido-base.
- Teoría de Brønsted-Lowry.
- Fuerza relativa de los ácidos y bases, grado de ionización.
- Equilibrio iónico del agua.
- Concepto de pH. Importancia del pH a nivel biológico.
- Volumetrías de neutralización ácido-base.
- Estudio cualitativo de la hidrólisis de sales.
- Estudio cualitativo de las disoluciones reguladoras de pH.
- Ácidos y bases relevantes a nivel industrial y de consumo. Problemas medioambientales.
- Equilibrio redox.
- Concepto de oxidación-reducción. Oxidantes y reductores. Número de oxidación.
- Ajuste redox por el método del ion-electrón. Estequiometría de las reacciones redox.
- Potencial de reducción estándar.
- Volumetrías redox.

- Leyes de Faraday de la electrolisis.
- Aplicaciones y repercusiones de las reacciones de oxidación reducción: baterías eléctricas, pilas de combustible, prevención de la corrosión de metales.

BLOQUE 4- SÍNTESIS ORGÁNICA Y NUEVOS MATERIALES

- Estudio de funciones orgánicas.
- Nomenclatura y formulación orgánica según las normas de la IUPAC.
- Funciones orgánicas de interés: oxigenadas y nitrogenadas, derivados halogenados tioles perácidos.
- Compuestos orgánicos polifuncionales.
- Tipos de isomería.
- Tipos de reacciones orgánicas.
- Principales compuestos orgánicos de interés biológico e industrial: materiales polímeros y medicamentos.
- Macromoléculas y materiales polímeros.
- Polímeros de origen natural y sintético: propiedades.
- Reacciones de polimerización.
- Fabricación de materiales plásticos y sus transformados: impacto medioambiental.
- Importancia de la Química del Carbono en el desarrollo de la sociedad del bienestar.

5. DISEÑO DE LAS ACTIVIDADES

5.1. Laboratorios virtuales

En este trabajo fin de máster se ha llevado a cabo una investigación sobre la efectividad de los laboratorios virtuales en el aprendizaje de la asignatura de Física y Química, en un grupo de alumnos de 1º de Bachillerato del IES Delicias de Valladolid. Esta investigación se llevó a cabo después de que los alumnos hubieran dado el bloque D correspondiente a la cinemática, en el cual habían hecho uso de los laboratorios virtuales para realizar prácticas de caída libre de objetos, mru y mrua. Se pretende analizar si el uso de estos ha despertado la curiosidad de los alumnos por la física y la química, si habían entendido conceptos que se habían dado en clase y no les habían quedado claros. También interesa saber si les gustaría usar esta herramienta para cursos futuros y si la usarían para su uso personal en casa, ya sea para estudiar o porque les cause interés cualquier tema.

Para llevar a cabo esta investigación se ha procedido a utilizar un enfoque cuantitativo para determinar el desarrollo del aprendizaje, basado en el análisis de un cuestionario de selección múltiple con respuesta única. Posteriormente, se analizarán los resultados con ayuda de la herramienta Excel, con el objetivo de obtener resultados precisos.

Primeramente, se procedió a realizar una revisión bibliográfica de la literatura disponible sobre el tema tratado, con el fin de recopilar información sobre el uso de laboratorios virtuales y su aplicación en centro educativos, en diferentes asignaturas y cursos. La revisión se realizó en fuentes tanto nacionales como internacionales a partir de la consulta de bases de datos especializadas en educación como Google Scholar o bases de datos de diferentes universidades.

Posteriormente, se llevó a cabo un cuestionario a una muestra representativa de dos grupos de 1º de Bachillerato del instituto IES Delicias de Valladolid que cursan la asignatura de Física y Química y acababan de dar el tema de cinemática y habían utilizado laboratorios virtuales. Esto permitió recopilar datos cuantitativos sobre el uso de laboratorios virtuales en dichas clases. El cuestionario fue realizado de manera on-line, la cual fue diseñada específicamente para la investigación, y se ha distribuido gracias a la colaboración del centro educativo.

El cuestionario se realizó de manera anónima, de esta manera los alumnos pudieron expresar sus ideas sin ningún tipo de presión a la hora de contestar a las preguntas, ya que muchas veces sus respuestas se pueden ver condicionadas por la opinión del profesor. También cabe destacar, que no se ha tenido en cuenta la diferencia de sexo ni la edad, ya que se considera que son dos factores no determinantes en los resultados del estudio.

El cuestionario está formado por 7 preguntas, orientadas a conocer la opinión de los alumnos acerca de los simuladores y laboratorios virtuales. En cuanto al espacio muestral, dicho

cuestionario fue planteado a 42 alumnos de 1º de bachillerato de la rama de ciencias del instituto IES Delicias de Valladolid. Este cuestionario se expone en la tabla 5.

Tabla 5.- Cuestionario elaborado para los alumnos.

Pregunta 1	¿Sabes que es un simulador virtual?
Pregunta 2	¿Has usado alguna vez simuladores o laboratorios virtuales?
Pregunta 3	Nombra los laboratorios virtuales que has usado
Pregunta 4	El uso de simuladores ¿te ha despertado curiosidad por física y química?
Pregunta 5	¿Has entendido conceptos dados en clase gracias a estas herramientas?
Pregunta 6	Para cursos futuros ¿te gustaría utilizar esta herramienta?
Pregunta 7	¿Usarías o usas los simuladores en casa para estudiar?

Para el análisis y estudio de los resultados obtenidos, se ha utilizado una metodología cuantitativa y se realizó un tratamiento estadístico de los datos. Dicho tratamiento se realizó gracias a la aplicación Microsoft Excel. Presentando los resultados mediante una tabla y un diagrama de sectores en la que se recogen los porcentajes obtenidos.

Por último, para completar esta investigación y ver también la perspectiva de la profesora sobre el uso de laboratorios virtuales, se la ha realizado un cuestionario diseñado para obtener dicha información. Este cuestionario ha permitido recopilar datos sobre la experiencia y la opinión de la docente sobre la utilidad de esta herramienta educativa. La manera de proceder fue análoga al cuestionario propuesto a los alumnos, la única diferencia es que el enfoque de este cuestionario fue diferente.

El cuestionario está formado por 9 preguntas, orientadas a conocer la opinión de la profesora de Física y Química del IES Delicias sobre la utilidad que le ve ella al uso de los laboratorios virtuales, si tiene pensado implantarlo en otros cursos y si ha observado mejoría académica entre otras cuestiones. Este cuestionario se muestra en la tabla 6.

Tabla 6.- Cuestionario elaborado a la profesora.

