



VNiVERSIDAD D SALAMANCA

Máster Universitario en Profesor de Educación
Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación
Profesional y Enseñanza de Idiomas

APLICACIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA A LA DOCENCIA DE ASIGNATURAS DE FÍSICA Y QUÍMICA DE E.S.O. Y BACHILLERATO

SALAMANCA, 2020

Autor: Andrea Palos Hernández

Tutor: M^a Dolores Merchán Moreno



VNiVERSIDAD D SALAMANCA

Máster Universitario en Profesor de Educación
Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación
Profesional y Enseñanza de Idiomas

APLICACIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA A LA DOCENCIA DE ASIGNATURAS DE FÍSICA Y QUÍMICA DE E.S.O. Y BACHILLERATO

SALAMANCA, 2020

Andrea Palos Hernández

M^a Dolores Merchán Moreno

“Vemos y percibimos el mundo en 3D pero a la hora de recoger y plasmar la información llevamos miles de años utilizando técnicas 2D (pinturas rupestres, mapas, pantallas...) Gracias a la tecnología de realidad aumentada tenemos en nuestras manos la posibilidad de transmitir las ideas tal y como las concebimos.”

(Palos y Lanchas, 2020)

ÍNDICE

1.	EDUCACIÓN EN EL SIGLO XXI	1
2.	REALIDAD AUMENTADA EN EDUCACIÓN	2
2.1.	POSIBILIDADES DE REALIDAD AUMENTADA	3
2.2.	POSICIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS.....	4
3.	MARCO LEGISLATIVO	7
4.	METODOLOGÍAS PARA LA INTEGRACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA	8
4.1.	APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS	9
4.2.	APRENDIZAJE PRÁCTICO	9
4.3.	APRENDIZAJE POR COMPETENCIAS.....	10
5.	APLICACIONES EDUCATIVAS DE REALIDAD AUMENTADA PARA FÍSICA Y QUÍMICA.....	11
6.	SOFTWARES Y APLICACIONES PARA EL DESARROLLO DE REALIDAD AUMENTADA.....	13
7.	PROPUESTA EDUCATIVA.....	16
7.1.	TEMPORALIZACIÓN	16
7.2.	ACTIVIDADES PROPUESTAS.....	16
7.2.1.	ELEMENTOS QUÍMICOS	17
7.2.2.	FORMULACIÓN ORGÁNICA	25
7.2.3.	PRESIÓN	29
7.2.4.	POLÍMEROS	31
7.2.5.	REACCIONES QUÍMICAS	34
7.2.6.	RADIOACTIVIDAD	37
7.2.7.	DINÁMICA Y CINEMÁTICA	39
7.3.	MODO DE ADQUISICIÓN DE LAS COMPETENCIAS CLAVE	45
7.3.1.	COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	46
7.3.2.	COMPETENCIA MATEMÁTICA Y COMPETENCIAS BÁSICAS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	46
7.3.3.	COMPETENCIA DIGITAL.....	46
7.3.4.	COMPETENCIA PARA APRENDER A APRENDER	47
7.3.5.	SENTIDO DE LA INICIATIVA Y ESPÍRITU EMPRENDEDOR.....	47
7.3.6.	CONCIENCIA Y EXPRESIONES CULTURALES	48
7.3.7.	COMPETENCIAS SOCIALES Y CÍVICAS.....	48
7.4.	PRECAUCIÓN USOS DE MÓVILES Y TABLETS	49
8.	EVALUACIÓN Y PLAN DE MEJORA	49
9.	CONCLUSIONES.....	50
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	51

ANEXO 1: MATERIALES DIDÁCTICOS.....	57
ANEXO 1.A. TABLA PERIÓDICA: DESCUBRIENDO EL SISTEMA PERIÓDICO.....	57
ANEXO 1.B. TABLA PERIÓDICA: ELEMENTOS Y COMPUESTOS QUÍMICOS.....	59
ANEXO 1.C. TABLA PERIÓDICA: “EL COMPORTAMIENTO DE LOS ELEMENTOS”	60
ANEXO 1.D. FORMULACIÓN ORGÁNICA: ¿HABLAMOS DEL MISMO COMPUESTO? ..	64
ANEXO 1.E. FORMULACIÓN ORGÁNICA: LA QUÍMICA DE NUESTRAS VIDAS	65
ANEXO 1.F. PRESIÓN: MÁS VALE FÍSICA QUE FUERZA	69
ANEXO 1.G. POLÍMEROS: EL MUNDO DE LOS POLÍMEROS	71
ANEXO 1.H. REACCIONES QUÍMICAS: EN EL OJO DE LAS REACCIONES QUÍMICAS	75
ANEXO 1.I. RADIATIVIDAD: ¿MAGIA O RADIATIVIDAD?	78
ANEXO 1.J. DINÁMICA Y CINEMÁTICA: ¿QUÉ FUERZA HAY QUE HACER?	82
ANEXO 1.K. DINÁMICA Y CINEMÁTICA: ¿QUÉ MUEVE ESTE BLOQUE?.....	86
ANEXO 2: CREACIÓN DE MATERIAL EN REALIDAD AUMENTADA	89
ANEXO 3: ENCUESTA DE SATISFACCIÓN	91

1. EDUCACIÓN EN EL SIGLO XXI

Los continuos cambios propiciados por el desarrollo de la ciencia y la tecnología han afectado a la estructura de la sociedad y a su perfil sociológico, dando paso a lo que se ha denominado “sociedad de la información y de la comunicación”.

Uno de los ámbitos que más tempranamente ha asumido la necesidad de reinventarse ha sido el educativo. Las pizarras digitales, los elementos multimedia y los software creativos hace ya tiempo que conviven en las aulas con libros, mapas y cuadernos. (Isostopy, 2020)

En la **Cumbre Mundial para la Innovación en Educación** de 2015 (WISE), que se celebró en Doha (Qatar), se destacó que los sistemas educativos de todo el mundo sufrirán grandes modificaciones hasta 2030. Las nuevas tecnologías e internet han irrumpido de manera revolucionaria en la forma de aprender y enseñar. Y la globalización no ha hecho más que impulsar esa transformación.

“El modelo para entender un sistema educativo que sirvió para la escolarización universal no es el mismo que un modelo para que cada niño aprenda según sus capacidades y que así obtenga el máximo desarrollo de su potencial para lograr su proyecto vital”, explica Alfredo Hernando, psicólogo e investigador, creador del proyecto escuela21.org y autor del libro “Viaje a la escuela del siglo XXI”, citado anteriormente (ABC, 2020).

Según una encuesta realizada por la editorial SM, *SMconectados*, el 87% de los profesores afirma que el actual sistema educativo no prepara a los alumnos lo suficiente para afrontar los grandes retos de la educación del siglo XXI. La mayoría creen que el sistema actual no permite desarrollar al máximo las habilidades y las capacidades de los estudiantes y que la utilización de nuevas formas de aprendizaje mejorarían los resultados del alumnado.

El ser humano es un ser cambiante y, con el fin de adaptarse a este perfil, se han llevado a cabo diferentes reformas educativas donde el enriquecimiento de las metodologías con recursos científicos y tecnológicos se han vuelto necesarios.

Dado que los conceptos abstractos se utilizan con frecuencia para explicar la naturaleza y los fenómenos naturales durante los cursos de ciencias, apoyar estos recursos con tecnología se ha convertido en una necesidad. Las tecnologías educativas en la enseñanza de las ciencias sirven para mejorar la calidad de los cursos.

2. REALIDAD AUMENTADA EN EDUCACIÓN

El mundo es un lugar fascinante, poblado de elementos visibles e invisibles, cercanos y distantes, microscópicos o descomunales, algunos audibles y otros hasta peligrosos. La **realidad aumentada (AR)** es una de las innovaciones tecnológicas que permiten a los docentes convertir el aula en una dimensión alterna en donde los alumnos aprenden de manera divertida, utilizando activamente sus sentidos (Canva, 2020).

Esta tecnología utiliza imágenes del mundo real, tomadas con la cámara de un móvil o tablet; y objetos virtuales colocados en puntos específicos al mismo tiempo que proporciona interacciones e interpretaciones a través de los programas resultantes (Azuma, 1997; Kye y Kim, 2008).

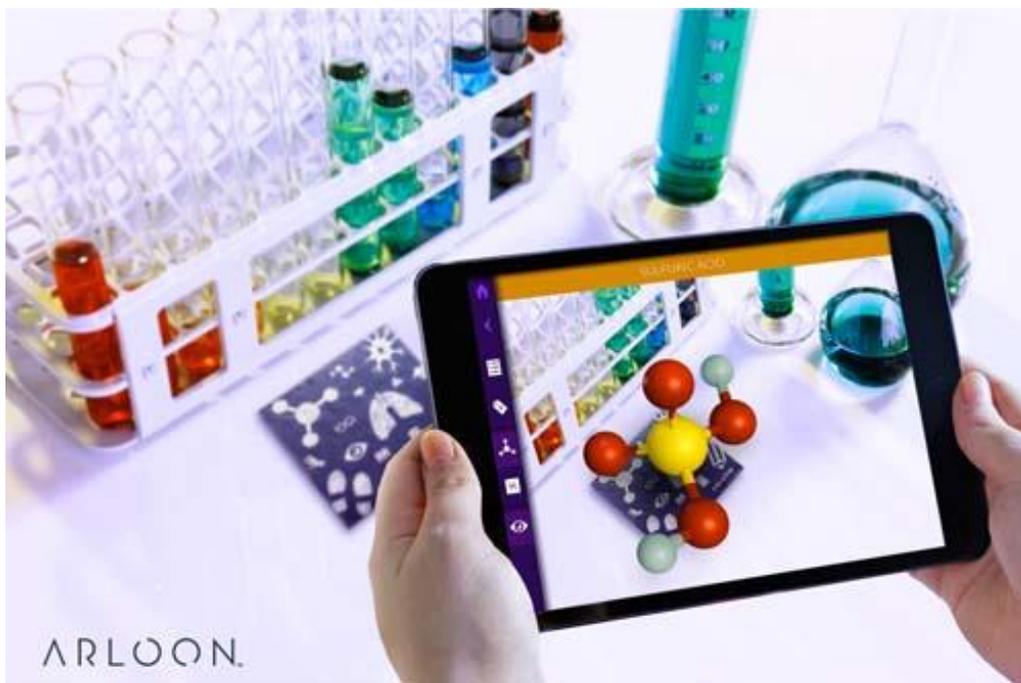


Figura 1. Ejemplo de aplicación de realidad aumentada en educación (Arloon, 2020)

En una aplicación de AR, el entorno real no se ve invadido directamente: es una interacción entre el mundo real y objetos virtuales (Erbas y Demirer, 2014). La combinación de objetos virtuales y reales, en tiempo real y presentado sobre objetos 3D, da como resultado una experiencia de aprendizaje diferente donde se permite observar la realidad (Azuma, 1997; Moreno, MacIntyre y Bolter, 2001).

2.1. POSIBILIDADES DE REALIDAD AUMENTADA

Existen diversas maneras de experimentar la realidad y, desafortunadamente, algunas de las que brindan una mayor riqueza informativa y vivencial (una vista del espacio, la estructura de las moléculas, la visita a un planetario, al zoológico o a una maravilla natural, por ejemplo) no siempre están alcance de todas las escuelas. Por fortuna, esta tecnología educativa brinda herramientas para generar actividades de aprendizaje en las que, sin salir del aula, el alumno utilice sus sentidos y experimente de manera directa estímulos con valor significativo (Canva, 2020).

Según los **informes de Horizon** publicados cada año, es probable que la tecnología de realidad aumentada tenga una influencia considerable en la educación en el futuro previsible (Cai, Wang y Chiang, 2014). Del mismo modo, otros autores han declarado que esta tecnología tiene el potencial de efectuar una transformación en la educación (Johnson, Adams y Cummins, 2012).

Entre los beneficios de la realidad aumentada se encuentra el ofrecer a los alumnos experiencias que no están disponibles para las personas en la vida real, como visitar el espacio o ver procesos a nivel molecular (Wojciechowski y Cellary, 2013; Wu, Lee, Chang y Liang, 2013); fomentar una mayor participación estudiantil (Wojciechowski & Cellary, 2013); contribuye a aprender a la vez que entretiene (Yoon, Elinich, Wang, Steinmeier y Tucker, 2012); conlleva un ahorro de tiempo y espacio considerable (Li, 2010; Ab Aziz, Ab Aziz, Paul, Yusof y Noor, 2012); elevar los niveles de motivación y atención (Ab Aziz et al., 2012; O'Brien y Toms, 2005; Sumadio y Rambli, 2010) y fomentar la cooperación entre alumnos (Billinghurst, 2002; Yuen, Yaoyuneyong & Johnson, 2011). Otro factor a favor es que esta tecnología apoya enfoques como el constructivismo, el aprender haciendo y el aprendizaje auténtico, que sirven para hacer que los estudiantes participen de forma activa en su aprendizaje (Yilmaz & Goktas, 2017; Kirner, Reis & Kirner, 2012; Wojciechowski & Cellary, 2013; Yuen et al., 2011).

Además, esta tecnología fomenta la inclusión de alumnos con necesidades especiales, más concretamente la de los alumnos con trastorno del espectro autista (TEA), ya que la experiencia AR propicia una representación corporal, permitiendo visualmente seguir sus movimientos y ser conscientes de sus acciones, permite expresar procesos y estados internos y resaltar visualmente determinados aspectos de la realidad, como los estímulos sociales relevantes y los relacionados con la realización de determinadas tareas (Borja Láinez, 2018). De esta forma los docentes pueden trabajar con los alumnos su miedo a los entornos desconocidos y a los cambios, de forma progresiva consiguiendo que el desarrollo de su vida, ante nuevos cambios, sea menos traumática y trabajada con antelación (Universia, 2020).

En los últimos años, la tecnología AR ha destacado en áreas como las matemáticas y las ciencias, ya que mejora el aprendizaje de los estudiantes y los lleva a un entorno de aprendizaje individual. A menudo los estudiantes tienen dificultades a la hora de estudiar materias científicas debido a lo abstracto de los contenidos (*Palmer, 1999*). Las clases de ciencias en las que se emplea tecnología que incluye contenidos visuales de fenómenos que no son fácilmente analizables en el aula, son más efectivas que las clases tradicionales. Como resultado se incrementa el interés, la motivación de los alumnos y sus conocimientos en áreas de ciencia (*Rehmat & Bailey, 2014*).

El uso de esta tecnología por parte de los docentes puede llevarse a cabo de diferentes maneras:

- 1) **Nivel 0:** con hiperenlaces a un mundo físico. Los activadores en este nivel son los códigos QR que nos enlazan con sitios web.
- 2) **Nivel 1:** con marcadores, que son figuras que cuando se escanean con la cámara permiten obtener un modelo 3D que se superpone en la imagen real.
- 3) **Nivel 2:** realidad aumentada sin marcadores. Los activadores son imágenes, objetos o bien localizaciones GPS.
- 4) **Nivel 3:** visión aumentada, que se obtiene incorporando la realidad aumentada en gafas.

2.2. POSICIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS

El desarrollo de la realidad aumentada en educación es un proceso en auge ya que se están desarrollando numerosas apps y existen diferentes empresas que han mejorado o desarrollado diferentes softwares para permitir la creación de material educativo, como se explican en apartados posteriores. Además, algunas editoriales educativas como Oxford y Mc Graw Hill, tienen disponibles libros y materiales didácticos con contenido en realidad aumentada.

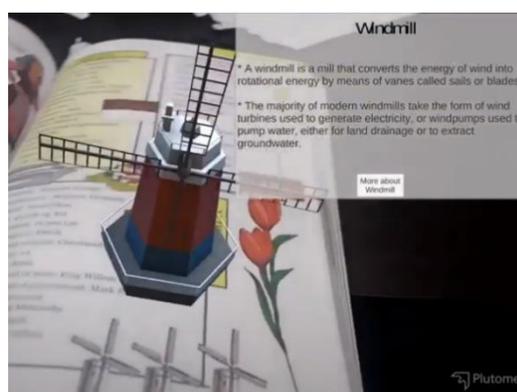


Figura 2. Ejemplo de libro con material AR (Plutomen, 2020).

Como se ha comentado previamente, en la actual era de la tecnología, uno de los ámbitos que más tempranamente ha asumido la necesidad de reinventarse ha sido el educativo. De hecho, se espera que la industria de la tecnología educativa (EdTech), alcance los 252.000 millones de dólares en 2020, creciendo a un ritmo anual del 17%.

Entre las tendencias más significativas en EdTech, la realidad aumentada ocupa probablemente la posición más destacada gracias a las innumerables ventajas didácticas que aporta esta herramienta inmersiva. En los próximos tres años se espera que más de mil millones de personas en todo el mundo sean usuarios activos de AR, lo que abre un abanico de oportunidades para docentes e instituciones educativas, y por supuesto también para las empresas (Isostopy, 2020).

Actualmente, la población mundial vive una situación de emergencia sanitaria debido al coronavirus (COVID-19), en la que se han llevado a cabo medidas de distanciamiento social por lo que no es posible llevar a cabo la docencia presencial. La solución que ofrece la realidad aumentada es la posibilidad de realizar una clase en realidad mixta (virtual y aumentada).

En las reuniones y conferencias, en realidad mixta, la presencia física se sustituye por un avatar o versión virtual de cada participante, a menudo recreado en 3D y que puede moverse con total libertad en un entorno virtual, lo que permite altos niveles de interacción, comunicación no verbal y capacidad de inmersión. De esta forma la realidad mixta tiene la capacidad de convertir un encuentro remoto en presencial porque crea en los participantes la sensación de encontrarse en un lugar común con otras personas (Economía Digital, 2020).

Hoy en día ya existen aplicaciones, como MeetinVR, Glue, Connec2, Immersed, Rumii y Spatial; que permiten llevar a cabo estas reuniones utilizando gafas de realidad aumentada. Estas plataformas, contienen pizarras interactivas y marcadores, que ofrecen la posibilidad de llevar a cabo presentaciones, compartir pantalla, realizar lluvias de ideas, mapas mentales, etc. (RoadtoVR, 2020).

De hecho esta alternativa está siendo una realidad: la Universidad Católica de Valencia e Innoarea Projects, una empresa experta dedicada a la tecnología, han creado un proyecto de realidad virtual utilizado para explicar qué es la COVID-19 y cómo afecta esta al sistema respiratorio de la persona infectada. Este proyecto ha servido para llevar a cabo una clase virtual con la intención de adquirir y ampliar conocimientos sobre el coronavirus (20 minutos, 2020).

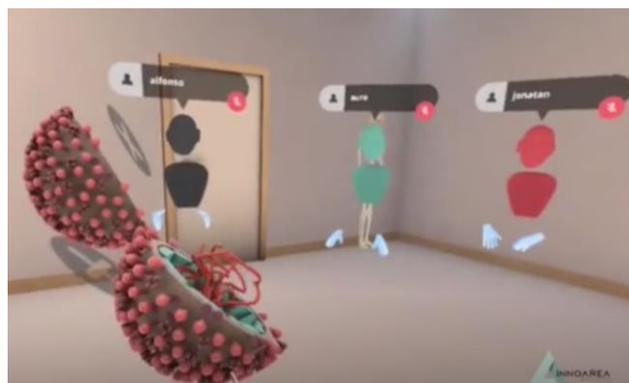


Figura 3. Clase virtual (20 minutos, 2020).

La tecnología simula un espacio de clase, en la que se emplea realidad mixta, donde tanto alumnos como profesor tienen un avatar propio que puede interactuar con el del

resto de integrantes. El profesor puede añadir objetos, como un modelo del SARS-CoV-2, que ayuden a comprender el contenido de la clase.

Otra solución que permite la realidad mixta tiene lugar implementando hologramas (recreaciones tridimensionales de un elemento que se añaden a la realidad) de personas y objetos, lo que permitiría un acceso ilimitado a cualquier elemento que se estudie. (ICEMD, 2020).

En este sentido, Microsoft ha desarrollado las llamadas HoloLens 2, unas gafas de realidad mixta, con micrófono y altavoces incorporados, que fusionan el mundo virtual con el real, mostrando hologramas y múltiples pantallas. Este dispositivo incorpora una cámara que observa nuestro entorno, con el fin de saber en qué lugar hay obstáculos que nos entorpezcan o zonas donde posicionar imágenes virtuales u objetos en 3D (Microsoft, 2020).

Este dispositivo permite desde realizar reuniones interactivas, hasta cargar modelos 3D con los que también se puede interactuar. En el siguiente enlace se puede observar el potencial de esta tecnología:

<https://www.youtube.com/watch?v=uIHPptPBgHk>



Figura 4. Potencial de HoloLens (Microsoft, 2020).

A pesar de que actualmente el coste de estos dispositivos es elevado, lo cual es una limitación importante a la hora de integrar esta tecnología en el aula, se prevé que, en el futuro cercano, estos precios disminuyan.

Por otro lado, el “hype cycle” (ciclo de sobreexpectación de una tecnología), que es una representación gráfica de la madurez, adopción y aplicación comercial de una tecnología específica proporcionado por la consultora Gartner; pronostica que las

tecnologías de realidad aumentada y mixta tendrán su impacto en el mercado dentro de entre cinco y diez años.

Analizando el gráfico que se muestra en la Figura 4, se observa que la realidad aumentada ya no es una tecnología de innovación y la realidad virtual se encuentra en la fase de crecimiento, por lo que se prevé el desarrollo de la realidad mixta se extienda a toda la población, como ha ocurrido anteriormente con los smartphones e internet.

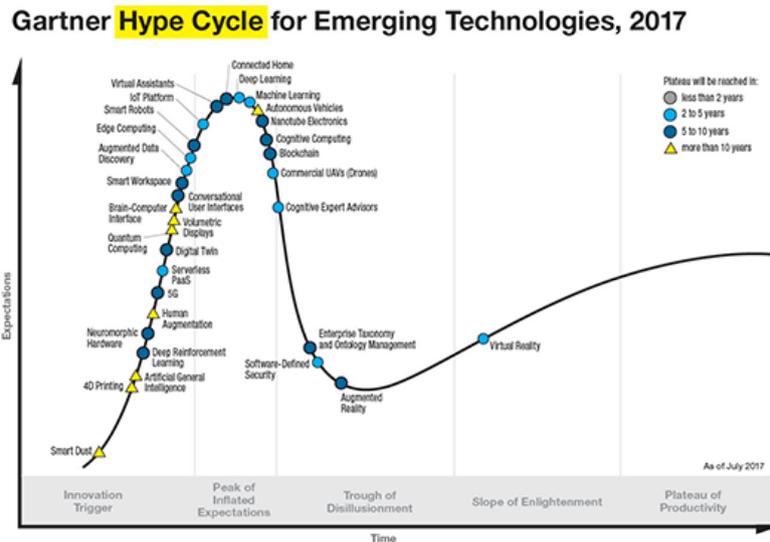


Figura 5. Hype Cycle for Emerging Technologies, 2018 (Gartner, 2020).

3. MARCO LEGISLATIVO

El proyecto educativo que se propone en los apartados posteriores se llevará a cabo en diferentes cursos de la Educación Secundaria Obligatoria (E.S.O.) y Bachillerato. Por ello, está regulado por el marco legislativo estatal y autonómico (Castilla y León) que contiene las siguientes leyes:

- **Artículo 7 de la Constitución Española** por el que se proclama el derecho a la Educación.
- **Ley Orgánica 2/2006**, de 3 de mayo, de Educación.
- **Ley Orgánica 8/2013**, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa.
- **Real Decreto 1105/2014**, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

- **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.
- **Orden EDU/362/2015**, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.
- **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 este contexto, las actividades propuestas en el presente trabajo pretenden fomentar la adquisición de los **objetivos de etapa descritos en los artículos 23 y 32 de la LOE**, para la ESO como para el Bachillerato respectivamente.

Asimismo, es indispensable que los alumnos adquieran las competencias clave para desarrollarse satisfactoriamente tanto a nivel personal como social y profesional y así poder llevar a cabo su adaptación a las características del mundo en el que vivimos. Por ello, en esta propuesta educativa se fomentan el desarrollo de las competencias clave del currículo que se pueden encontrar en el **artículo 2.2 del Real Decreto 1105/2014**, de 26 de diciembre o en la **Orden ECD/65/2015**.

Tabla 1. Competencias clave.	
COMPETENCIAS CLAVE	ABREVIACIÓN
Comunicación lingüística	CCL
Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología	CMCT
Competencia digital	CD
Aprender a aprender	CPAA
Competencias sociales y cívicas	CSC
Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor	SIE
Conciencia y expresiones culturales	CEC

4. METODOLOGÍAS PARA LA INTEGRACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA

En las asignaturas científicas y técnicas (física, química, biología...) priman las siguientes metodologías: aprendizaje basado en problemas (PBL) y el aprender haciendo (LBD). Además, no hay que olvidar que en la sociedad actual, en continuo cambio, es

necesario que los alumnos adquieran unos conocimientos aplicables a su entorno, es decir, deben aprender por competencias.

Por ello, en el presente trabajo se ha pretendido fusionar la utilización de diferentes aplicaciones de realidad aumentada en estas metodologías.

4.1. APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

El **aprendizaje basado en problemas** (PBL) es un modelo basado en el constructivismo (Hendry, Frommer, & Walker, 1999; Savery, 2015). Con este modelo los alumnos pueden trabajar tanto individualmente como de forma cooperativa dentro de un modelo de aprendizaje por descubrimiento hasta resolver los problemas complejos en contextos de la vida real (Barrows & Tamblyn, 1980). En el proceso de aprendizaje basado en problemas el docente tiene un rol de guía, facilitando la información requerida por los estudiantes cuando es debido.

Durante el último medio siglo, los educadores han demostrado que PBL puede ser útil y efectivo para mejorar las habilidades cognitivas y afectivas en el aprendizaje. (Dolmans, Loyens, Marcq, & Gijbels, 2016; Hmelo-Silver, 2012; Lu, Bridges, & Hmelo-Silver, 2014; Savery, 2006).

Con el rápido avance de las tecnologías educativas, los investigadores actuales están interesados en integrar la tecnología emergente en el PBL para apoyar el aprendizaje (Beaumont, Savin-Baden, Conradi, & Poulton, 2014; Lajoie et al., 2014; Phungsuk, Viriyavejakul, & Ratanaolarn, 2017; Virtanen & Rasi, 2017). De hecho, la integración del método PBL con diversas tecnologías puede apoyar y facilitar el aprendizaje con el fin de construir los problemas del mundo real de los alumnos (Donnelly, 2010; Jin y Bridges, 2014; Sadlo, 2014; Walker et al., 2011). Integrar la realidad aumentada en esta metodología es especialmente útil para desarrollar las habilidades de orden superior del pensamiento crítico, el análisis y la investigación científica (Roschelle et al., 2000).

4.2. APRENDIZAJE PRÁCTICO

La metodología “**learning by doing**” (LBD) es aquella que apuesta por un aprendizaje basado en la práctica, es decir, se basa en el desarrollo de habilidades en un contexto real. El objetivo es descubrir tu propio aprendizaje mediante la experimentación y, aprender tanto de los aciertos como de los errores.

Cada día más investigadores enfatizan la realización de prácticas científicas auténticas como el desarrollo de modelos y la construcción de explicaciones de

fenómenos. Sin embargo, muchos de ellos apuntan que los estudiantes luchan por entender, explicar y relacionar fenómenos observables con comportamientos de nivel molecular. Por ejemplo, las experiencias llevadas a cabo en un laboratorio físico permiten a los estudiantes interactuar con fenómenos científicos observables, pero no con los fenómenos a nivel molecular. Sin embargo, las experiencias de laboratorio virtual y de realidad aumentada permiten a los estudiantes interactuar con conceptos científicos no observables. Las experiencias virtuales en laboratorios virtuales de ciencias aumentados pueden ayudar a los estudiantes a construir sobre ideas intuitivas y desarrollar explicaciones a nivel molecular de fenómenos macroscópicos. (Yilmaz, 2020).

4.3. APRENDIZAJE POR COMPETENCIAS

Las orientaciones de la Unión Europea insisten en la necesidad de la adquisición de las **competencias clave** por parte de la ciudadanía como condición indispensable para lograr que los individuos alcancen un pleno desarrollo personal, social y profesional que se ajuste a las demandas de un mundo globalizado y haga posible el desarrollo económico, vinculado al conocimiento.

La publicación del Proyecto DeSeCo (Definition and Selection of Competencies), realizado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (O.C.D.E.), definió en 2003 el concepto competencia como “la capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada”. La competencia “supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones, y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz”. Se contemplan, pues, como conocimiento en la práctica, es decir, un conocimiento adquirido a través de la participación activa en prácticas sociales y, como tales, se pueden desarrollar tanto en el contexto educativo formal, a través del currículo, como en los no formales e informales.

Este aprendizaje implica una formación integral de las personas que, al finalizar la etapa académica, deben ser capaces de transferir aquellos conocimientos adquiridos a las nuevas instancias que aparezcan en la opción de vida que elijan. Así, podrán reorganizar su pensamiento y adquirir nuevos conocimientos, mejorar sus actuaciones y descubrir nuevas formas de acción y nuevas habilidades que les permitan ejecutar eficientemente las tareas, favoreciendo un aprendizaje a lo largo de toda la vida. (Ministerio de Educación y Formación Profesional. Gobierno de España., 2020).

La integración de tecnología AR en las clases permite la realización de simulaciones prácticas que sería imposible realizar en el aula cotidiana, de manera que prepara a los alumnos para situaciones y problemas de la vida real, contribuyendo así al desarrollo de sus habilidades, actitudes, conocimientos y pensamiento crítico.

5. APLICACIONES EDUCATIVAS DE REALIDAD AUMENTADA PARA FÍSICA Y QUÍMICA

En el presente trabajo se proponen diferentes actividades para explicar contenidos del currículo de la E.S.O. y Bachillerato mediante la utilización de tecnología de realidad aumentada. En este capítulo se recogen las aplicaciones que disponen de contenidos educativos de física y química, con las cuales se llevara a cabo la propuesta educativa (todas ellas presentan contenidos gratuitos).

Augmented class v0.7 es una app disponible para Android que permite, visualizar a través de marcadores, diferentes átomos y moléculas. Además, permite visualizar contenidos y proyectos de otras personas. Como se explicará en los siguientes apartados esta herramienta también permite la creación de contenidos.



Figura 6. Logotipo Augmented Class!

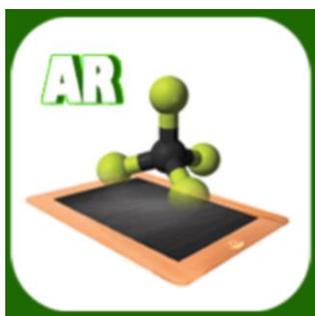


Figura 7. Logotipo app Dat Thin Pone Chemistry.

Dat Thin Pone Chemistry es una aplicación disponible para Android e ios que incluye la explicación de conceptos como la estructura del átomo, el sistema periódico, las leyes de los gases, electrolisis, reacciones redox, equilibrio químico, reacciones químicas y formulación. Además, contiene experiencias de realidad aumentada para cada concepto y una batería de ejercicios para que los alumnos practiquen. Los cuestionarios contienen preguntas de respuesta múltiple y de emparejamiento y además incluyen las respuestas explicadas.

Dat Thin Pone Physics es una aplicación disponible para Android e ios que incluye la explicación de conceptos como presión, trabajo, transmisión de calor, ondas, luz, electricidad, electromagnetismo y física moderna. Además, contiene experiencias de realidad aumentada para cada concepto y una batería de ejercicios para que los alumnos practiquen. Los cuestionarios contienen preguntas de respuesta múltiple y de emparejamiento y además incluyen las respuestas explicadas.