Pregunta 1	¿Cuánto tiempo llevas usando esta herramienta para este curso?
Pregunta 2	¿Consideras que las prácticas de laboratorio son de utilidad para el aprendizaje de la química?
Pregunta 3	¿Consideras que los laboratorios físicos son peligrosos para los estudiantes?
Pregunta 4	¿Implantarías los laboratorios virtuales en más cursos?
Pregunta 5	¿Cómo enfocas el uso de laboratorios virtuales, como sustitución a los físicos o como complemento a estos?
Pregunta 6	¿A qué asignaturas aplicarías el uso de esta aplicación?
Pregunta 7	¿Has observado mejora académica en el alumnado con la implantación de esta actividad?
Pregunta 8	¿Qué laboratorios son más útiles los físicos o los virtuales?

Pregunta 9	¿Recomendarías a tus alumnos usarlos para estudiar la asignatura?
-------------------	---

En este cuestionario, se realizó un análisis cualitativo, con objeto de recoger la experiencia que ha tenido ella con los alumnos a la hora de implantar estas actividades, y si la ve útil para este tipo de nivel y asignatura.

5.1.1. Actividades programadas

La propuesta para el curso de 1º de bachillerato consiste en explicar el bloque de cinemática intercalando la teoría con los ejercicios. Después de cubrir la teoría y los ejercicios iniciales, se realiza una prueba para evaluar la asimilación de los contenidos del bloque de cinemática. Esta prueba permitirá identificar las fortalezas y debilidades de los estudiantes y servirá como punto de partida para medir su progreso.

Seguidamente, se presenta a los alumnos una serie de laboratorios virtuales relacionados con los conceptos de cinemática. Estos laboratorios permitirán, a los estudiantes, aplicar los conocimientos teóricos de forma práctica, observando cómo se comportan los objetos en diferentes situaciones y realizando experimentos virtuales para explorar los conceptos en mayor profundidad. Estos laboratorios virtuales están diseñados para reforzar los contenidos teóricos, así como para ayudar a los estudiantes que no hayan comprendido completamente la explicación teórica inicial.

Una vez realizado lo anterior se les volverá a hacer una prueba parecida a la primera. Esta prueba permitirá evaluar si los alumnos que obtuvieron una baja calificación en la prueba inicial han mejorado después de la implementación de los laboratorios virtuales. Comparando los resultados de ambas pruebas, se podrán obtener conclusiones sobre la eficacia del uso de los laboratorios virtuales como herramienta de aprendizaje.

Para recopilar la opinión de los alumnos sobre la propuesta de los laboratorios virtuales, se administra un cuestionario diseñado específicamente para obtener su visión sobre esta metodología de enseñanza. El cuestionario puede incluir preguntas sobre la utilidad percibida de los laboratorios virtuales, su nivel de comprensión de los conceptos de cinemática, y si consideran que los laboratorios virtuales ayudaron a mejorar su aprendizaje.

En este trabajo para conocer la opinión de la profesora del IES Delicias se le pasa un cuestionario parecido al de los alumnos. Este cuestionario puede abordar aspectos como la facilidad de implementación de los laboratorios virtuales, su percepción sobre la participación y el interés de los estudiantes, y su evaluación general de la eficacia de esta metodología en comparación con los enfoques tradicionales de enseñanza.

El análisis de los resultados obtenidos de las pruebas y cuestionarios permitirá evaluar tanto el impacto de los laboratorios virtuales en el aprendizaje de los estudiantes como la percepción de la profesora sobre su eficacia. Estos datos serán fundamentales para tomar decisiones informadas sobre la continuación y posible mejora de la implementación de laboratorios virtuales en futuros cursos.

5.1.2. Temporalización

La actividad completa (teoría y laboratorios virtuales) tiene una duración de 17 sesiones que se van a distribuir de la siguiente manera:

- 12 sesiones van a estar destinadas a la explicación teórica del bloque de cinemática y resolución de ejercicios prácticos relacionados con el tema. En ellas se llevará a cabo la explicación teórica de los conceptos de cinemática, cubriendo los temas y principios fundamentales. Se proporcionarán ejemplos prácticos y se resolverán ejercicios relacionados después de cada explicación teórica.
- 1 sesión estará destinada a la prueba inicial que se va a realizar a los alumnos.
- 2 sesiones para la presentación y realización de los laboratorios virtuales relacionados con la cinemática y su posterior uso por parte de los alumnos. Durante estas dos sesiones, se presentarán a los alumnos los laboratorios virtuales relacionados con la cinemática. Se explicará cómo acceder a ellos y se proporcionarán instrucciones claras sobre cómo utilizarlos. Se les animará a explorar y realizar experimentos virtuales para reforzar los conceptos teóricos.
- 1 sesión se destinará a la realización de la segunda prueba para evaluar el progreso de los estudiantes después de la implementación de los laboratorios virtuales.
- 1 sesión para responder el cuestionario y analizar los datos de las pruebas y de los cuestionarios.

5.1.3. Evaluación

El bloque de cinemática contará un 30% del total del segundo cuatrimestre. En la tabla 7 se desglosa cada aspecto que se evalúa.

Tabla 7.- Evaluación de laboratorios virtuales.

Aspecto a evaluar	Puntuación
Asistencia en clase (teóricas y laboratorios virtuales)	10%
Participación en clase (teóricas y laboratorios virtuales)	30%
Prueba	60%

La participación en clase es un aspecto fundamental para evaluar el compromiso y el nivel de implicación de los alumnos en el proceso de aprendizaje. En la participación en clase se evaluará lo siguiente:

- Contestar preguntas: Durante las sesiones teóricas y prácticas, se pueden plantear preguntas a los estudiantes para verificar su comprensión de los conceptos. Se evaluará si los alumnos participan activamente al responder preguntas con precisión y claridad.
- Ofrecerse voluntario para resolver ejercicios: Se debe fomentar la participación activa de los estudiantes al ofrecerse voluntarios para resolver ejercicios en el aula. Esto demuestra su comprensión de los conceptos y su capacidad para aplicarlos.
- Investigación y aportes adicionales: Se puede animar a los estudiantes a investigar y explorar más allá de los contenidos enseñados en clase. Si los alumnos buscan laboratorios virtuales u otros recursos relacionados con la cinemática y los comparten con sus compañeros, esto muestra un nivel más alto de interés y dedicación

Para evaluar la prueba se va a considerar únicamente la prueba en la que los alumnos obtengan una mayor puntuación. Esto implica que, si los estudiantes mejoran su desempeño en la segunda prueba en comparación con la primera, se tomará en cuenta la puntuación más alta para su evaluación final, favoreciendo en todo caso el progreso de los alumnos.