Figura 8. Logotipo app Dat Thin Pone Physics.



Figura 9. Logotipo Isomers AR

Isomers AR es un juego inmersivo de realidad aumentada en el que los alumnos pueden construir y descubrir nuevas moléculas en 3D. Usando la aplicación Isomers AR junto con una "etiqueta" Alchemie impresa o digital, pueden construir nuevas estructuras orgánicas directamente en el entorno que lo rodea. Con este juego es posible trabajar los conocimientos sobre isómeros en química orgánica.

ModelAR es una poderosa herramienta de modelado 3D para estudiantes que buscan practicar química orgánica. Puede explorar estructuras químicas creando una molécula en el espacio de trabajo y alternar rápidamente para aparecer en AR. Esta característica de Realidad Aumentada permite al estudiante una interacción con las moléculas.

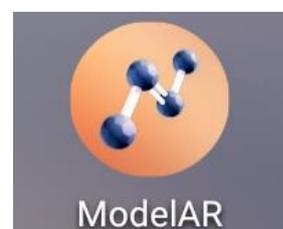


Figura 10. Logotipo ModelAR.

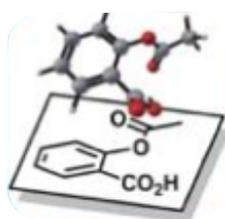


Figura 11. Logotipo app MoleculAR.

MoleculAR es una aplicación disponible para Android e ios que permite visualizar e interactuar con gran cantidad de moléculas orgánicas. Además, incluye información sobre diferentes reacciones de síntesis. Para poder utilizarla simplemente hay que colocar la cámara de Smartphone o Tablet sobre la molécula y, rápidamente, aparecerá en AR. Además, esta aplicación permite ver las diferentes conformaciones e isomerías de las moléculas.

RApp Chemistry es una aplicación desarrollada para plataforma Android que utiliza realidad aumentada haciendo enfoque en la química. Consiste en la exposición de los elementos de la tabla periódica con el modelo atómico de Niels Bohr en Tercera Dimensión (3D), además de contener la información básica de cada elemento. Para trabajar con esta aplicación simplemente es necesario colocar la cámara del Smartphone encima del marcador que se quiere utilizar (proporcionado por la app) y esperar unos segundos a que aparezca el elemento deseado.

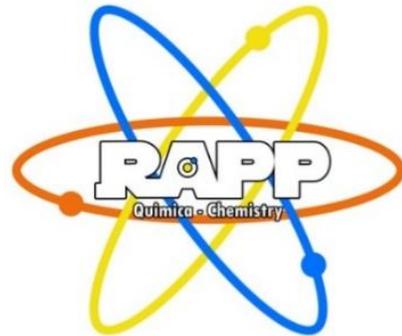


Figura 12. Logotipo app RApp Chemistry.



Figura 13. Logotipo app Sparklab.

Sparklab es una aplicación disponible para Android e ios que tiene diferentes funcionalidades. Por una parte, tiene una tabla periódica interactiva en la que se puede seleccionar el elemento deseado, viéndose su forma atómica y diferente información como sus propiedades o su punto de fusión. Además, ofrece un laboratorio virtual en el que se pueden realizar diferentes prácticas paso a paso. Por otro lado, posee vídeos explicativos y cuestionarios para trabajar los conceptos explicados.

6. SOFTWARES Y APLICACIONES PARA EL DESARROLLO DE REALIDAD AUMENTADA

Además de utilizar contenidos ya elaborados, hoy en día existen numerosos sitios web y aplicaciones que permiten la creación de contenido de realidad aumentada diseñada específicamente para nuestros alumnos. Estos sitios web proporcionan imágenes, objetos y marcadores; y permiten emplear videos, sonidos e imágenes propias. A continuación, se muestran algunas plataformas o aplicaciones para la creación de contenido AR de forma sencilla:



Augmented Class!

Figura 14. Logotipo Augmented Class!

Augmented class! es una aplicación apta para personas sin conocimientos técnicos pero que desean introducir tecnologías innovadoras en el aula. Esta app está disponible en Android y permite crear un proyecto en el que se elegirá una imagen para crear el marcador (que puede ser una tarjeta ya creada o una imagen que el usuario elija) que desplegará el contenido de realidad virtual. Una vez elegido, se pueden elegir vídeos, sonidos o imágenes en 3D que el creador ya tenga guardadas en su dispositivo para que aparezcan cuando el marcador sea enfocado.

Scope Creator es un software que permite crear tu propio proyecto de AR. Actualmente funciona en Windows, es gratuito y fácilmente descargable. Sin necesidad de saber programar se pueden generar escenas de AR con archivos 3D con o sin animación, fotos, vídeos, textos, links o incluso rutas con geolocalización. Una vez creada y publicada la escena de AR, se puede ver el resultado mediante la app Scope.



Figura 15. Logotipo Scope Creator.



ROAR

Figura 16. Logotipo Roar

Roar es una aplicación disponible en Android e ios que permite visualizar los proyectos creados a través de su página web implementados en marcadores. Tampoco requiere conocimientos técnicos para su utilización. Su editor dispone de las principales herramientas de AR, incluyendo vídeos, audios, botones para llamar a la acción, imágenes, textos o modelos 3D. Los usuarios tienen que escanear la imagen a la que irá anclado el contenido y subir a la plataforma el formato elegido para que se despliegue en la pantalla del móvil, la tableta o el ordenador con webcam.

UniteAR es una plataforma en línea que permite crear contenido en realidad aumentada sin necesidad de programar. Esta herramienta posee una sección dedicada a la educación exclusivamente, donde se pueden encontrar vídeos tutoriales para su manejo. Además, aporta una licencia gratuita para fines educativos.



Figura 17. Logotipo Unite AR



Figura 18. Logotipo Unity 3D

Unity 3D es un motor de videojuego (game engine) multiplataforma creado por Unity Technologies. Es un software disponible para Microsoft Windows, Mac OS, Linux con una serie de rutinas de programación que permiten el diseño, la creación y el funcionamiento de un entorno interactivo. La plataforma de desarrollo tiene soporte de compilación con diferentes tipos de plataformas.

Unreal Engine es una de las herramientas de creación de material 3D en tiempo real más avanzada del mundo. Esta herramienta ha evolucionado ya que inicialmente su propósito era servir como motor de creación de videojuegos de última generación y hoy brinda a los creadores de todas las industrias la libertad y el control para ofrecer contenido de vanguardia, experiencias interactivas y mundos virtuales inmersivos.



Figura 19. Logotipo Unreal Engine.



Figura 20. Logotipo Vuforia

Vuforia es una de las plataformas gratuitas para crear aplicaciones de realidad aumentada. Se integra con Unity, un entorno para el desarrollo de videojuegos, popular por su relativa facilidad de uso. Es la plataforma de realidad aumentada de Qualcomm, uno de los más prominentes fabricantes de procesadores con capacidades para visión computacional y procesamiento de imágenes. La herramienta es gratis para aplicaciones de prueba y no lucrativas.

7. PROPUESTA EDUCATIVA

La propuesta educativa que se explica a continuación consiste principalmente en utilizar realidad aumentada para explicar diferentes contenidos del currículo de la E.S.O. y Bachillerato. Los objetivos generales son los que se presentan a continuación:

- Motivar a los alumnos en las clases.
- Fomentar la utilidad de las asignaturas de física y química.
- Fomentar el aprendizaje práctico y dinámico.
- Usar la tecnología para seleccionar información relevante.

En cuanto a los objetivos específicos, se encuentran reflejados en cada una de las actividades propuestas.

7.1. TEMPORALIZACIÓN

Las actividades de uso de AR en las clases se llevarán a cabo en una única sesión y en el aula habitual. Si bien, en algunas ocasiones los alumnos realizarán tareas posteriores, en clase o en casa, en función de la actividad desarrollada.

En función del curso y el contenido, la actividad tendrá lugar al inicio del tema, al final, para repasar como los contenidos; o en una de las clases de resolución de problemas, como se comenta en cada actividad.

7.2. ACTIVIDADES PROPUESTAS

A continuación, se encuentran detalladas las propuestas didácticas que incluyen la utilización de alguna aplicación de realidad aumentada en el currículo en las etapas de la ESO y el Bachillerato en las diferentes asignaturas de Física y Química. Dichas propuestas han sido diseñadas en el marco de la legislación vigente ya señalada e integran diferentes contenidos pudiéndose adaptar algunas de las actividades propuestas a varios cursos.

Las actividades integran realidad aumentada en los niveles 1 y 2, ya que son las formas más sencillas de implementación y con costes mínimos. Por ello, se requerirá únicamente el uso de un Smartphone o Tablet (disponibles en la mayoría de los centros de nuestro país), conexión a internet y, en algunos casos, de marcadores impresos en papel.

Si la actividad se llevara a cabo a través de los móviles personales de los alumnos, el docente avisará previamente de la necesidad de que descarguen la app necesaria. Si por

el contrario, la actividad se llevara a cabo con los dispositivos del centro el profesor tendría que ponerlos a punto con anterioridad.

En cuanto a la metodología, como se ha comentado previamente las actividades se integran en la metodología de resolución de problemas, “learning by doing” y en el aprendizaje por competencias. Además, en todas ellas los alumnos tendrán una participación activa siendo ellos mismo el centro del aprendizaje. Por otro lado, se fomentará el aprendizaje cooperativo como motor de desarrollo de las diferentes capacidades académicas, sociales y personales del individuo y del colectivo.

Finalmente, todas las actividades propuestas contribuirán a la calificación de la evaluación continua. Como métodos de evaluación se emplearán los siguientes: evaluación diagnóstica, formativa y sumativa. Por ello, se valorará tanto la situación inicial como el desarrollo de las actividades (comportamiento, participación, actitud...) y los resultados (pruebas de conocimientos, informes elaborados, realización de tareas...). Además, es imprescindible que tanto los alumnos como el profesor reciban una retroalimentación continua de los resultados de manera que se pueda mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

7.2.1. ELEMENTOS QUÍMICOS

El sistema periódico es uno de los contenidos base en las asignaturas de física y química ya que muestra los elementos de la naturaleza según su número atómico y sus propiedades químicas y es enormemente útil para ver las relaciones entre las propiedades de los elementos o predecir propiedades de elementos todavía no sintetizados o descubiertos. Por ello, aparece en varios cursos: 2º, 3º y 4º de la E.S.O. y 1º de bachillerato, para los que se han propuesto diferentes actividades adecuadas al currículo establecido.

A. “DESCUBRIENDO EL SISTEMA PERIÓDICO”

Esta actividad está destinada a los alumnos de segundo y tercero de la E.S.O. Estos alumnos no tienen conocimientos previos sobre física y química o éstos son muy básicos, como en el caso de los alumnos de tercer curso. Por ello, este ejercicio será de iniciación al tema y tendrá lugar el primer día. Servirá tanto de introducción para los alumnos de segundo como de repaso de contenidos anteriores para los de tercer curso.

Objetivos específicos de la actividad:

- Conocer la ordenación de los elementos químicos en el sistema periódico y justificarla.

- Descubrir dónde se encuentran y para qué se utilizan los elementos químicos más comunes.
- Relacionar los elementos químicos más importantes con su símbolo.
- Utilizar Smartphone/Tablet para obtener información sobre diferentes elementos del sistema periódico.

A continuación, se detallan los estándares de aprendizaje evaluables y los criterios de evaluación sobre este contenido para ambos cursos.

Tabla 2. Contenidos de la actividad “Descubriendo el sistema periódico” en el currículo de 2º y 3º de la E.S.O.	
BLOQUE 2: LA MATERIA	
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
8. Interpretar la ordenación de los elementos en la Tabla Periódica y reconocer los más relevantes a partir de sus símbolos.	8.1. Justifica la actual ordenación de los elementos en grupos y periodos en la Tabla Periódica. 8.2. Relaciona las principales propiedades de metales, no metales y gases nobles con su posición en la Tabla Periódica y con su tendencia a formar iones, tomando como referencia el gas noble más próximo.
10. Diferenciar entre átomos y moléculas, y entre elementos y compuestos en sustancias de uso frecuente y conocido.	10.1. Reconoce los átomos y las moléculas que componen sustancias de uso frecuente, clasificándolas en elementos o compuestos, basándose en su expresión química. 10.2. Presenta, utilizando las TIC, las propiedades y aplicaciones de algún elemento y/o compuesto químico de especial interés a partir de una búsqueda guiada de información bibliográfica y/o digital.

La actividad se llevará a cabo con la app **Sparklab**, en concreto con la herramienta tabla periódica interactiva y consistirá en seleccionar información de diferentes elementos comunes a la vida cotidiana como pueden ser el oxígeno, el calcio, el carbono, la plata... La dinámica de trabajo será cooperativa por lo que se establecerán grupo de 3 o 4 alumnos.

Desarrollo de la actividad:

- 1) Alumnos de 2º de la E.S.O.: ver la tabla periódica en realidad aumentada y seleccionar el elemento que crean que tiene un objeto o alimento propuesto. Por ejemplo: la leche tiene Calcio.

Alumnos de 3º de la E.S.O.: Ver la tabla periódica en realidad aumentada y seleccionar los elementos que pertenecen a un determinado grupo, por ejemplo, alcalinotérreos.

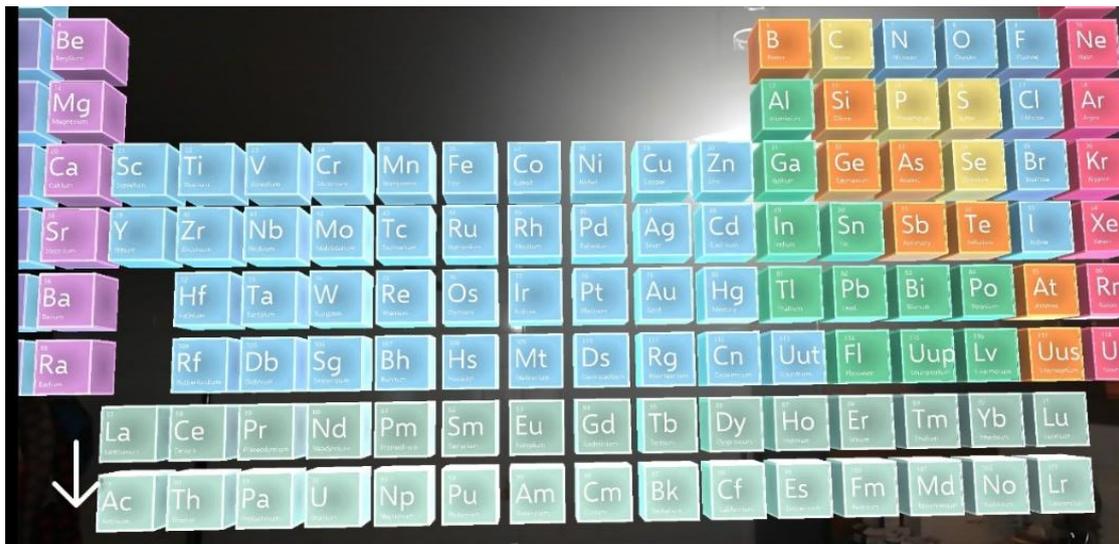


Figura 21. Tabla periódica interactiva. (Sparklab, 2020)

- 2) Visualizar la información relativa al elemento deseado.
- 3) Completar una ficha modelo proporcionada por el profesor que incluirá datos como el número y peso atómico, elementos de la vida cotidiana donde se encuentre, etc.

En el **Anexo 1.A.** se encuentran los recursos didácticos necesarios para la realización de la actividad, así como un ejemplo de la ficha completa que deberían entregar los alumnos al finalizar la sesión.

Evaluación:

Esta actividad se integra como una forma de evaluación diagnóstica ya que se puede comprobar cómo de familiarizados están los alumnos de 2º de la E.S.O con los elementos y qué recuerdan los alumnos de 3º de lo aprendido en el curso anterior como la ordenación de los elementos en grupos y periodos.