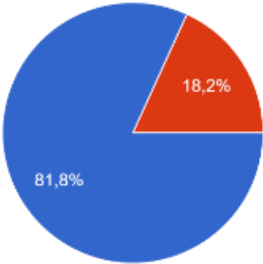
5.1.4. Resultados y discusión de los resultados obtenidos tras los cuestionarios

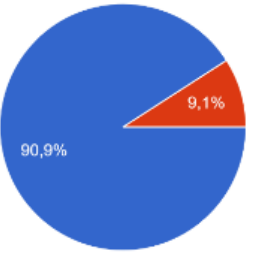
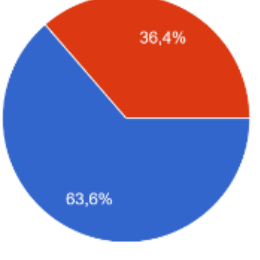
En este apartado se presentarán los resultados obtenidos durante la investigación llevada a cabo mediante los cuestionarios propuestos a los alumnos y la profesora. Se incluirán gráficos y tablas de los datos recopilados, que ayudarán a visualizar y comprender los resultados de manera más efectiva. Estos resultados serán analizados y discutidos posteriormente con el objetivo de obtener conclusiones significativas.

Respuestas de los alumnos

En la tabla 8 se muestran 6 de las 7 preguntas (las de respuesta Sí o No) que forman parte del cuestionario propuesto a los alumnos. Se muestran los alumnos que han respondido Sí, los que han respondido No, y el porcentaje de cada respuesta.

Tabla 8.- Resultados obtenidos del cuestionario realizado a los alumnos tanto numéricamente como gráficamente.

Cuestionario Alumnos	Si	No	Gráficos
1. ¿Sabes que es un simulador virtual?	33	0	
2. ¿Has usado alguna vez simuladores o laboratorios virtuales?	33	0	
3. El uso de simuladores ¿te ha despertado curiosidad por física y química?	30	3	

4. ¿Has entendido conceptos dados en clase gracias a estas herramientas?	30	3	
5. Para cursos futuros ¿te gustaría utilizar esta herramienta?	29	4	
6. ¿Usarías o usas los simuladores en casa para estudiar?	26	7	

Como se ha indicado anteriormente, el cuestionario se propuso a 42 alumnos, que son los que componen las dos clases de 1º de bachillerato de la rama de ciencias del IES Delicias. Como se puede ver el cuestionario lo contestaron 33 alumnos, lo que equivale a un 78%, lo que supone bastante más de la mitad de los alumnos encuestados, lo que permite obtener conclusiones significativas sobre el uso de laboratorios virtuales.

En las preguntas 1 y 2 se puede ver que todos los alumnos han contestado Sí. Esta respuesta era de esperar ya que de antemano se sabía que los alumnos de este centro habían usado laboratorios virtuales en clase. En la pregunta 3 es interesante notar que la mayoría de los alumnos que contestaron al cuestionario, un 81.8%, han encontrado que el uso de simuladores virtuales les ha despertado curiosidad por la física y la química, lo que sugiere que estas herramientas pueden ser una forma efectiva de involucrar a los estudiantes en estos temas. En la pregunta 4 es alentador ver que la mayoría de los estudiantes han entendido los conceptos dados en clase gracias a estas herramientas, un 90%, lo que sugiere que los simuladores virtuales pueden ser una herramienta útil para la enseñanza y el aprendizaje. Finalmente, en las preguntas 5 y 6 es interesante ver que la mayoría de los estudiantes estarían interesados en utilizar estas herramientas en el futuro (90.9%) y en su propio tiempo de estudio en casa, 63.6% un poco más de la mitad.

En general, estos resultados sugieren que los simuladores virtuales son una herramienta valiosa para la enseñanza y el aprendizaje de la física y la química, y que la gran mayoría de los estudiantes que han contestado el cuestionario, están dispuestos a utilizarlos en el futuro y en su propio tiempo de estudio en casa.

Con el fin de saber que laboratorios virtuales han usado y si recordaban sus nombres se les planteó la pregunta cuyas respuestas se muestran en la tabla 9.

Tabla 9.- Nombre de los diferentes laboratorios usados.

Si la respuesta anterior ha sido afirmativa. Indica cuales.
Phet colorado, uno de la UA y alguno más que no me acuerdo
Phet
phet
laboratorio virtual y un simulador de ciada libre
uno de mru y mrua
phet y el de una universidad
no me acuerdo
Uno de cinematica
uno de una universidad
laboratorios virtuales de fisica y quimica
No recuerdo
no me acuerdo el nombre
Uno de fisica y quimica
phet colorado
phet
phet
phet
phet
laboratorios virtuales
no me acuerdo del nombre
laboratorios de quimica y fisica
phet colorado
no recuerdo el nombre

Estas respuestas indican que el laboratorio virtual PhET Colorado es la herramienta más comúnmente utilizada, seguida de otros laboratorios virtuales y simuladores de física y química, como los proporcionados por otras universidades. Cabe destacar que es conveniente que los alumnos recuerden el nombre del laboratorio que han usado, con el fin de poderlo utilizar para ayudarles a estudiar o comprender conceptos en casa.

Respuestas de la profesora

A continuación, se muestran las respuestas dadas por la profesora del IES Delicias que utiliza laboratorios virtuales.

- **¿Cuánto tiempo llevas usando esta herramienta para este curso?**

Desde la Pandemia

- **¿Consideras que las prácticas de laboratorio son de utilidad para el aprendizaje de la química?**

Sí, las prácticas de laboratorio son de gran utilidad para que el alumnado entienda de una manera más ilustrativa los conceptos dados en clase.

- **¿Consideras que los laboratorios físicos son peligrosos para los estudiantes?**

Depende el tipo de práctica, nivel y número de alumnos que haya en el aula.

- **¿Implantarías los laboratorios virtuales en más cursos?**

Menos para 3 de ESO y 2 de bachillerato, que por falta de tiempo es inviable, para el resto de los cursos sí que he trabajado con esta herramienta.

- **¿Cómo enfocas el uso de laboratorios virtuales, como sustitución a los físicos o como complemento a estos?**

Sí y no. Me parece una buena idea llevarlos al laboratorio para que ellos mismo realicen los experimentos, aunque es verdad que a veces el reactivo que se necesita o el alto grado de toxicidad hace que el laboratorio virtual sea una alternativa al laboratorio físico.

- **¿A qué asignaturas aplicarías el uso de esta aplicación?**

A cualquier asignatura de la rama de ciencias.

- **¿Has observado mejora académica en el alumnado con la implantación de esta actividad?**

No especialmente, los alumnos que trabajan saben aprovechar esta herramienta, mientras que los que no trabajan no.

- **¿Qué laboratorios son más útiles los físicos o los virtuales?**

Los físicos, pero como ya indiqué por desgracia muchos de los experimentos no se pueden llevar a cabo por lo que es una buena alternativa.

- **¿Recomendarías a tus alumnos usarlos para estudiar la asignatura?**

Si, ya que te ayuda a visualizar los conceptos teóricos de una manera más amena y entretenida.

La respuesta de la profesora muestra que ella le da bastante importancia a la realización de prácticas de laboratorio como actividad complementaria a las clases teóricas ya que se consigue una mejor asimilación de los conceptos por parte de los alumnos. En cambio, debido a la gran cantidad de alumnos por clase, la falta de profesores de desdobles, las pocas horas lectivas disponibles o el poco material que disponen, hace que muchas veces sea imposible hacer todas las prácticas que ella desearía. Una buena opción es el uso de simuladores o laboratorios virtuales, los cuales lleva realizándose desde la llegada del Covid, ya que le permitió seguir trabajando de manera remota con sus alumnos.

Según la respuesta del cuestionario, la profesora ve bastante útil el uso de esta herramienta para que sus alumnos puedan entender y probar los conceptos que teóricamente se hayan dado en clase de una manera mucho más práctica, sin necesidad de ir al laboratorio, e incluso hacerlo desde casa. También, ve bastante positivo el uso de estos laboratorios, ya que los alumnos pueden trabajar sin necesidad de batas, o de cualquier otro material de protección al no estar en contacto directo con los reactivos.

En cuanto a la implantación de los laboratorios en otros cursos, está bastante a favor, e incluso en cursos como 4º y 2º de la ESO también los usa. En cambio, por falta de tiempo en segundo de bachillerato y tercero de la ESO no lo hace.

En lo que respecta a la curiosidad y actitud que sus alumnos tienen al realizar estas actividades, ella piensa que sí que ve una motivación en ellos a la hora de usar estas aplicaciones. Ya que es una manera más amena y divertida de aprender, pero en su caso no ve ninguna correlación entre las notas de los exámenes y el uso de éstos.

Sin embargo, por muy a favor que esté de estas prácticas remotas, ve mucho más importante la realización de prácticas de laboratorio al uso, ya que son mucho más ilustrativas que las realizadas de manera on-line, pero como ya se ha indicado, ir a hacer experimentos en un laboratorio físico, no depende del profesor al cargo, si no que depende de agentes externos como el horario, el material disponible, las instalaciones o el número de alumnos.

5.2. Aplicaciones móviles

En este apartado se va a llevar a cabo una propuesta del uso de aplicaciones móviles para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química en el curso 2º de bachillerato, específicamente enfocada en el bloque 4 del currículo que establece el Real Decreto 1105/2014. Esta propuesta tiene como objetivo complementar y mejorar la comprensión de los alumnos en la parte de síntesis orgánica y nuevos materiales. Este bloque se selecciona debido a que generalmente se aborda de manera superficial y los estudiantes suelen tener dificultades para comprender ciertos aspectos relacionados.

El uso de aplicaciones móviles en el ámbito educativo ofrece numerosas ventajas, ya que los dispositivos móviles son herramientas ampliamente utilizadas y accesibles para la mayoría de los estudiantes. Estas aplicaciones pueden brindar una experiencia interactiva y atractiva, permitiendo a los alumnos explorar y experimentar con conceptos de química de una manera más práctica y visual.

5.2.1. Aplicaciones disponibles

A continuación, se presentan dos propuestas de aplicaciones móviles diseñadas para reforzar el aprendizaje de la química: "Grupos Funcionales" y "Mozaik Education".

Grupos funcionales

Esta aplicación está disponible tanto en Play Store como en App Store. Para el caso de Android la aplicación es totalmente gratuita, en cambio para IOS tiene un coste de 19\$. Esto puede ser una desventaja para los alumnos que posean un iPhone, ya que tiene un costo elevado. Esto se puede solucionar de varias formas, la primera es que el alumno posea un ordenador portátil con Windows, ya que desde ahí la podría instalar. Otra solución sería si el centro tiene ordenadores portátiles, estilo Chromebook que pueda dejar a los alumnos.

Esta aplicación incluye 80 ejemplos de grupos funcionales, que incluyen las clases de compuestos orgánicos (aldehídos, éteres, ésteres, etc.) y de biomoléculas (ácidos nucleicos, carbohidratos, lípidos, etc.).

Para poder hacer uso de esta aplicación no es necesario registrarse, pero al abrir la aplicación anuncia que van a aparecer anuncios durante su uso, estos se pueden eliminar en la versión de pago. El que aparezcan anuncios es una clara desventaja ya que hace que los alumnos se distraigan mientras la están usando.