B. “ELEMENTOS Y COMPUESTOS QUÍMICOS”

La siguiente actividad está destinada a los alumnos de 4º de la E.S.O., alumnos que ya están familiarizados con los elementos del sistema periódico. Por ello, en este curso se profundiza en la ordenación de los elementos y en la configuración electrónica.

Objetivos específicos de la actividad:

- Conocer la ordenación de los elementos químicos en el sistema periódico y justificarla.
- Relacionar la configuración electrónica con las propiedades.
- Relacionar los elementos químicos más importantes con su símbolo.
- Establecer el enlace químico que se produce en función de la configuración electrónica.

Los contenidos establecidos para 4º de la E.S.O. junto con los criterios de evaluación se muestran a continuación:

Tabla 3. Contenidos de la actividad “Elementos y compuestos químicos” en el currículo de 4º de la E.S.O.	
BLOQUE 2: LA MATERIA	
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
2. Relacionar las propiedades de un elemento con su posición en la Tabla Periódica y su configuración electrónica.	2.1. Establece la configuración electrónica de los elementos representativos a partir de su número atómico para deducir su posición en la Tabla Periódica, sus electrones de valencia y su comportamiento químico.
3. Agrupar por familias los elementos representativos y los elementos de transición según las recomendaciones de la IUPAC.	2.2. Distingue entre metales, no metales, semimetales y gases nobles justificando esta clasificación en función de su configuración electrónica.
4. Interpretar los distintos tipos de enlace químico a partir de la configuración electrónica de los elementos implicados y su posición en la Tabla Periódica.	3.1. Escribe el nombre y el símbolo de los elementos químicos y los sitúa en la Tabla Periódica.
	4.1. Utiliza la regla del octeto y diagramas de Lewis para predecir la estructura y fórmula de los compuestos iónicos y covalentes.

Tabla 3. Contenidos de la actividad “Elementos y compuestos químicos” en el currículo de 4 ^º de la E.S.O.	
BLOQUE 2: LA MATERIA	
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
5. Justificar las propiedades de una sustancia a partir de la naturaleza de su enlace químico	5.1. Explica las propiedades de sustancias covalentes, iónicas y metálicas en función de las interacciones entre sus átomos o moléculas. 5.2. Explica la naturaleza del enlace metálico utilizando la teoría de los electrones libres y la relaciona con las propiedades características de los metales.

La actividad se desarrollará con la aplicación **RApp Chemistry** o **Augmented Class!** que, a partir de marcadores, permiten visualizar la configuración electrónica de los elementos; y los modelos de **Unity** para enlace químico entre sustancias; y se llevaría a cabo una vez finalizado el tema para incluirla como actividad de repaso.

La sesión consiste en practicar la configuración electrónica y el tipo de enlace. Para ello, el profesor proporcionará un poster con la tabla periódica construida con marcadores como el que se muestra en la **Figura 22**.

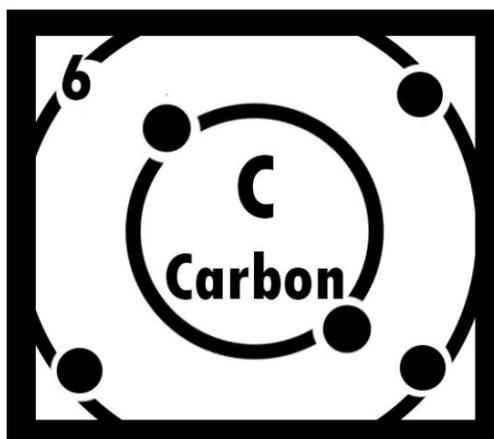


Figura 22. Marcador. (*RApp Chemistry, 2020*)

Desarrollo de la actividad:

- 1) Establecer la configuración electrónica de los elementos que se les haya asignado.

- 2) Visualizar, a través de la AR, las configuraciones electrónicas y comprobar los ejercicios realizados por los compañeros (coevaluación).

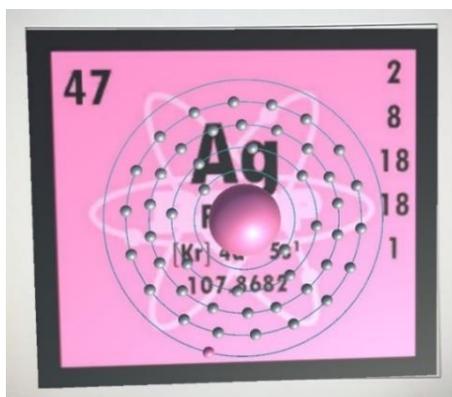


Figura 23. Configuración electrónica de elementos. (*RApp Chemistry, 2020*)

- 3) Relacionar la configuración y establecer qué tipo de elemento es (metal o no metal).
- 4) Evaluar el tipo de enlaces entre pares de elementos (metálico, iónico y covalente) y conocer sus propiedades.



Figura 24. Enlaces químicos. (*Unity Connect, 2020*)

- 5) Trabajo autónomo fuera del aula: construir, a partir de la configuración electrónica, la estructura de Lewis de las moléculas correspondientes.

En el **Anexo 1.B.** se encuentran recogidos diferentes ejercicios que se podrían realizar en el marco de esta actividad.

Evaluación:

La técnica de evaluación de esta actividad es la formativa. A través de la calificación proporcionada por la coevaluación, los alumnos podrán conocer si son capaces de

demostrar lo aprendido y aplicarlos y profundizar en los aspectos en los que hayan cometido errores de cara a la prueba del examen final.

C. “EL COMPORTAMIENTO DE LOS ELEMENTOS”

Los alumnos de 2º de Bachillerato tienen una idea clara qué es la tabla periódica y cuál es su estructura. Por lo tanto, la actividad propuesta a continuación se centrará en ver la utilidad de la clasificación de los elementos: predecir las propiedades químicas de un elemento en función de su ubicación en la tabla, así como su comportamiento químico.

Objetivos específicos de la actividad:

- Conocer la ordenación de los elementos químicos en el sistema periódico y justificarla.
- Estudiar las propiedades periódicas.
- Establecer la variación de las propiedades periódicas a lo largo del sistema periódico.
- Relacionar las propiedades periódicas con la tendencia de los elementos a formar enlaces.

En la **Tabla 4**, se muestran los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables fijados por el Ministerio de Educación para este contenido en el curso de 2º de Bachillerato.

Tabla 4. Contenidos actividad “El comportamiento de los elementos” en el currículo de 2º de la Bachillerato.	
BLOQUE 2: ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL UNIVERSO	
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
5. Establecer la configuración electrónica de un átomo relacionándola con su posición en la Tabla Periódica.	5.1. Determina la configuración electrónica de un átomo, conocida su posición en la Tabla Periódica y los números cuánticos posibles del electrón diferenciador.
7. Conocer la estructura básica del Sistema Periódico actual, definir las propiedades periódicas estudiadas y describir su variación a lo largo de un grupo o periodo.	7.1. Argumenta la variación del radio atómico, potencial de ionización, afinidad electrónica y electronegatividad en grupos y periodos, comparando dichas propiedades para elementos diferentes.

La actividad se llevará a cabo utilizando la aplicación **Dat Thin Pone Chemistry** que, mediante un marcador, permite visualizar la tabla periódica en tres dimensiones y ver la variación de diferentes propiedades periódicas: radio atómico, electronegatividad, afinidad electrónica, etc. El ejercicio propuesto tendrá lugar tras haber realizado la explicación teórica de las diferentes propiedades periódicas.

Desarrollo de la actividad:

- 1) Observar la variación de las propiedades a través de la tabla periódica interactiva.
- 2) Realizar los ejercicios prácticos que se encuentran en el Anexo 1.C. sobre las diferentes propiedades periódicas.
- 3) Observar la tabla periódica para comprobar la veracidad de las soluciones propuestas

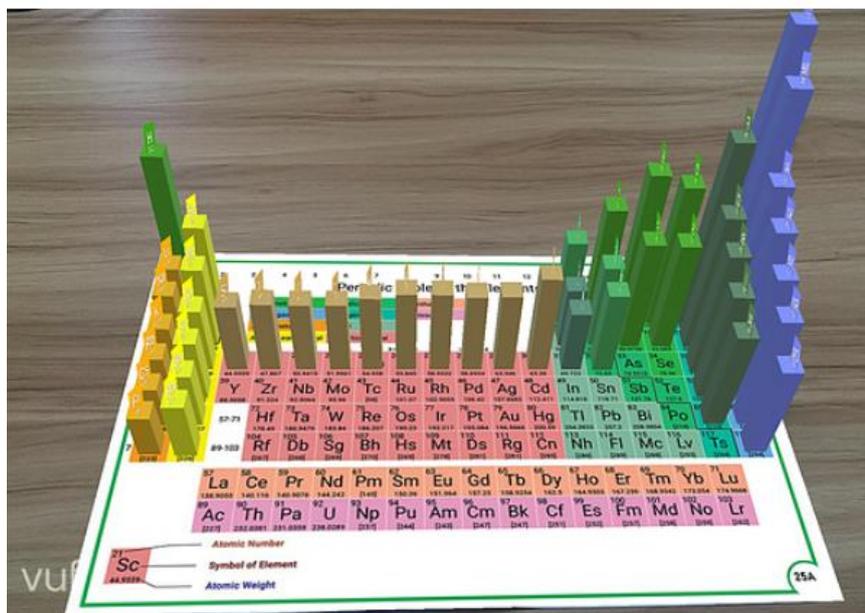


Figura 25. Variación de la electronegatividad en los elementos de la tabla periódica.
(*Dat Thin Pone Chemistry, 2020*)

Evaluación:

Al finalizar la actividad se realizará un cuestionario **kahoot** con preguntas teóricas sobre las propiedades químicas de manera que se obtenga una calificación para la evaluación continua, en un formato motivante y lúdico (lo que lo diferencia de una prueba convencional. Además, tanto el docente como el alumno podrán ver el grado de comprensión de las propiedades y su variación a lo largo de la tabla periódica. Este cuestionario lo podrán realizar empleando los móviles o tabletas usadas para realizar la actividad AR. De esta forma se integra la evaluación sumativa en la actividad.

7.2.2. FORMULACIÓN ORGÁNICA

La formulación orgánica es un contenido que se inicia muy brevemente en 4º de la E.S.O. (se imparten los principales grupos funcionales) y que continúa más ampliamente en los cursos de Bachillerato. Además los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables son similares, como se muestra en la **Tabla 5**. Por ello, para trabajar este contenido se proponen dos actividades diferentes que son aplicables en ambos cursos.

Tabla 5. Contenidos de las actividades “¿Hablamos del mismo compuesto?” y “La química de nuestras vidas” en el currículo de Bachillerato.	
1º BACHILLERATO. BLOQUE 5: LA QUÍMICA DEL CARBONO	
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
1. Reconocer hidrocarburos saturados e insaturados y aromáticos relacionándolos con compuestos de interés biológico e industrial. 2. Identificar compuestos orgánicos que contengan funciones oxigenadas y nitrogenadas. 3. Representar los diferentes tipos de isomería.	1.1. Formula y nombra según las normas de la IUPAC: hidrocarburos de cadena abierta y cerrada y derivados aromáticos. 2.1. Formula y nombra según las normas de la IUPAC: compuestos orgánicos sencillos con una función oxigenada o nitrogenada. 3.1. Representa los diferentes isómeros de un compuesto orgánico.
2º BACHILLERATO. BLOQUE 4: SÍNTESIS ORGÁNICA Y NUEVOS MATERIALES	
1. Reconocer los compuestos orgánicos, según la función que los caracteriza. 2. Formular compuestos orgánicos sencillos con varias funciones. 3. Representar isómeros a partir de una fórmula molecular dada.	1.1. Relaciona la forma de hibridación del átomo de carbono con el tipo de enlace en diferentes compuestos representando gráficamente moléculas orgánicas sencillas. 2.1. Diferencia distintos hidrocarburos y compuestos orgánicos que poseen varios grupos funcionales, nombrándolos y formulándolos. 3.1. Distingue los diferentes tipos de isomería representando, formulando y nombrando isómeros, dada una fórmula molecular.

Tabla 5. Contenidos de las actividades “¿Hablamos del mismo compuesto?” y “La química de nuestras vidas” en el currículo de Bachillerato.	
2º BACHILLERATO. BLOQUE 4: SÍNTESIS ORGÁNICA Y NUEVOS MATERIALES	
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
6. Valorar la importancia de la química orgánica vinculada a otras áreas de conocimiento e interés social.	6.1. Relaciona los principales grupos funcionales y estructuras con compuestos sencillos de interés biológico.
7. Determinar las características más importantes de las macromoléculas.	7.1. Reconoce macromoléculas de origen natural y sintético.

A. “¿HABLAMOS DEL MISMO COMPUESTO?”

Esta actividad servirá para practicar y asimilar nuevos contenidos, en el caso de 1º de Bachillerato; y de repaso en el caso de 2º de Bachillerato.

Objetivos específicos de la actividad:

- Formular y nombrar compuesto básicos de carbono.
- Conocer y representar diferentes isómeros estructurales.

La actividad se desarrollará en las sesiones posteriores a las de la explicación de alcanos, alquenos y alquinos y se llevará a cabo con las aplicaciones **Isomers AR** y **ModelAR**. Para ello, el profesor proporcionará el marcador AR sobre el cual pueden construir los diferentes isómeros.



Figura 26. Marcador. (Alchemie, 2020)

Desarrollo de la actividad:

- 1) Leer las diferentes fórmulas de compuestos orgánicos propuestos y evaluar si existe isomería estructural.
- 2) Construir, en la aplicación, el mayor número de isómeros posibles.



Figura 27. Isómeros C_7H_{16} . (*Isomers AR, 2020*)

- 3) Guardar los compuestos creados en la biblioteca de la aplicación y establecer el tipo de isomería que presenta cada compuesto (de cadena, de posición, de función...).
- 4) Enviar la imagen de la galería con los compuestos formados al docente.

En el **Anexo 1.D.** se muestran diferentes ejercicios de ejemplos así como algunas de las soluciones que proporcionan las aplicaciones empleadas.

Evaluación:

El docente evaluará la actividad a través del archivo enviado por el alumno y proporcionará la corrección de cada uno de los ejercicios propuestos. De esta forma, integrando la evaluación formativa, el docente puede llevar a cabo diferentes medidas de refuerzo de la explicación puntualizando en los errores comunes del grupo y además podrá proporcionar una retroalimentación a los alumnos sobre su progreso.

B. “LA QUÍMICA DE NUESTRAS VIDAS”

Esta actividad se llevará a cabo con alumnos de 2º de Bachillerato ya que, además de estudiar los isómeros geométricos, se estudiarán reacciones de formación de compuestos orgánicos y algunas macromoléculas.

Objetivos específicos de la actividad:

- Formular y nombrar compuesto básicos de carbono.
- Conocer y representar diferentes isómeros geométricos.
- Conocer diferentes macromoléculas.
- Identificar distintos tipos de reacciones de obtención y transformación de moléculas orgánicas.

La actividad se realizará con las apps **MolecularAR** y **ModelAR**, que permite visualizar moléculas en tres dimensiones y consistirá en formular diferentes moléculas y establecer su isomería geométrica. Por lo tanto, tendrá lugar cuando se haya realizado la explicación teórica de los diferentes grupos funcionales que existen y de los tipos de isomería, de manera que sea una actividad para asimilar y practicar conceptos.

Desarrollo de la actividad:

- 1) Leer el texto de divulgación científica: “El descubrimiento de la aspirina: de la corteza de sauce a una fábrica de tintes”.
- 2) Reflexionar sobre la importancia de la química orgánica y visualizar macromoléculas en AR.