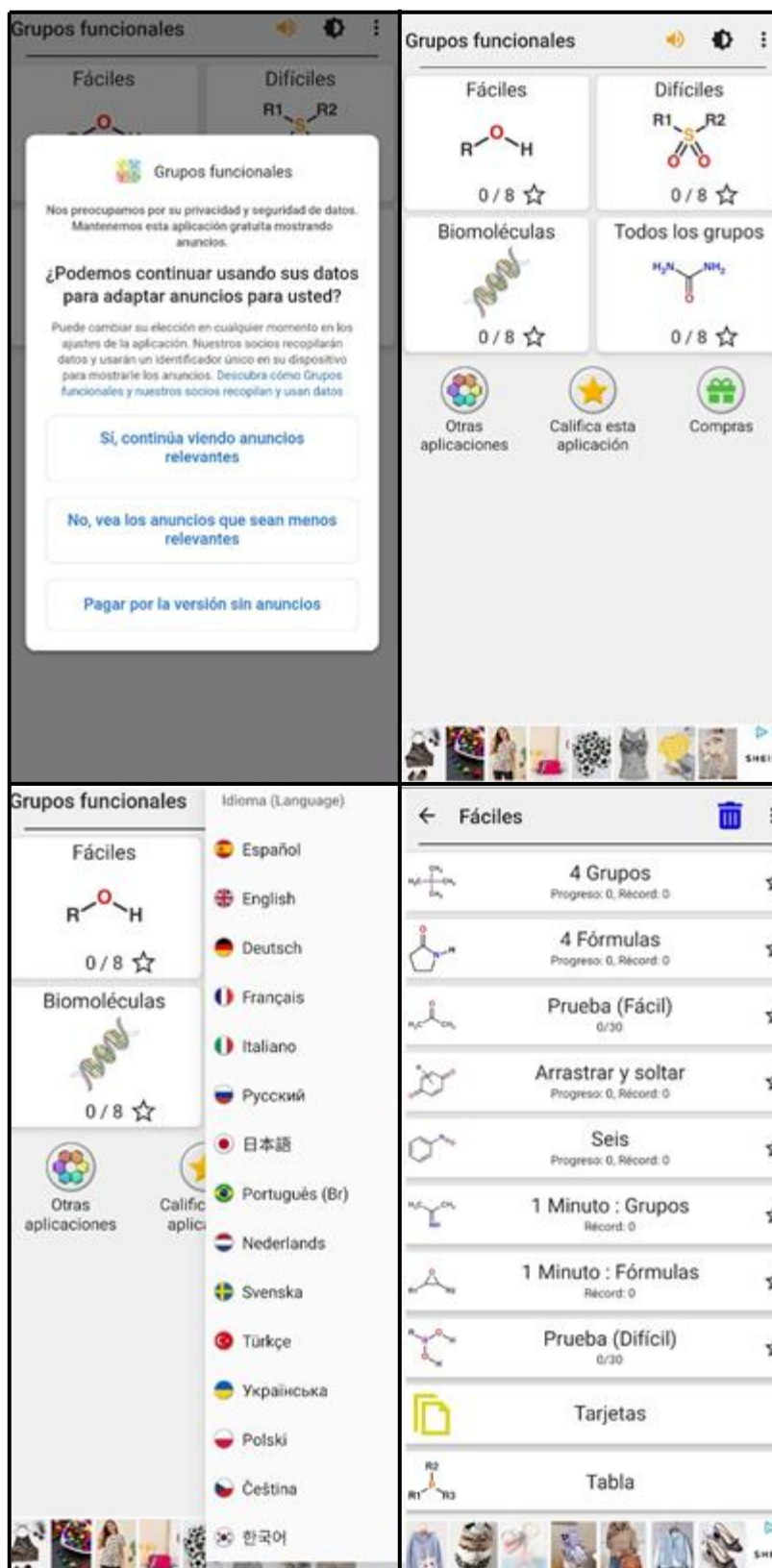


Figura 4.- Aplicación "grupos funcionales".

En la figura 3 aparecen 4 imágenes de la aplicación. En la primera aparece el mensaje donde indica que va a haber anuncios y que se pueden eliminar con la versión de pago. A la derecha está la pantalla principal de la aplicación donde aparecen todas las actividades que se pueden realizar que están divididas en: fáciles, difíciles, biomoléculas y todos los grupos. En esa misma imagen se puede ver en la parte superior derecha que se puede quitar el sonido de la aplicación, se puede poner la pantalla en modo oscuro y los tres puntos en vertical donde se abrirá un desplegable con todos los idiomas, que son 15, en los que está disponible la aplicación, que se puede ver en la parte inferior de la figura 3. Al lado de esta imagen aparecen todos los juegos en la parte de “fáciles”

Se puede ver que en todas las imágenes que forman parte de la figura 3, en la parte inferior aparecen anuncios, que en este caso es una página de ropa bastante popular que puede hacer que los alumnos acaben en la página de ropa y no en dicha aplicación.

En la figura 4 se muestran algunos ejemplos de cómo son las actividades que propone esta aplicación.

Figura 5.- Juegos disponibles en la aplicación "grupos funcionales".

En la figura 4 aparecen 8 imágenes de todos los juegos disponibles. En ellos te presentan el nombre del grupo funcional para que la asocies con la fórmula correcta o viceversa.

Las dos últimas imágenes de la figura 4, que son las correspondientes a tarjetas y tabla, se pueden utilizar a modo de estudio, ya que en la primera te dan la fórmula del grupo funcional y la fórmula de un compuesto en concreto y es para que los alumnos piensen cual puede ser y posteriormente se puede mostrar la respuesta. En la parte de tabla donde aparecen todos los grupos funcionales que posee la aplicación y en cada uno de ellos da la fórmula. Esta parte también se puede utilizar como estudio.

Esta aplicación también ofrece el acceso a otras aplicaciones relacionadas con el tema como se puede ver en la figura 5.



Figura 6.- Aplicaciones relacionadas.

Mozaik education

Esta aplicación es una plataforma digital educativa que tiene como objetivo brindar recursos a los estudiantes a través de textos, videos explicativos y ejercicios. Utiliza escenas interactivas de realidad aumentada para estimular el aprendizaje de manera entretenida y dinámica. La aplicación está diseñada para estudiantes de 8 a 18 años y cubre todas las áreas académicas como matemáticas, física, química, historia, geografía, entre otras. Además, está disponible en 18 idiomas y se puede utilizar en dispositivos electrónicos como tabletas, móviles y ordenadores. Se puede descargar la aplicación desde Google Play para Android, App Store para iOS y Mozaik 3D para Windows. También cuenta con un portal web donde los estudiantes pueden aprender desde casa y repasar temas previamente estudiados. En resumen, esta aplicación proporciona herramientas y funcionalidades que se adaptan a la enseñanza personalizada de los estudiantes.

Para acceder tanto a la aplicación móvil como en la versión de ordenador hay que crear una cuenta con la dirección de correo electrónico del alumno. Para la versión web hay que descargar “m3dViewer” para poder ver las simulaciones 3D. Tanto en el ordenador como en el teléfono móvil al iniciar sesión salta un mensaje que dice: “Puedes abrir 4 elemento(s) desde la mediateca esta semana. Para tener un acceso ilimitado a la mediateca, compra una suscripción de mozaWeb PREMIUM.” Es recomendable visualizarlo en un ordenador ya que no tiene límites de visita y se

puede ver mejor, ya que en el móvil hay que tenerlo en disposición horizontal porque si está en vertical se corta la imagen.

Como ya se ha comentado hay muchas simulaciones en 3D de varias asignaturas donde los alumnos pueden ir probando y viendo todas las posibles, la que se les recomendará es la referente a isomería óptica ya que es también un tema de orgánica, con el que suelen tener problemas a la hora de comprender y visualizar los contenidos. La opción de ver los compuestos en 3D facilita la distinción de compuestos idénticos (superponibles) y/o isómeros ópticos de distinto tipo (no superponibles).

Al descargar el simulador e iniciarlo aparece lo que se puede ver en la figura 6.

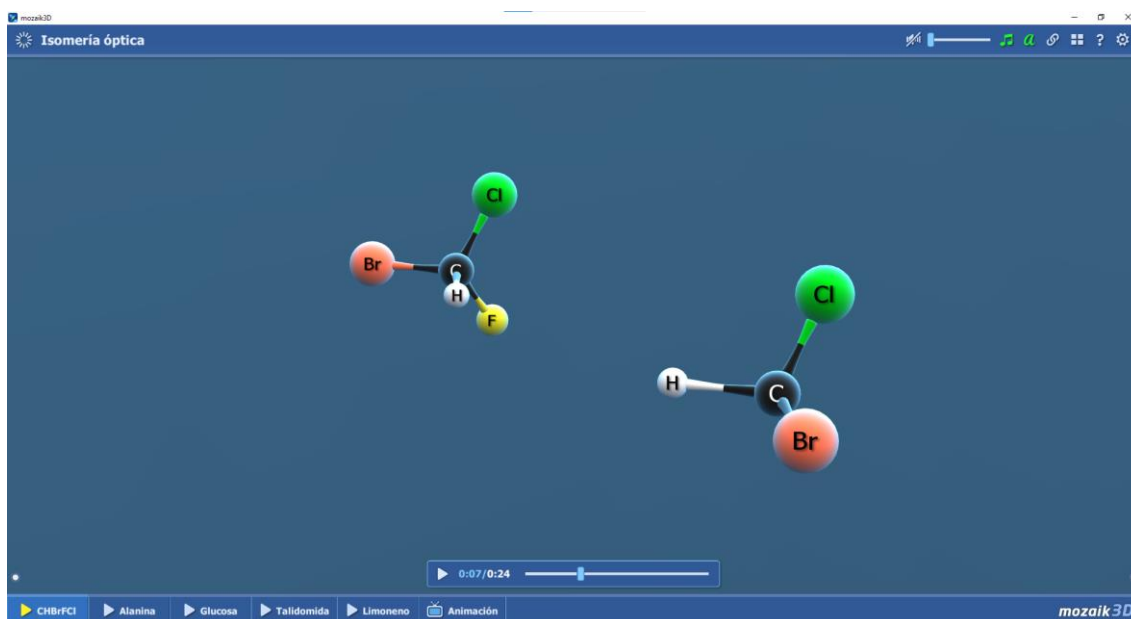


Figura 7.- Pantalla de inicio del simulador de isomería óptica.

Como se puede ver está disponible para CHBrFCl, alanina, glucosa, talidomida y limoneno. Para cada una de ellas hay una animación en forma de video de 24 segundos. Tiene la opción de nombrar los átomos o no, también tiene música que se puede regular.

En la simulación trata la imagen especular a través de un espejo, que más adelante se puede ver que no se pueden superponer, es decir, estos dos compuestos son enantiómeros. De esta forma es más fácil que los alumnos puedan ver este concepto ya que en ocasiones les crea muchos problemas cuando realizan los ejercicios.

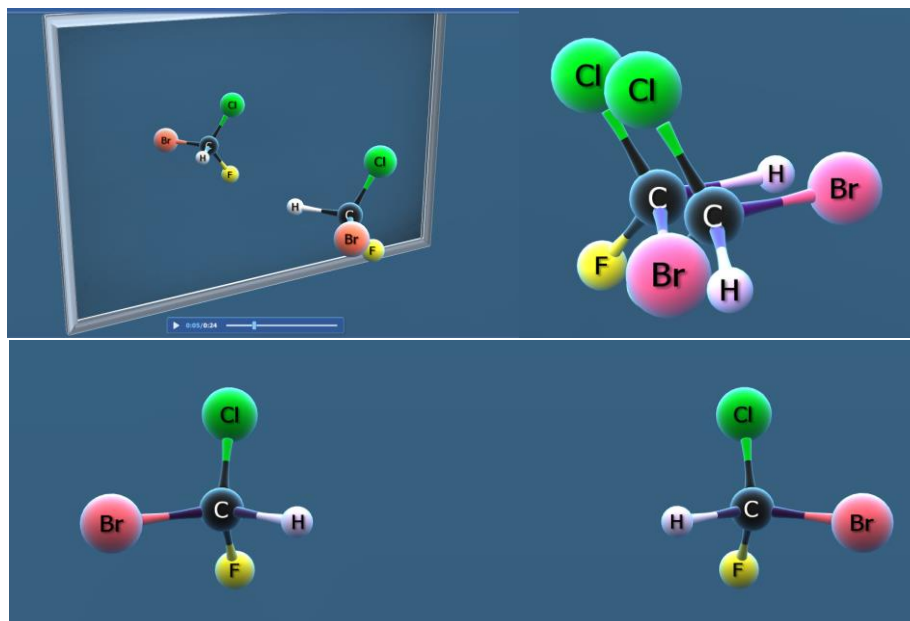


Figura 8.- Animación de CHBrFCl para ver su enantiómero

5.2.2. Actividades programadas

En el curso de 2º de bachillerato se va a llevar a cabo la propuesta de dos aplicaciones móviles, accesibles por los alumnos, para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura de química. Como ya se ha comentado anteriormente se va a llevar a cabo para el último bloque de la asignatura que se corresponde con síntesis orgánica y nuevos materiales.

Para comenzar, se llevará a cabo una explicación teórica de los conceptos de formulación orgánica e isomería, acompañada de ejercicios prácticos. Estos temas suelen ser difíciles para los alumnos y, debido a que se abordan hacia el final del curso, a menudo no se profundiza lo suficiente y los estudiantes pueden tener dificultades para entenderlos completamente.

Con el objetivo de reforzar estos conceptos y preparar a los alumnos para la Evaluación de Bachillerato para el Acceso a la Universidad (EBAU), se presentarán dos aplicaciones móviles: una dedicada a la formulación orgánica y otra a la isomería. Estas aplicaciones se explicarán a los estudiantes para que comprendan cómo utilizarlas, y luego se les animará a investigar y explorar por sí mismos.

Después de que los alumnos hayan tenido la oportunidad de familiarizarse con las aplicaciones, se les realizarán dos pruebas: una relacionada con la formulación orgánica y otra con la isomería. Estas pruebas servirán como una forma de evaluar el progreso y determinar si las aplicaciones móviles han sido efectivas en mejorar el rendimiento de los estudiantes en estos temas.