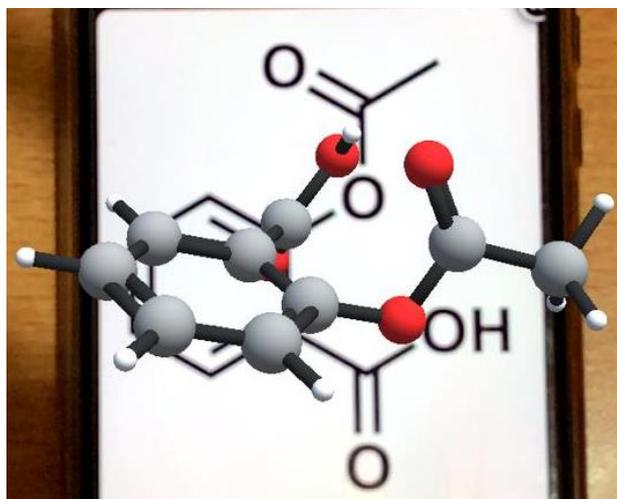


Figura 28. Aspirina en AR. (Organic Chemistry Explained, 2020)

- 3) Realización de los ejercicios propuestos: formulación e isomería.
- 4) Utilizar las apps para comprobar la resolución de los ejercicios de los compañeros (coevaluación).
- 5) Utilizar la visión en realidad aumentada, que permite observar las moléculas en 3D y rotarlas, para establecer la isomería geométrica y óptica.

Todos los materiales didácticos necesarios para la realización de la actividad anteriormente explicada (texto de divulgación, ejercicios y soluciones) se encuentran en el Anexo 1.E.

Evaluación:

Con esta actividad se lleva a cabo para practicar y asimilar conceptos, la técnica de evaluación elegida es la formativa. El docente evaluará, además, la participación y grado de implicación de los alumnos. Además, mediante el proceso de coevaluación los alumnos mejorarán sus competencias pudiendo observar y rectificar errores a partir de lo que han realizado sus compañeros.

7.2.3. PRESIÓN

EL concepto de presión es un concepto abstracto y cuyos efectos a menudo son difíciles de entender para los alumnos. Además, el entendimiento de este concepto es fundamental a la hora de aprender otros contenidos propios de las materias de física y química como pueden ser las leyes de los gases y las leyes de Newton.

A. “MÁS VALE FÍSICA QUE FUERZA”

Objetivos específicos de la actividad:

- Aprender el concepto de presión.
- Comprender y aplicar el principio de Pascal y de la Hidrostática.
- Vincular la teoría con la resolución de problemas.
- Aplicar el concepto de presión y las aplicaciones de los principios estudiados en situaciones de la vida cotidiana.

La actividad propuesta se llevará a cabo con los alumnos de cuarto según los contenidos y criterios establecidos en el B.O.E.

Tabla 6. Contenidos de la actividad “Más vale física que fuerza” en el currículo de 4º de la E.S.O.	
BLOQUE 4: EL MOVIMIENTO Y LAS FUERZAS	
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
13. Interpretar fenómenos naturales y aplicaciones tecnológicas en relación con los principios de la hidrostática, y resolver problemas aplicando las expresiones matemáticas de los mismos.	13.1. Justifica razonadamente fenómenos en los que se ponga de manifiesto la relación entre la presión y la profundidad en el seno de la hidrosfera y la atmósfera.

Tabla 7. Contenidos de la actividad “Más vale física que fuerza” en el currículo de 4º de la E.S.O.

BLOQUE 4: EL MOVIMIENTO Y LAS FUERZAS	
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
<p>14. Diseñar y presentar experiencias o dispositivos que ilustren el comportamiento de los fluidos y que pongan de manifiesto los conocimientos adquiridos así como la iniciativa y la imaginación.</p>	<p>13.3. Resuelve problemas relacionados con la presión en el interior de un fluido aplicando el principio fundamental de la hidrostática.</p> <p>13.4. Analiza aplicaciones prácticas basadas en el principio de Pascal, como la prensa hidráulica, elevador, dirección y frenos hidráulicos, aplicando la expresión matemática de este principio a la resolución de problemas en contextos prácticos.</p> <p>14.1. Comprueba experimentalmente o utilizando aplicaciones virtuales interactivas la relación entre presión hidrostática y profundidad en fenómenos como la paradoja hidrostática, el tonel de Arquímedes y el principio de los vasos comunicantes.</p> <p>14.3. Describe el funcionamiento básico de barómetros y manómetros justificando su utilidad en diversas aplicaciones prácticas.</p>

La actividad se realizará con la app **Dat Thin Pone Physics**, que permite interactuar con un dispositivo de presión. Se realizará una pequeña experiencia interactiva integrada en la sesión de explicación del Principios de Pascal y del de la Hidrostática, en la que podrán aplicar presión sobre el fluido y ver que está se transmite por igual y hace subir la columna de líquido. Además, podrán llevar a cabo la aplicación del principio fundamental de la hidrostática para resolver un problema obteniendo el mismo resultado tanto en el papel como en la aplicación.

Desarrollo de la actividad:

- 1) Realizar la simulación en realidad aumentada del experimento en el que los alumnos pueden variar la presión sobre una columna de fluido y ver las consecuencias de esta variación. El experimento estará vinculado a un problema teórico.

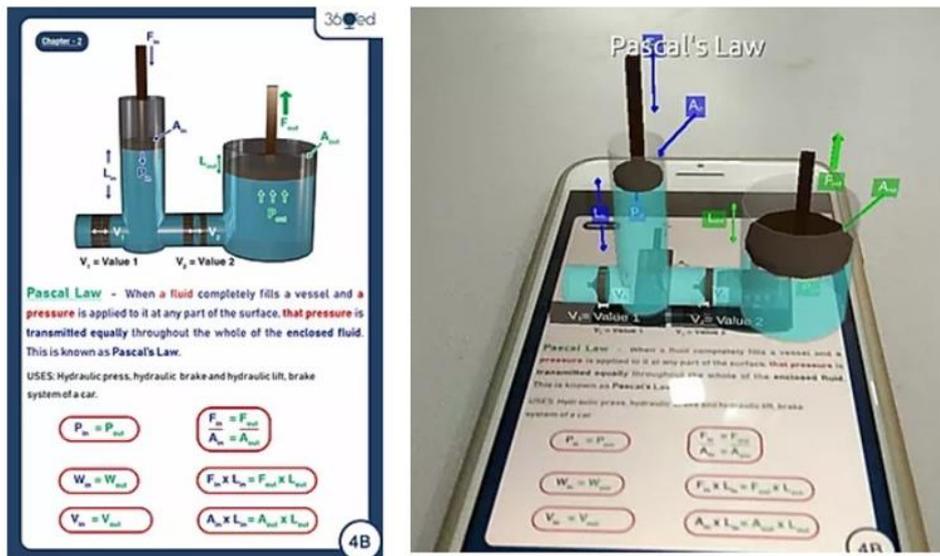


Figura 16. Experiencia de Pascal. (Dat Thin Pone Physics, 2020)

- 2) Analizar la relación entre los principios estudiados y el fenómeno que observan.
- 3) Resolución de un problema para la comprobación de que la aplicación del principio mediante ecuaciones matemáticas es exactamente la misma que en el hecho experimental.
- 4) Reflexionar sobre aplicaciones prácticas de estos principios.

En el **Anexo 1.F.** se encuentran diferentes problemas que podrían ser resueltos tanto numéricamente como con la aplicación.

Evaluación:

La actividad está diseñada con carácter formativo: el docente revisará los resultados obtenidos de los alumnos y, además, tendrá en cuenta los fallos cometidos en general para ver si los alumnos han entendido los principios y consolidar la explicación dada inicialmente.

7.2.4. POLÍMEROS

Los polímeros son la base de numerosas tecnologías como el tren de alta velocidad, las pequeñas baterías para teléfonos móviles, la optoelectrónica, los nuevos implantes

quirúrgicos, nuevos tejidos sintéticos, etc. Este contenido se introduce únicamente en el bloque de síntesis orgánica y nuevos materiales en el curso de 2º de Bachillerato.

A. “EL MUNDO DE LOS POLÍMEROS”

Objetivos específicos de la actividad:

- Aprender el concepto de polímero.
- Representar la fórmula de monómeros y polímeros.
- Conocer las propiedades y aplicaciones industriales de los polímeros.

A continuación, se muestran los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje.

Tabla 8. Contenidos de la actividad “El mundo de los polímeros” en el currículo de 2º de Bachillerato.	
BLOQUE 4: SÍNTESIS ORGÁNICA Y NUEVOS MATERIALES	
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
8. Representar la fórmula de un polímero a partir de sus monómeros y viceversa.	8.1. A partir de un monómero diseña el polímero correspondiente explicando el proceso que ha tenido lugar.
9. Describir los mecanismos más sencillos de polimerización y las propiedades de algunos de los principales polímeros de interés industrial.	9.1. Utiliza las reacciones de polimerización para la obtención de compuestos de interés industrial como polietileno, PVC, poliestireno, caucho, poliamidas y poliésteres, poliuretanos, baquelita.
10. Conocer las propiedades y obtención de algunos compuestos de interés en biomedicina y en general en las diferentes ramas de la industria.	10.1. Identifica sustancias y derivados orgánicos que se utilizan como principios activos de medicamentos, cosméticos y biomateriales valorando la repercusión en la calidad de vida, relacionándolas con las ventajas y desventajas de su uso según las propiedades que lo caracterizan.
11. Distinguir las principales aplicaciones de los materiales polímeros, según su utilización en distintos ámbitos.	11.1. Describe las principales aplicaciones de los materiales polímeros de alto interés tecnológico y biológico (adhesivos y revestimientos, resinas, tejidos, pinturas, prótesis, lentes, etc.) relacionándolas con las ventajas y desventajas de su uso según las propiedades que lo caracterizan.

La actividad será de iniciación al tema de síntesis orgánica de nuevos materiales y realizara a través de la aplicación **Dat Thin Pone Chemistry** que a través de tarjetas permite ver la fórmula orgánica del monómero y del polímero y además aporta información sobre la reacción de polimerización, el tipo de polímero, sus propiedades, aplicaciones en la industria.

Desarrollo de la actividad:

- 1) Preguntas iniciales sobre polímeros.
- 2) Lectura introductoria del texto “Polímeros”.
- 3) Formación de grupos de 3 o 4 personas. A cada grupo le serán asignados varios polímeros (polietileno, caucho, PVC...).
- 4) Los alumnos, empleando las tarjetas de realidad aumentada, deberán recabar información sobre el polímero (tipo, propiedades, uso, fórmula...).

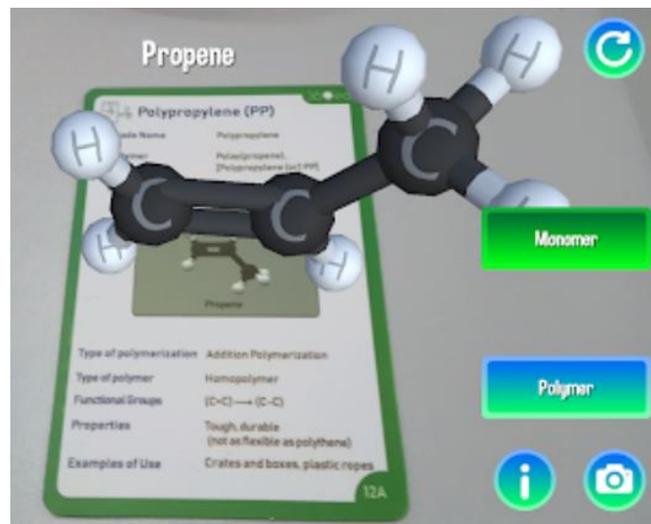


Figura 29. Propeno. (*Dat Thin Pone Chemistry*, 2020)

- 5) Completar una ficha modelo proporcionada por el docente.
- 6) Cada alumno proporcionará el material elaborado a los demás grupos y realizará una breve exposición en la clase posterior.

Evaluación:

Primeramente se lleva a cabo una evaluación diagnóstica a través de las preguntas iniciales sobre polímeros. Además, el docente evaluará la calidad de la información presentada por los grupos de alumnos a través de la rúbrica, incluyéndose de esta forma la evaluación formativa.

Todos los materiales didácticos necesarios para la realización de esta actividad (texto, ficha, rúbrica de evaluación y solución de la app) se encuentran en el **Anexo 1.G**.

7.2.5. REACCIONES QUÍMICAS

Las reacciones químicas son un contenido fundamental en las asignaturas de física y química a lo largo del currículo. Además, es un contenido en el que el docente puede destacar la utilidad y mostrar gran cantidad de ejemplos ya que en la vida cotidiana se presencian continuamente reacciones químicas.

Por otro lado, la realización de prácticas es una actividad inherente e imprescindible en las asignaturas científicas, que en general tiene un buen recibimiento por los alumnos. Sin embargo, existen fenómenos a nivel molecular, por ejemplo, que no se pueden observar en un laboratorio real. La realidad aumentada puede complementar la experiencia práctica y real que los alumnos experimentan en un laboratorio permitiéndoles además observar fenómenos a nivel molecular.

A. “EN EL OJO DE LAS REACCIONES QUÍMICAS”

A pesar de que las reacciones químicas aparecen en todos los cursos del currículo a partir de 2º de la E.S.O., esta actividad está diseñada para 4º de la E.S.O. Y 1º de Bachillerato ya que se enfoca en que los alumnos comprendan los cambios que suponen las reacciones químicas.

Objetivos de la actividad:

- Aprender el concepto de reacción química.
- Realizar ajustes estequiométricos.
- Describir a nivel molecular una reacción química.
- Realizar cálculos estequiométricos.

A continuación, se encuentran los criterios de evaluación fijados en el currículo.

Tabla 9. Contenidos de la actividad “En el ojo de las reacciones químicas” en el currículo de E.S.O. y Bachillerato.	
4º E.S.O. BLOQUE 3: LOS CAMBIOS	
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
1. Comprender el mecanismo de una reacción química y deducir la ley de conservación de la masa a partir del concepto de la reorganización atómica que tiene lugar.	1. Interpreta reacciones químicas sencillas utilizando la teoría de colisiones y deduce la ley de conservación de la masa.

Tabla 8. Contenidos de la actividad “En el ojo de las reacciones químicas” en el currículo de E.S.O. y Bachillerato.	
4º E.S.O. BLOQUE 3: LOS CAMBIOS	
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
<p>5. Realizar cálculos estequiométricos con reactivos puros suponiendo un rendimiento completo de la reacción, partiendo del ajuste de la ecuación química correspondiente.</p> <p>7. Realizar experiencias de laboratorio en las que tengan lugar reacciones de síntesis, combustión y neutralización, interpretando los fenómenos observados.</p>	<p>5.1. Interpreta los coeficientes de una ecuación química en términos de partículas, moles y, en el caso de reacciones entre gases, en términos de volúmenes.</p> <p>5.2. Resuelve problemas, realizando cálculos estequiométricos, con reactivos puros y suponiendo un rendimiento completo de la reacción, tanto si los reactivos están en estado sólido como en disolución.</p> <p>7.1. Diseña y describe el procedimiento de realización una volumetría de neutralización entre un ácido fuerte y una base fuertes, interpretando los resultados.</p> <p>7.2. Planifica una experiencia, y describe el procedimiento a seguir en el laboratorio, que demuestre que en las reacciones de combustión se produce dióxido de carbono mediante la detección de este gas.</p>
1º BACHILLERATO. BLOQUE 3: REACCIONES QUÍMICAS	
<p>2. Interpretar las reacciones químicas y resolver problemas en los que intervengan reactivos limitantes, reactivos impuros y cuyo rendimiento no sea completo.</p> <p>3. Identificar las reacciones químicas implicadas en la obtención de diferentes compuestos inorgánicos relacionados con procesos industriales.</p>	<p>2.1. Interpreta una ecuación química en términos de cantidad de materia, masa, número de partículas o volumen para realizar cálculos estequiométricos en la misma.</p> <p>2.2. Realiza los cálculos estequiométricos aplicando la ley de conservación de la masa a distintas reacciones.</p> <p>2.3. Efectúa cálculos estequiométricos en los que intervengan compuestos en estado sólido, líquido o gaseoso, o en disolución en presencia de un reactivo limitante o un reactivo impuro. 2.4. Considera el rendimiento de una reacción en la realización de cálculos estequiométricos.</p> <p>3.1. Describe el proceso de obtención de productos inorgánicos de alto valor añadido, analizando su interés industrial.</p>

La actividad propuesta se llevaría a cabo con la app **Augmented Class!** que permite observar la recombinación de los átomos cuando tiene lugar una reacción química y consistiría en complementar una práctica de laboratorio sobre una reacción química, pudiendo observar el proceso físico-químico a nivel macroscópico, en el laboratorio (cambio de color, cambios de estado...); y a nivel molecular con realidad aumentada.

Desarrollo de la actividad:

- 1) En el laboratorio, realizar, por grupos, una reacción química estudiada previamente.
- 2) Realizar diferentes experiencias cambiando la concentración de los reactivos.
- 3) Utilizar la aplicación AR para visualizar los cambios a nivel atómico y molecular.
- 4) Realizar los cálculos estequiométricos teóricos para obtener la cantidad de producto.

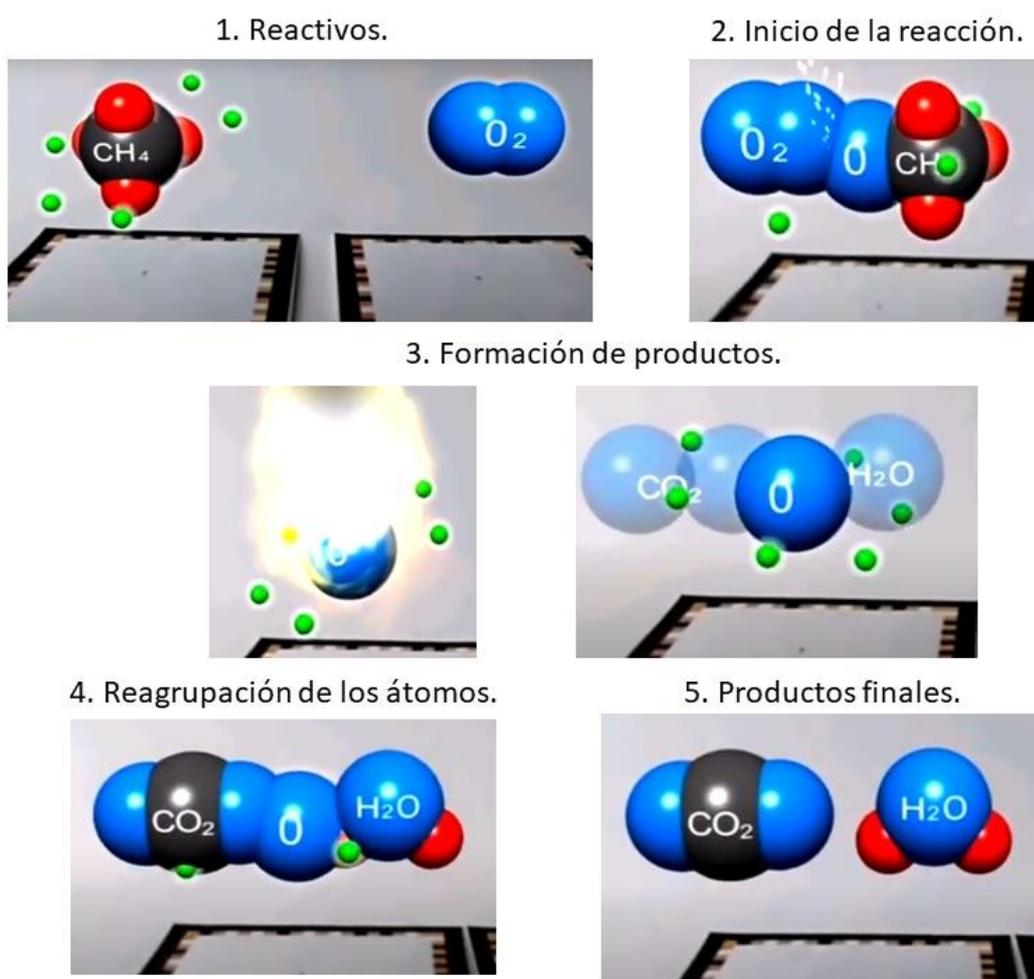


Figura 30. Ejemplo de reacción química en AR. (*Augmented Class!*, 2020)

- 5) Comparar los resultados y realizar un comentario explicando el proceso observado tanto a nivel macroscópico como a nivel molecular.
- 6) Presentar la información recopilada y explicar el proceso en un informe.

Evaluación:

La evaluación propuesta para la actividad es la formativa y se llevará a cabo a través del informe realizado en grupo. Para ello se entregará una plantilla a los alumnos de manera que el formato e información que contengan cada uno de los informes y, además, recibirán la rúbrica de evaluación con la que se les evaluarán para que tengan un conocimiento exacto de lo que deben hacer.

Los materiales didácticos necesarios para el desarrollo de esta actividad práctica, como son el guion de la práctica, as cuestiones, el problema y la rúbrica; se encuentran en el **Anexo 1.H**.

7.2.6. RADIATIVIDAD

La radiactividad es un contenido importante ya que tiene numerosas aplicaciones: en medicina, para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades; en industria, para el desarrollo de procesos y como fuente de energía; en arte, para comprobar la autenticidad y antigüedad de algunas obras; en medio ambiente, para detección de contaminantes, etc. Sin embargo, frecuentemente los alumnos solamente relacionan el concepto de radiactividad con el peligro y no conocen las numerosas aplicaciones ya comentadas.

A. “¿MAGIA O RADIATIVIDAD?”

La radiación y los tipos de emisiones radiactivas son contenidos que se imparten únicamente en el curso de 2º de Bachillerato, concretamente en el bloque de física del siglo XX.

El concepto de radiactividad es abstracto y por ello, muchos alumnos no comprenden cómo se producen las emisiones y qué efectos tienen. Además, por motivos de seguridad, no es posible realizar experiencias reales sobre radiación. De ahí la propuesta de esta actividad, que se llevaría a cabo tras la explicación de los diferentes tipos de radiación y permitiría la interacción de los alumnos.

Tabla 10. Contenidos de la actividad “¿Magia o radiactividad?” en el currículo de 2º Bachillerato.	
BLOQUE 6: FÍSICA DEL SIGLO XX	
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
12. Distinguir los distintos tipos de radiaciones y su efecto sobre los seres vivos.	12.1. Describe los principales tipos de radiactividad incidiendo en sus efectos sobre el ser humano, así como sus aplicaciones médicas.
13. Establecer la relación entre la composición nuclear y la masa nuclear con los procesos nucleares de desintegración.	13.1. Obtiene la actividad de una muestra radiactiva aplicando la ley de desintegración y valora la utilidad de los datos obtenidos para la datación de restos arqueológicos. 13.2. Realiza cálculos sencillos relacionados con las magnitudes que intervienen en las desintegraciones radiactivas.

Objetivos específicos de la actividad:

- Conocer los diferentes tipos de emisiones.
- Aplicar la ley de desintegración.
- Valorar las aplicaciones de la radiactividad.
- Llevar a cabo el método científico.

La actividad complementará la explicación teórica de las diferentes emisiones radiactivas. Para realizar la propuesta, es necesario utilizar la plataforma **LearnAR**, que tiene disponible un medidor interactivo de radiación. Este medidor dispone de 3 fuentes de radiación: alfa (α), beta (β) y gamma (γ); y de diferentes materiales para interponer entre el emisor y el medidor (papel, hormigón y aluminio).

Desarrollo de la actividad:

- 1) Leer texto sobre aplicaciones de la radioactividad en medicina: “*Irène y Frédéric Joliot-Curie: radiactividad a la carta*”.
- 2) Reflexionar sobre las diferentes aplicaciones de la radiactividad en la sociedad.
- 3) Establecer una hipótesis sobre qué tipo de radiación es más penetrante.
- 4) Llevar a cabo las comprobaciones pertinentes con la aplicación AR Hacer prueba interponiendo diferentes materiales entre la fuente de emisión y el medidor).

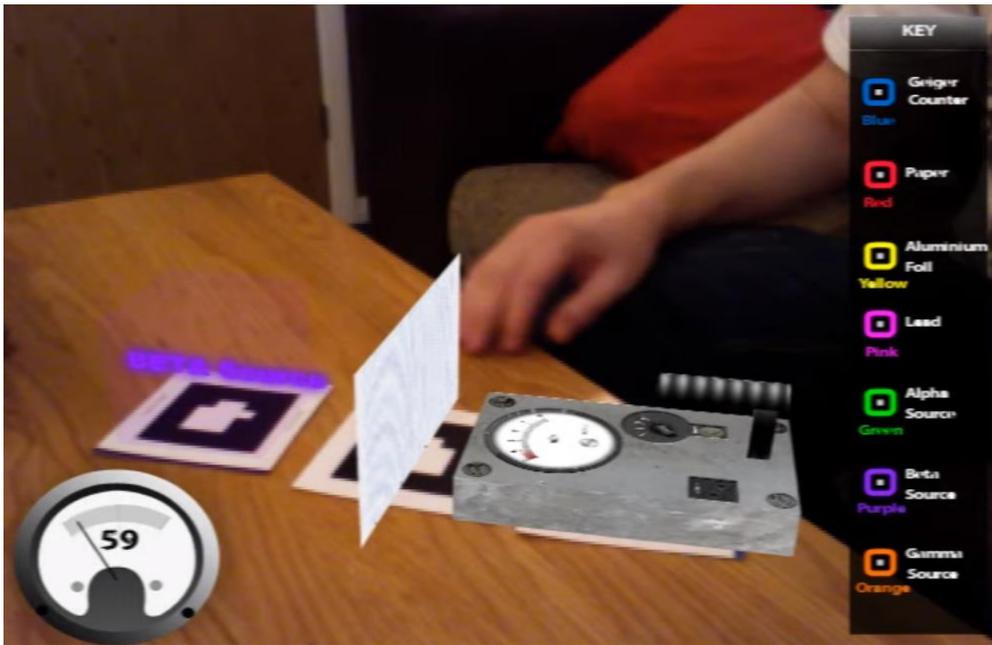


Figura 31. Medidor interactivo de radiactividad (*Aumentame, 2020*).

5) Realizar problemas sobre emisiones radiactivas.

En el **Anexo 1.I.** se recogen los ejercicios propuestos para realizar la actividad y las posibilidades de la aplicación para llevar a cabo el método científico.

Evaluación:

Se realizará a través de la corrección del problema (procedimiento, explicación teórica y resultado) y observando la participación activa durante la actividad presencial (evaluación formativa).

7.2.7. DINÁMICA Y CINEMÁTICA

Las leyes de Newton tienen una gran importancia ya que permiten comprender, explicar y predecir muchos fenómenos naturales relacionados con las fuerzas y el movimiento. Este contenido aparece en los cursos de 4º de la E.S.O. y 1º de Bachillerato.

Las actividades propuestas en los siguientes apartados se llevarán a cabo utilizando el material propio creado en el software Unity 3D y ARCore recogido en el **Anexo 2**. Estos softwares permiten la creación de una aplicación que predice y simula fuerzas y movimientos, pudiéndolos integrar además en un entorno real.

A continuación, se establecen los criterios de evaluación para los dos cursos en los que propone integrar la realidad aumentada para explicar estos conceptos. En 4º de la E.S.O., la actividad se limitará a aplicar las leyes de la dinámica ya que es el primer curso en el que tratan con fuerzas, de manera que deben afianzar los conocimientos y su aplicación práctica.

Tabla 11. Contenidos de las actividades “¿Qué fuerza hay que hacer?” y “¿Qué mueve este bloque?” en el currículo de 4º de E.S.O.	
BLOQUE 4: EL MOVIMIENTO Y LAS FUERZAS	
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
6. Reconocer el papel de las fuerzas como causa de los cambios en la velocidad de los cuerpos y representarlas vectorialmente.	6.1. Identifica las fuerzas implicadas en fenómenos cotidianos en los que hay cambios en la velocidad de un cuerpo. 6.2. Representa vectorialmente el peso, la fuerza normal, la fuerza de rozamiento y la fuerza centrípeta en distintos casos de movimientos rectilíneos y circulares.
7. Utilizar el principio fundamental de la Dinámica en la resolución de problemas en los que intervienen varias fuerzas.	7.1. Identifica y representa las fuerzas que actúan sobre un cuerpo en movimiento tanto en un plano horizontal como inclinado, calculando la fuerza resultante y la aceleración.
Tabla 10. Contenidos actividad 6 en el currículo de 4º de E.S.O.	
BLOQUE 4: EL MOVIMIENTO Y LAS FUERZAS	
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
8. Aplicar las leyes de Newton para la interpretación de fenómenos cotidianos.	8.1. Interpreta fenómenos cotidianos en términos de las leyes de Newton. 8.2. Deduce la primera ley de Newton como consecuencia del enunciado de la segunda ley. 8.3. Representa e interpreta las fuerzas de acción y reacción en distintas situaciones de interacción entre objetos.

En 1º de Bachillerato se fusionarán las fuerzas y el movimiento en la actividad propuesta, ya que ambos fenómenos están fuertemente ligados; y teniendo en cuenta

que los alumnos tienen cierta experiencia en la resolución de problemas de cinemática y dinámica.

Tabla 12. Contenidos de las actividades “¿Qué fuerza hay que hacer?” y “¿Qué mueve este bloque?” en el currículo de 1º Bachillerato.	
BLOQUE 7: DINÁMICA	
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
<p>1. Identificar todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo.</p> <p>2. Resolver situaciones desde un punto de vista dinámico que involucran planos inclinados y/o poleas.</p>	<p>1.1. Representa todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo, obteniendo la resultante, y extrayendo consecuencias sobre su estado de movimiento.</p> <p>1.2. Dibuja el diagrama de fuerzas de un cuerpo situado en el interior de un ascensor en diferentes situaciones de movimiento, calculando su aceleración a partir de las leyes de la dinámica.</p> <p>2.1. Calcula el modulo del momento de una fuerza en casos prácticos sencillos.</p> <p>2.2. Resuelve supuestos en los que aparezcan fuerzas de rozamiento en planos horizontales o inclinados, aplicando las leyes de Newton.</p>
BLOQUE 7: CINEMÁTICA	
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
<p>2. Representar gráficamente las magnitudes vectoriales que describen el movimiento en un sistema de referencia adecuado.</p> <p>3. Reconocer las ecuaciones de los movimientos rectilíneo y circular y aplicarlas a situaciones concretas.</p>	<p>2.1. Describe el movimiento de un cuerpo a partir de sus vectores de posición, velocidad y aceleración en un sistema de referencia dado.</p> <p>3.1. Obtiene las ecuaciones que describen la velocidad y la aceleración de un cuerpo a partir de la expresión del vector de posición en función del tiempo.</p> <p>3.2. Resuelve ejercicios prácticos de cinemática en dos dimensiones (movimiento de un cuerpo en un plano) aplicando las ecuaciones de los movimientos rectilíneo uniforme (M.R.U) y movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (M.R.U.A.).</p>

Tabla 13. Contenidos de las actividades “¿Qué fuerza hay que hacer?” y “¿Qué mueve este bloque?” en el currículo de 1º Bachillerato.	
BLOQUE 7: CINEMÁTICA	
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
5. Determinar velocidades y aceleraciones instantáneas a partir de la expresión del vector de posición en función del tiempo.	5.1. Planteado un supuesto, identifica el tipo o tipos de movimientos implicados, y aplica las ecuaciones de la cinemática para realizar predicciones acerca de la posición y velocidad del móvil.