Se espera que, al utilizar las aplicaciones móviles como herramientas de apoyo, los alumnos logren un mejor dominio de la formulación orgánica e isomería, lo que les permitirá tener un desempeño exitoso en las pruebas y una comprensión más sólida de estos conceptos clave. Además, esta iniciativa también puede fomentar el interés de los estudiantes en la química al utilizar la tecnología de una manera relevante y atractiva para ellos.

En resumen, la propuesta de implementar aplicaciones móviles para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura de química es una estrategia educativa innovadora. Al enfocarse en los temas de formulación orgánica e isomería, se busca fortalecer los conocimientos de los alumnos y prepararlos para la EBAU. La combinación de explicaciones teóricas, ejercicios prácticos y el uso de aplicaciones móviles proporcionará a los estudiantes una experiencia de aprendizaje más interactiva y enriquecedora.

5.2.3. Temporalización

La actividad completa (teoría y aplicaciones móviles) que se propone va a tener una duración de 14 sesiones que se van a distribuir de la siguiente manera:

- 4 sesiones estarán destinadas a la explicación teórica y práctica de la parte de química orgánica. Durante estas sesiones, se presentará una introducción a la química orgánica, centrándose en los conceptos básicos y los diferentes grupos funcionales más comunes como son alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, éteres, aminas, ésteres y amidas. Además, se les proporcionarán ejemplos prácticos para reforzar el aprendizaje.
- 2 sesiones dedicadas a la aplicación “Grupos funcionales”, donde se explicarán las funciones y características de la aplicación. Posteriormente los alumnos explorarán la aplicación y harán ejercicios que se proponen en la misma.
- 1 sesión dedicada a la prueba correspondiente a la formulación orgánica donde los alumnos tendrán que demostrar su comprensión de los conceptos y su capacidad para identificar y nombrar compuestos orgánicos.
- 4 sesiones estarán dedicadas al estudio de la isomería donde se explicarán los tipos de isomería, isómeros constitucionales y estereoisómeros, y se explicarán algunos ejemplos.
- 2 sesiones dedicadas a la aplicación “Mozaik Education” donde se introducirá primero la aplicación explicando las funciones y características de la misma.

- 1 sesión dedicada a la prueba sobre isomería donde los alumnos tendrán que aplicar sus conocimientos sobre los diferentes tipos de isomería, resolviendo correctamente los ejercicios propuestos.

5.2.4. Evaluación

Esta actividad contará un 40% del bloque de síntesis orgánica y nuevos materiales. Los porcentajes (sobre el 100 %) de cada actividad se muestran en la tabla 10.

Tabla 10.- Evaluación derivada del uso de aplicaciones móviles.

	Aspecto a evaluar	Puntuación
Formulación orgánica 50%	Asistencia a clase (teóricas y aplicación móvil)	10%
	Participación en clase (teóricas y aplicación móvil)	10%
	Prueba	30%
Isomería 50%	Asistencia a clase (teóricas y aplicación móvil)	10%
	Participación en clase (teóricas y aplicación móvil)	20%
	Prueba	20%

La participación en clase es un aspecto fundamental para evaluar el compromiso y el nivel de implicación de los alumnos en el proceso de aprendizaje. En la participación en clase se evaluará lo siguiente:

- Contestar preguntas: Durante las sesiones teóricas y prácticas, se pueden plantear preguntas a los estudiantes para verificar su comprensión de los conceptos. Se evaluará si los alumnos participan activamente al responder preguntas con precisión y claridad.
- Ofrecerse voluntario para resolver ejercicios: Se debe fomentar la participación activa de los estudiantes al ofrecerse voluntarios para resolver ejercicios en el aula. Esto demuestra su comprensión de los conceptos y su capacidad para aplicarlos.
- Investigación y aportes adicionales: Se puede animar a los estudiantes a investigar y explorar más allá de los contenidos enseñados en clase. Si los alumnos buscan otras aplicaciones móviles u otros recursos relacionados con la química orgánica y los comparten con sus compañeros, esto muestra un nivel más alto de interés y dedicación

6. CONCLUSIONES

Se ha realizado una investigación sobre el uso de laboratorios virtuales para fomentar el aprendizaje de la Física y Química en 1º de Bachillerato y se han llegado a las siguientes conclusiones:

- El estudio indica que la mayoría de los estudiantes de 1º de bachillerato encuestados ha encontrado que el uso de simuladores virtuales les ha despertado curiosidad por la física y la química, ha ayudado a entender mejor los conceptos dados en clase y estarían interesados en utilizar estas herramientas en el futuro y en su propio tiempo de estudio en casa.
- Los resultados obtenidos sugieren que los simuladores virtuales son una herramienta útil y valiosa para la enseñanza y el aprendizaje de la física y la química en el contexto educativo del bachillerato. Además, la disposición de los estudiantes a utilizar estas herramientas en el futuro sugiere que es importante seguir desarrollando y mejorando estas herramientas para apoyar su educación y aprendizaje en estas materias.
- De la entrevista con la profesora y el cuestionario que realizó, se concluye que, debido a la falta de recursos, tiempo, el elevado número de alumnos, falta de material o el uso de reactivos peligrosos, en ocasiones hace que sea imposible la realización de prácticas en un laboratorio físico, por lo que el uso de laboratorios virtuales se presenta como una alternativa útil para complementar la formación teórica que reciben los alumnos en clase, permitiéndoles además trabajar desde casa. Además, es una manera de aprender dinámica y motivadora que permite salir a los alumnos de su rutina de estudio y la dinámica de aprendizaje que se sigue en clase.
- El uso de simuladores virtuales en la educación de la física y la química es una tendencia que seguirá creciendo en el futuro, respaldada por la satisfacción y disposición de los estudiantes encuestados a utilizar estas herramientas para su aprendizaje. Los desarrolladores de software y las empresas de tecnología educativa seguirán mejorando y creando nuevas herramientas para apoyar el uso de simuladores virtuales en la educación, mientras que los docentes seguirán integrando estas herramientas en sus planes de enseñanza, para cumplir la competencia digital y para adaptarse a las nuevas tecnologías y herramientas que la sociedad pone a su disposición.