A. “¿QUÉ FUERZA HAY QUE HACER?”

Esta actividad se llevará a cabo en 4º de la E.S.O., curso en el que los alumnos comienzan a aprender el concepto de fuerza y las leyes de Newton. Además, se utilizará como actividad de repaso para los alumnos de 1º de Bachillerato. La actividad será de iniciación al tema en el caso de 1º de Bachillerato; y de consolidación de conceptos para 4º de la E.S.O., ya que en este caso tendrá lugar tras la debida explicación teórica del concepto de fuerzas y su aplicación.

Los materiales necesarios para llevarla a cabo (cuestionarios y ejemplo de problemas resueltos numéricamente y con la app) se encuentran en el **Anexo 1.J**.

Objetivos de la actividad:

- Comprender el concepto de fuerza e identificar las diferentes fuerzas que actúan sobre un sistema propuesto.
- Aplicar las leyes de Newton.
- Resolver problemas donde interactúen diferentes fuerzas.
- Utilizar la tecnología para realizar simulaciones donde interaccionen diferentes fuerzas.
- Establecer ejemplos de la vida cotidiana donde interactúen fuerzas.

Desarrollo de la actividad:

- 1) Realizar el cuestionario previo (solo alumnos de 1º de bachillerato).
- 2) Leer el problema planteado y establecer una hipótesis y el diagrama de fuerzas.
- 3) Utilizar la app para comprobar la veracidad de la hipótesis.

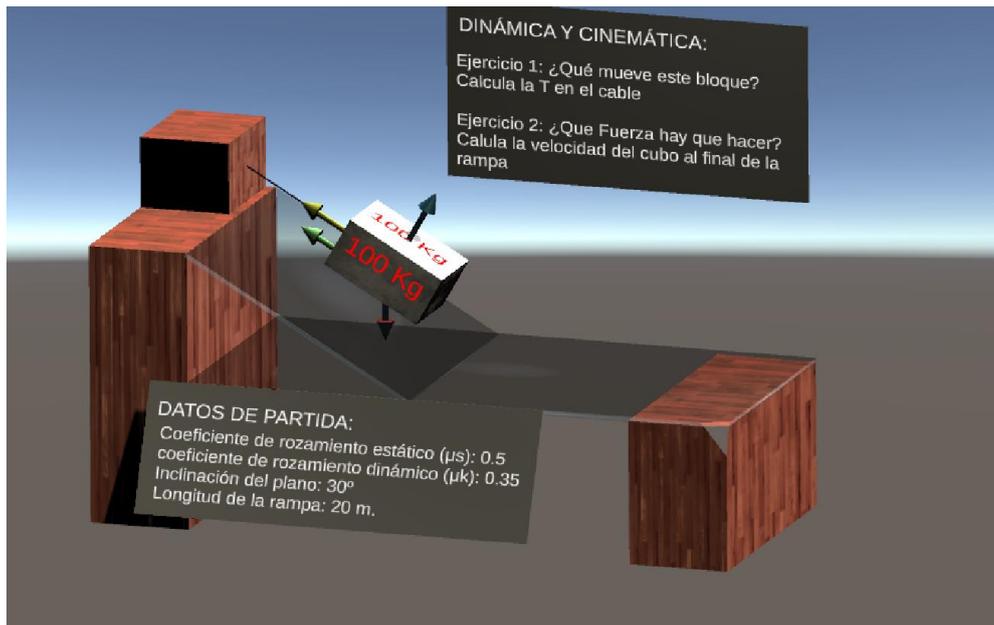


Figura 32. Aplicación para el desarrollo de la actividad “¿Qué fuerza hay que hacer?”.

- 4) Resolver numéricamente el problema (obtener la fuerza resultante u otra variable similar).
- 5) Comprobar la solución en la app.

Evaluación:

De nuevo en la actividad se integra la evaluación formativa a través de la corrección y resolución del problema. Además, se integra la evaluación diagnóstica en el caso de los alumnos de 1º de bachillerato ya que realizarán un cuestionario previo en **Socratic** para ver qué conceptos sobre fuerzas tienen más y menos claros los alumnos.

B. “¿QUÉ MUEVE ESTE BLOQUE?”

La actividad que se muestra a continuación une la dinámica con la cinemática. Por ello, se propone para alumnos de 1º de Bachillerato, que ya tienen una base sólida sobre ambos fenómenos.

Objetivos específicos de la actividad:

- Comprender el concepto de fuerza e identificar las diferentes fuerzas que actúan sobre un sistema propuesto.
- Aplicar las leyes de Newton.
- Resolver problemas de la vida cotidiana donde interactúen diferentes fuerzas.
- Aplicar las ecuaciones del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado para resolver problemas donde el inicio del movimiento sea debido a la actuación de alguna fuerza.

De la misma forma que la actividad anterior, la tarea propuesta se llevará a cabo con el material didáctico AR creado anteriormente.

Desarrollo de la actividad:

- 1) Leer el problema planteado en el **Anexo 1.K.** y establecer una hipótesis junto con el diagrama de fuerzas.
- 2) Utilizar la app para comprobar la veracidad de la hipótesis.

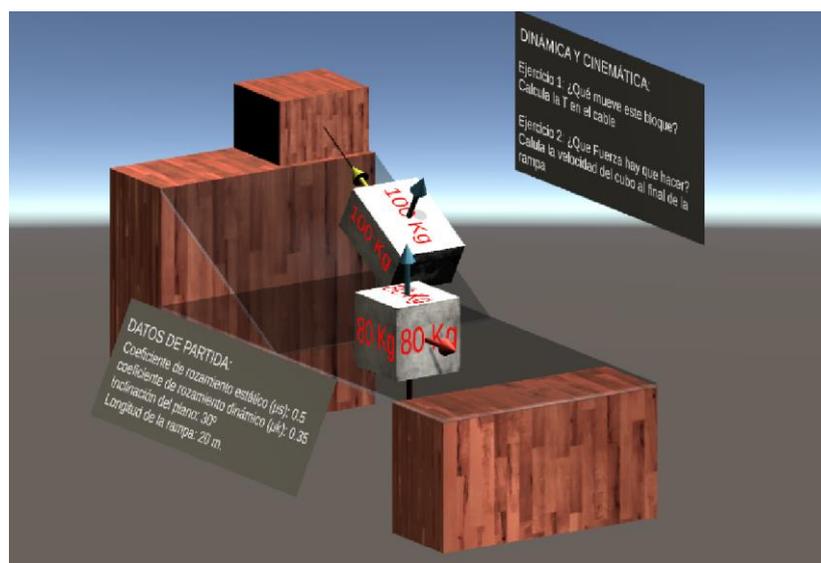


Figura 33. Aplicación para el desarrollo de la actividad “¿Qué mueve este bloque?”

- 3) Resolver numéricamente, aplicando las leyes de Newton, para obtener fuerzas resultantes y aceleración del cuerpo en movimiento.
- 4) Aplicar las ecuaciones del m.r.u.a. para obtener variables como la velocidad o la distancia recorrida.
- 5) Comprobar la solución del compañero en la app (coevaluación).

Evaluación:

Se evaluará la entrega de los problemas teniendo en cuenta tanto el análisis como el procedimiento y la aplicación de la teoría para obtener el resultado (evaluación formativa).

7.3. MODO DE ADQUISICIÓN DE LAS COMPETENCIAS CLAVE

Como se ha expresado en apartados anteriores, es indispensable la adquisición de las **competencias clave** para lograr que los alumnos alcancen un pleno desarrollo personal, social y profesional. En la **Tabla 12** se muestra el resumen de las competencias trabajadas en cada una de las actividades propuestas.

Tabla 14. Cuadro resumen del trabajo por competencias en las actividades.							
ACTIVIDAD	COMPETENCIAS CLAVE						
	CCL	CMCT	CD	CPAA	CSC	SIE	CEC
“DESCUBRIENDO EL SISTEMA PERIÓDICO”	X	X	X		X		
“ELEMENTOS Y COMPUESTOS QUÍMICOS		X	X				
“EL COMPORTAMIENTO DE LOS ELEMENTOS”		X	X				
“¿HABLAMOS DEL MISMO COMPUESTO?”		X	X				
“LA QUÍMICA DE NUESTRAS VIDAS”	X	X	X				X
“EL MUNDO DE LOS POLÍMEROS”		X	X				
“MÁS VALE FÍSICA QUE FUERZA”	X	X	X	X		X	X
“EN EL OJO DE LAS REACCIONES QUÍMICAS”	X	X	X		X	X	
“¿MAGIA O RADIATIVIDAD?”	X	X	X	X	X	X	X
“¿QUÉ FUERZA HAY QUE HACER?”		X	X			X	
“¿QUÉ MUEVE ESTE BLOQUE?”		X	X			X	

En los apartados que se muestran a continuación, se detallan las tareas integradas en las actividades que fomentarán la adquisición de las competencias.

7.3.1. COMPETENCIA EN COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA

La competencia en comunicación lingüística (CCL) es el resultado de la acción comunicativa dentro de prácticas sociales determinadas, en las cuales el individuo actúa con otros interlocutores y a través de textos en múltiples modalidades, formatos y soportes. Incluye el componente lingüístico, pragmático-discursivo, socio-cultural, estratégico y personal.

Esta competencia se trabaja en las actividades en las que los alumnos tienen que elaborar un informe, un documento resumen, realizar una exposición, la lectura de textos y la búsqueda de información.

7.3.2. COMPETENCIA MATEMÁTICA Y COMPETENCIAS BÁSICAS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

La competencia matemática implica la capacidad de aplicar el razonamiento matemático y sus herramientas para describir, interpretar y predecir distintos fenómenos en su contexto. Por otro lado, las competencias básicas en ciencia y tecnología son aquellas que proporcionan un acercamiento al mundo físico y a la interacción responsable con él desde acciones, tanto individuales como colectivas, orientadas a la conservación y mejora del medio natural, decisivas para la protección y mantenimiento de la calidad de vida y el progreso de los pueblos. Estas competencias contribuyen al desarrollo del pensamiento científico, pues incluyen la aplicación de los métodos propios de la racionalidad científica y las destrezas tecnológicas, que conducen a la adquisición de conocimientos, el contraste de ideas y la aplicación de los descubrimientos al bienestar social.

Estas competencias se desarrollan mediante la resolución analítica de problemas aplicando las ecuaciones físicas que rigen el fenómeno estudiado, aplicando el método científico a la hora de realizar experiencias prácticas y en todas aquellas actividades en las que se aborda cualquier conocimiento científico (hecho inherente a las asignaturas de física y química)

7.3.3. COMPETENCIA DIGITAL

La competencia digital (CD) es aquella que implica el uso creativo, crítico y seguro de las tecnologías de la información y la comunicación para alcanzar los objetivos relacionados con el trabajo, la empleabilidad, el aprendizaje, el uso del tiempo libre, la inclusión y participación en la sociedad.

La CD se trabaja en las actividades donde los alumnos llevan a cabo la elaboración de materiales como vídeos, informes y presentaciones donde ponen de manifiesto la información obtenida mediante el uso de la tecnología.

7.3.4. COMPETENCIA PARA APRENDER A APRENDER

La competencia para aprender a aprender (CPAA) requiere conocer y controlar los propios procesos de aprendizaje para ajustarlos a los tiempos y las demandas de las tareas y actividades que conducen al aprendizaje y desemboca en un aprendizaje cada vez más eficaz y autónomo.

Esta competencia se trabaja cuando los alumnos reciben un trabajo que deben organizar enfocándose en metas propuestas por el docente a corto, medio y largo plazo. Por ello, se trabaja cuando los alumnos deben crear materiales para compartir con sus compañeros y tener la información adecuada para poder preparar las pruebas de evaluación.

7.3.5. SENTIDO DE LA INICIATIVA Y ESPÍRITU EMPRENDEDOR

Entre los conocimientos que requiere esta competencia se incluye la capacidad de reconocer las oportunidades existentes para las actividades personales, profesionales y comerciales. También incluye aspectos de mayor amplitud que proporcionan el contexto en el que las personas viven y trabajan, así como las económicas y financieras.

Esta competencia requiere de las siguientes destrezas o habilidades esenciales: capacidad de análisis; capacidades de planificación, organización, gestión y toma de decisiones; capacidad de adaptación al cambio y resolución de problemas; comunicación, presentación, representación y negociación efectivas; habilidad para trabajar, tanto individualmente como dentro de un equipo; participación, capacidad de liderazgo y delegación; pensamiento crítico y sentido de la responsabilidad; autoconfianza, evaluación y auto-evaluación, ya que es esencial determinar los puntos fuertes y débiles de uno mismo y de un proyecto, así como evaluar y asumir riesgos cuando esté justificado (manejo de la incertidumbre y asunción y gestión del riesgo).

Esta competencia se trabaja en las prácticas experimentales donde el alumno debe planificar, en mayor o menor medida, qué va a hacer para llevar a cabo el estudio experimental propuesto y para analizar los resultados, en las actividades de resolución de problemas y en las actividades cuyo modelo de trabajo es el cooperativo.

7.3.6. CONCIENCIA Y EXPRESIONES CULTURALES

La competencia en conciencia y expresiones culturales (CEC) implica conocer, comprender, apreciar y valorar con espíritu crítico, con una actitud abierta y respetuosa, las diferentes manifestaciones culturales y artísticas, utilizarlas como fuente de enriquecimiento y disfrute personal y considerarlas como parte de la riqueza y patrimonio de los pueblos.

Así pues, la competencia para la conciencia y expresión cultural requiere de conocimientos que permitan acceder a las distintas manifestaciones sobre la herencia cultural (patrimonio cultural, histórico-artístico, literario, filosófico, tecnológico, medioambiental, etcétera) a escala local, nacional y europea.

Por todo ello, las actividades que incluyen la lectura de textos de divulgación científica contribuyen al desarrollo de esta competencia.

7.3.7. COMPETENCIAS SOCIALES Y CÍVICAS

La competencia social se relaciona con el bienestar personal y colectivo. Exige entender el modo en que las personas pueden procurarse un estado de salud física y mental óptimo, tanto para ellas mismas como para sus familias y para su entorno social próximo, y saber cómo un estilo de vida saludable puede contribuir a ello. En cuanto a la competencia cívica, se basa en el conocimiento crítico de los conceptos de democracia, justicia, igualdad, ciudadanía y derechos humanos y civiles, así como de su formulación en la Constitución española, la Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea y en declaraciones internacionales, y de su aplicación por parte de diversas instituciones a escala local, regional, nacional, europea e internacional. Esto incluye el conocimiento de los acontecimientos contemporáneos, así como de los acontecimientos más destacados y de las principales tendencias en las historias nacional, europea y mundial, así como la comprensión de los procesos sociales y culturales de carácter migratorio que implican la existencia de sociedades multiculturales en el mundo globalizado.

La adquisición de esta competencia está estrechamente ligada a la manifestación de respeto, valores e integración. Por ello, las actividades grupales donde la toma de decisiones debe ser consensuada permiten desarrollar esta competencia.

7.4. PRECAUCIÓN USOS DE MÓVILES Y TABLETS

El uso de dispositivos móviles o tabletas dentro de los centros educativos debe estar regulado y su utilización debe ayudar a alcanzar las competencias básicas de los alumnos. Por ello, es aconsejable implementar algunas normas en las actividades propuestas:

- Control por parte del centro o profesores encargados de todo lo relativo al uso de los mencionados dispositivos.
- El uso del móvil estará supeditado al permiso del profesor responsable de la actividad, y en todo caso, el alumno será el único responsable en cuanto a posibles pérdidas, robos...
- No estará permitida la grabación dentro del centro educativo.
- Uso responsable de los ordenadores y la conexión a Internet: navegar solo por sitios permitidos y evitar páginas no recomendadas para su edad. El uso de tales dispositivos será exclusivamente con carácter educativo.

8. EVALUACIÓN Y PLAN DE MEJORA

La presente propuesta supone una innovación en la forma de llevar a cabo alguno de las clases para impartir contenidos fundamentales de diferentes cursos a lo largo de la E.S.O. y el Bachillerato. Por ello, es fundamental tener una retroalimentación del grado de consecución de los objetivos de la propuesta y posibles propuestas de mejora.