En la segunda parte de este trabajo, se han diseñado varias actividades utilizando dos aplicaciones de Mobile Learning con el objetivo de facilitar el aprendizaje de la Química Orgánica, específicamente la formulación orgánica e isomería, en el curso de 2° de Bachillerato. A partir de estas actividades, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Siempre que en el centro se permita el uso puntual de los teléfonos móviles a los alumnos, el mobile learning ofrece una oportunidad para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la química orgánica, y en general de cualquier rama de la ciencia. Los dispositivos móviles, como smartphones y tablets, permiten a los estudiantes acceder a recursos educativos en cualquier momento y lugar, lo que les brinda la posibilidad de estudiar de manera autónoma y flexible.
- Las aplicaciones móviles específicas para la química orgánica pueden mejorar la comprensión de los conceptos fortalecer el aprendizaje a través de la interactividad y, en última instancia, mejorar los resultados académicos de los estudiantes. Estas aplicaciones fomentan la participación activa de los alumnos al involucrarlos en actividades interactivas, como ejercicios de formulación orgánica e isomería, que les permiten practicar y aplicar los conocimientos adquiridos.
- El uso del Mobile Learning en la enseñanza de la química orgánica puede despertar el interés de los estudiantes en esta materia y motivarlos a investigar otras aplicaciones relacionadas con esta rama de la química o con aquellas en las que puedan tener dificultades. Esto les brinda la oportunidad de explorar más a fondo el tema y ampliar sus conocimientos.
- Esta herramienta también puede tener limitaciones en su implementación como que algunos alumnos puedan no tener acceso a Smartphones con conexión a internet, lo que dificultaría su participación en las actividades diseñadas con aplicaciones móviles. Además, existe la posibilidad de que los estudiantes tengan dispositivos con sistema operativo iOS y las aplicaciones propuestas solo estén disponibles para Android, o que sean de pago y no estén al alcance de todos los estudiantes.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Brazuelo, F. G., & Gallego, D. J. (2011). *Mobile Learning: los dispositivos móviles como recurso educativo*. Sevilla: MAD Eduforma.
- Cabero, J. (2007). *Nuevas tecnologías aplicadas a la educación*. Madrid: McGraw-Hill.
- Candelas, F. A., Torres, F., Gil, P., Ortiz, F., Puente, S., & Pomares, J. (2004). Laboratorio virtual remoto para robótica y evaluación de su impacto en la docencia. *Universidad de Alicante. Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal*.
- Cardona, R. (2018). Efectividad del uso de los laboratorios virtuales en la enseñanza y aprendizaje del concepto materia y sus propiedades. *Trabajo de Fin de Grado, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales*.
- Cataldi, Z., Dominighini, C., Chiarenza, D., & Lage, F. J. (2012). TICs en la enseñanza de la Química: Propuesta de Evaluación Laboratorios Virtuales de Química (LVQs). *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación*, 7, 50-59.
- Cerezo, F., & Sastrón, F. (2015). Laboratorios Virtuales y Docencia de la Automática en la Formación Tecnológica de Base de Alumnos Preuniversitarios. *Revista Iberoamericana de automática e informática industrial (RIAI)*, 12 (4), 419-431.
- Climent, Á. L., García, D. B., & Simó, V. L. (2017). Empleo de smartphones y apps en la enseñanza de la física y química. *Enseñanza de las ciencias. revista de investigación y experiencias didácticas, (Extra)*, 671-678.
- DECRETO 40/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de bachillerato en la comunidad de Castilla y León. (s.f.).
- Ditrendia. (2016). Informe móvil en España y en el mundo. *Digital Marketing Trends*.
- EURYDICE. (2011). *La enseñanza de las ciencias en Europa: políticas nacionales, prácticas e investigación*. Obtenido de Red Española de información sobre educación: <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/d/15492/19/1>
- EURYDICE. (2022). *El aprendizaje de las matemáticas y las ciencias en educación escolar: logros y motivación*. Obtenido de <https://www.educacionyfp.gob.es/mc/redie-eurydice/estudios/estudios-2016-actualidad/aprendizaje-matematicas-ciencias.html>
- Fernández, J. A., & Moreno, J. I. (2008). La química en el aula: entre la ciencia y la magia. *Jornadas sobre nuevas tendencias en la enseñanza de las ciencias y las ingenierías*. Disponible en: <https://repositorio.upct.es/handle/10317/1088>, recuperado el 2-6-2023

- Furió, C. (2006). La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la química. Una cuestión controvertida. *Educación química*, 17 (4e), 222-227.
- Furió, C., & Vilches, A. (1997). Las actitudes del alumnado hacia las Ciencias y las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad. En d. C. (Coord), *La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria* (págs. 47-71). Horsori, ICE.
- Hernández, G., & Montagut, P. (1991). ¿Qué sucedió con la magia de la Química? *Universidad Nacional Autónoma de México. Revista de la Educación Superior*, 20 (77). Disponible en <http://publicaciones.anuies.mx/acervo/revsup/res077/txt7.htm>, recuperado el 2-6-2023
- Izquierdo, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la Química: contextualizar y modelizar. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, 92 (4/6), 115-136.
- Kearney, M., Schuck, S., Burden, K., & Aubusson, P. (2012). Viewing mobile learning from a pedagogical perspective. *Research in Learning Technology*, 20 (1), 1-17.
- Ley 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE)*. (s.f.).
- Moreno Agualimpia, C. (2023). Aplicaciones móviles para el fortalecimiento del proceso de aprendizaje de la química orgánica en los estudiantes de grado undecimo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7 (2), 799-811.
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato*. (s.f.).
- ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León*. (s.f.).
- Pedro, F. (2011). *Tecnología y escuela: lo que funciona y por qué*. Fundación Santillana.
- Pérez, J. J. (2018). Aprender física y química jugando con laboratorios virtuales. *Anales de Química de la RSEQ*, 114 (1), 40-46.
- PISA. (2018). *Informe PISA*. Obtenido de <https://www.oecd.org/pisa/> recuperado el 2-6-2023
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria obligatoria y el Bachillerato*. (s.f.).
- Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato*. (s.f.).

- Rosado, L., & Herreros, J. R. (2005). Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física. *Recent Research Developments in Learning Technologies*, 1, 1-5.
- Sosa, J. A., Rodríguez, A. A., Álvarez, W. O., & Forero, A. (2020). Mobile learning como estrategia innovadora en el aprendizaje de la química inorgánica. *Revista Espacios*, 41 (44).
- Torres, F., Candelas, F., Puente, S., Ortiz, F., Pomares, J., & Gil, P. (2003). Laboratorios Virtuales para el aprendizaje práctico de asignaturas de ingeniería. *I Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria, Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad de Alicante*.
- Turunen, H., Syvänen, A., & Ahonen, M. (2003). Supporting observation tasks in a primary school with the help of mobile devices. *En Kristóf Nyíri (ed.), Aprendizaje móvil: ensayos sobre filosofía, psicología y educación. Passagen Verlag*, 209-221.