Para evaluar la propuesta se pedirá a los alumnos que hayan participado en las actividades planteadas, que cumplimenten la encuesta de satisfacción (anónima) que se muestra en el **Anexo 3**, ya que su opinión también es fundamental a la hora de mejorar la calidad de las actividades.

Por otro lado, para realizar el plan de mejora, además de tener en cuenta la encuesta presentada anteriormente, se evaluará el progreso de los alumnos, teniendo en cuenta la observaciones realizadas por el docente durante las actividades y tras ellas; y se realizará una comparativa de los resultados obtenidos con los de años anteriores.

Finalmente, teniendo en cuenta los resultados y las propuestas de mejora planteadas por los alumnos, se realizará una revisión y se integrarán los cambios pertinentes de cara a la mejora de la actividad docente y de la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje.

9. CONCLUSIONES

Hoy en día, la tecnología es una parte fundamental de nuestras vidas, de manera que le renovación de los entornos y metodologías educativas es necesario. La cantidad de recursos e información disponible en internet es inmensa por lo que actualmente el papel del docente ha cambiado de ser el transmisor del conocimiento a un guía del aprendizaje de los alumnos, siendo ellos mismos el centro de este aprendizaje. En esta nueva forma de aprendizaje la tecnología juega un papel fundamental.

Este trabajo se ha centrado en mostrar las posibilidades que ofrece la tecnología de realidad aumentada para mejorar la calidad de la educación. En ese sentido el potencial es infinito, ya que permite desarrollar la educación en entornos inmersivos (proporciona experiencias no disponibles en el aula real, fomenta la inclusión de alumnado con necesidades especiales, fomenta el aprendizaje activo, aumenta la motivación, etc.); y se desarrollará mucho más en los próximos años.

Según el informe Virtual Reality 101: *“What you need to know about kids and VR”*, realizado por Common Sense Media en colaboración con la Universidad de Stanford, las percepciones en la realidad virtual tienen una intensidad similar a las de la vida real. (Two Reality, 2020).

A partir de las actividades propuestas se pretende mostrar la viabilidad de la renovación de los procesos de enseñanza- aprendizaje, adaptándose a los cambios que surgen en la sociedad. Además, se muestran los beneficios de emplear esta tecnología, donde la interacción permite a los alumnos conectar la vida real con los fenómenos físicos y químicos, eliminando así la percepción abstracta que los alumnos tienen de las asignaturas de física y química.

10. BIBLIOGRAFÍA

20 minutos. (30 de Abril de 2020). *Utilizan la realidad virtual para dar una clase que explica cómo el coronavirus afecta al sistema respiratorio*. Obtenido de <https://www.20minutos.es/noticia/4235902/0/utilizan-la-realidad-virtual-para-dar-una-clase-que-explica-como-el-coronavirus-afecta-al-sistema-respiratorio/>

360ed Visioneering Learning. (5 de Abril de 2020). *360ed Visioneering Learning*. Obtenido de <https://www.360ed.org/about-360ed-edutech>

ABC. (20 de Abril de 2020). *ABC Sociedad*. Obtenido de El descubrimiento de la Aspirina: De la corteza de sauce a una fábrica de tintes: <https://www.abc.es/sociedad/20130606/abci-aspirina-historia-investigacion-bayer-201306051131.html>

Alchemie Solutions. (5 de Abril de 2020). *Isomers AR*. Obtenido de <https://www.alchemie.ie/isomers-ar>

AR Post. (25 de Abril de 2020). *Top Reasons Why Augmented Reality Represents the Future of Education and Training*. Obtenido de <https://arpost.co/2017/12/06/augmented-reality-the-future-of-education-and-training/>

Arloon. (7 de Abril de 2020). *Arloon*. Obtenido de Apps Educativas con realidad aumentada: <http://www.arloon.com/apps/arloon-chemistry/>

Aumentame. (26 de Abril de 2020). *LearnAR*. Obtenido de <https://aumenta.me/2013/11/11/learnar/>

Aumentaty Community. (19 de Marzo de 2020). *La comunidad AR de Aumentaty*. Obtenido de Comunidad educativa Aumentaty: <http://www.aumentaty.com/community/es/>

Borja Láinez, E. C. (2018). Aportaciones de la realidad aumentada en la inclusión en el aula de estudiantes con trastorno del espectro autista. *Edmetic. Revista de Educación Mediática y TIC*.

Canva. (22 de Abril de 2020). *Ideas para aprovechar la realidad aumentada en educación*. Obtenido de https://www.canva.com/es_mx/aprende/ideas-aprovechar-realidad-aumentada-en-educacion/

Consejería de Educación de Castilla y León. (08 de Abril de 2020). *Boletín Oficial de Castilla y León*. Obtenido de ORDEN EDU/362/2015, de 8 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación

secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León:
<https://www.educa.jcyl.es/es/resumenbocyl/orden-edu-362-2015-4-mayo-establece-curriculo-regula-implan>

Consejería de Educación de Castilla y León. (8 de Abril de 2020). *Boletín Oficial de Castilla y León núm 86, de 8 de Mayo de 2015*. Obtenido de 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 de la Comunidad de Castilla y León: 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

Cortes Generales. Gobierno de España. (8 de Abril de 2020). *Boletín Oficial del Estado núm 311, de 29 de Diciembre de 1978*. Obtenido de Constitución Española: [https://www.boe.es/eli/es/c/1978/12/27/\(1\)/con](https://www.boe.es/eli/es/c/1978/12/27/(1)/con)

Coster, M. (16 de Abril de 2020). *Organic Chemistry Explained*. Obtenido de Molecular: an augmented reality app for organic chemistry: <https://organicchemexplained.com/molecular-augmented-reality-app/>

CreativiTIC. (7 de Abril de 2020). *Augmented Class!* Obtenido de Augmented reality for education: <http://www.augmentedclass.com/>

Economía Digital. (23 de Abril de 2020). *La realidad virtual, más atractiva que nunca*. Obtenido de https://www.economiadigital.es/tecnologia-y-tendencias/la-realidad-virtual-gana-atractivo-con-el-distanciamiento-social_20050095_102.html

Educación 3.0. (15 de Abril de 2019). "Herramientas para crear contenidos con realidad aumentada.". *Educación 3.0*.

Educacion 3.0. (5 de Marzo de 2020). *Educación 3.0*. Obtenido de Herramientas para crear contenidos con realidad aumentada.: <https://www.educacionrespuntocero.com/recursos/apps-para-crear-contenidos-con-realidad-aumentada/>

Educación 3.0. (06 de Marzo de 2020). *Educación 3.0*. Obtenido de <https://www.educacionrespuntocero.com/recursos/apps-para-crear-contenidos-con-realidad-aumentada/>

Epic Games. (21 de Abril de 2020). *Unreal Engines*. Obtenido de <https://www.unrealengine.com/en-US/>

Faruk Aricia, P. Y. (2019). "Research trends in the use of augmented reality in science education: Content and bibliometric mapping analysis.". *Computers & Education. Elsevier*.

García, R. D. (28 de Abril de 2020). *Experimentos divertidos de química*. Obtenido de http://servicios.educarm.es/templates/portal/images/ficheros/etapasEducativas/secundaria/5/secciones/513/contenidos/10263/experimentos_de_quimica.pdf

Gartner. (27 de Abril de 2020). *5 Trends Appear on the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2019*. Obtenido de <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-appear-on-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2019/>

Hannu Salmi, A. K. (2012). Towards an Open Learning Environment via Augmented Reality (AR): visualising the invisible in science centres and schools for teacher education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Elsevier.

ICEMD. (27 de Abril de 2020). *El futuro de las aplicaciones de realidad aumentada: ¿qué nos espera?* Obtenido de <https://www.icemd.com/digital-knowledge/articulos/futuro-las-aplicaciones-realidad-aumentada-nos-espera/>

Isostopy. (23 de Abril de 2020). *Realidad aumentada, la «EdTech» que está revolucionando las aulas*. Obtenido de <https://www.isostopy.com/realidad-aumentada-educacion/>

Jefatura del Estado. (8 de Abril de 2020). *Boletín Oficial del Estado núm 295, de 10 de Diciembre de 2013*. Obtenido de Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-12886-consolidado.pdf>

Jefatura del Estado. Gobierno de España. (8 de Abril de 2020). *Boletín Oficial del Estado núm 106, de 4 de Mayo de 2006*. Obtenido de Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.: <https://www.boe.es/eli/es/lo/2006/05/03/2/con>

Jennifer L. Chiu, C. J. (2015). "The effects of augmented virtual science laboratories on middle school.". *Computers & Education*. Elsevier.

López, C. T. (20 de Abril de 2020). *Cultura científica*. Obtenido de Polimeros: <https://culturacientifica.com/2015/01/27/de-los-polimeros/>

Microsoft. (25 de Abril de 2020). *HoloLens 2*. Obtenido de <https://www.microsoft.com/es-es/hololens/hardware>

Miguel, R. d. (26 de Septiembre de 2018). Realidad Aumentada para potenciar la capacidad de innovación del alumnado. *Educación 3.0*.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (06 de Marzo de 2020). *Boletín Oficial del Estado*. Obtenido de Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se

establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.:
<https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (08 de Abril de 2020). *Boletín Oficial del Estado núm 25, de 29 de Enero de 2015*. Obtenido de 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: <https://www.boe.es/eli/es/o/2015/01/21/ecd65>

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (8 de Abril de 2020). *Boletín Oficial del Estado núm 3, de 3 de Enero de 2015*. Obtenido de <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (14 de Abril de 2020). *Educalab*. Obtenido de Educación conectada en tiempo de redes: <http://blog.intef.es/redes/tag/mobile-learning/>

Ministerio de Educación y Formación Profesional. Gobierno de España. (7 de Abril de 2020). *LOMCE*. Obtenido de Competencias clave: <https://www.educacionyfp.gob.es/educacion/mc/lomce/el-curriculo/curriculo-primaria-eso-bachillerato/competencias-clave/competencias-clave.html>

Mujeres con ciencia. (26 de Abril de 2020). *Irène y Frédéric Joliot-Curie: radiactividad a la carta*. Obtenido de <https://mujeresconciencia.com/2016/05/30/irene-y-frederic-joliot-curie-radiactividad-a-la-carta/>

Next Reality. (24 de Abril de 2020). *McGraw-Hill Jumps into Educational Augmented Reality via Partnership with Startup Alchemie*. Obtenido de <https://next.reality.news/news/mcgraw-hill-jumps-into-educational-augmented-reality-via-partnership-with-startup-alchemie-0197892/>

Oficina regional de educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe (OREALC). (07 de Abril de 2020). *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura*. Obtenido de UnesDoc. Biblioteca digital: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000131039>

Organic Chemistry Explained. (25 de Abril de 2020). *MolecularAR: an augmented reality app for organic chemistry*. Obtenido de <https://organicchemexplained.com/molecular-augmented-reality-app/>

Pérez-Barco, M. J. (7 de Abril de 2020). *ABC Economía*. Obtenido de Los desafíos de la educación del siglo XXI: https://www.abc.es/economia/abci-desafios-educacion-siglo-201703021004_noticia.html

Plunkett, K. N. (2019). A Simple and Practical Method for Incorporating Augmented Reality into the Classroom and Laboratory. *Journal of Chemical Education. American Chemical Society and Division of Chemical Education.*

Plutomen. (27 de Abril de 2020). *Augmented Reality demo for Education.* Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=uv37-qroA04>

RoadtoVR. (25 de Abril de 2020). *34 VR Apps for Remote Work, Education, Training, Design Review, and More.* Obtenido de <https://www.roadtovr.com/vr-apps-work-from-home-remote-office-design-review-training-education-cad-telepresence-wfh/>

Roar Solutions. (7 de Marzo de 2020). *Roar Solutions.* Obtenido de Create your own Augmented Reality: <https://theroar.io/editor>

Tuncel, M. F. (2019). Integrating augmented reality into problem based learning: The effects on learning achievement and attitude in physics education. *Computers & Education. Elsevier.*

Two Reality. (23 de Abril de 2020). *Reuniones y conferencias en realidad virtual.* Obtenido de <https://www.tworeality.com/reuniones-en-realidad-virtual/>

Unite AR Team. (7 de Abril de 2020). *Unite AR Team.* Obtenido de Create your own Augmented Reality: <https://www.unitear.com/how-to-make-ar>

Unity. (21 de Abril de 2020). *Unity 3D.* Obtenido de <https://unity.com/es>

Unity Connect. (4 de Marzo de 2020). *Unity Connect.* Obtenido de <https://connect.unity.com/p/chemistry-experiment-in-augmented-reality-vuforia>

Universia. (1 de Mayo de 2020). *¿Cuándo utilizaremos gafas de realidad virtual en clase?* Obtenido de <https://noticias.universia.es/ciencia-tecnologia/noticia/2017/12/20/1156974/cuando-utilizaremos-gafas-realidad-virtual-clase.html>

Yilmaz, D. S. (2020). The effect of Augmented Reality Technology on middle school students achievements and attitudes towards science education. *Computers & Education. Elsevier.*

ANEXO 1: MATERIALES DIDÁCTICOS

En este apartado se encuentran diferentes materiales empleados (textos, ejercicios y otros recursos) en las actividades detalladas en la propuesta educativa.

ANEXO 1.A. TABLA PERIÓDICA: DESCUBRIENDO EL SISTEMA PERIÓDICO

- Ejercicio propuesto para 2º E.S.O.:

Busca información del elemento mayoritario de los siguientes compuestos.

- | | |
|--------------|-------------------------|
| a) Leche. | e) Batería de un móvil. |
| b) Sal. | f) Pulsera. |
| c) Lentejas. | g) Globo de feria. |
| d) Carbón. | h) Agua de la piscina. |

- Ejercicio propuesto para 3º E.S.O.:

Busca información de los elementos correspondientes a los siguientes grupos:

- | | |
|--------------------------------|------------------------------------|
| a) Metales alcalinos. | e) Nitrogenoides o nitrogenoideos. |
| b) Alcalinoterreos. | f) Anfígenos. |
| c) Terreos. | g) Halógenos. |
| d) Carbonoides o carbonoideos. | h) Gases nobles |

Solución:

La leche tiene Calcio elemento que pertenece a los metales alcalinotérreos.

La información obtenida por la app es la siguiente:

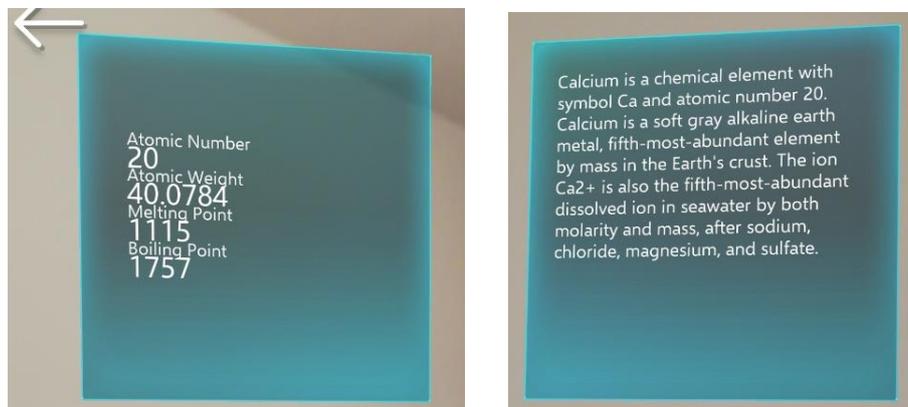


Figura 34. Información sobre el átomo de Magnesio (Sparklab, 2020).

	SISTEMA PERIÓDICO	
Integrantes del grupo:		
ELEMENTO Y SÍMBOLO CALCIO (Ca)		
Número atómico (Z): 20	Número másico (A): 40,078 u	
Propiedades: Metal alcalinotérreo gris suave. Es uno de los metales más abundantes en la corteza terrestre. Pto ebullición: 1.757 K Pto fusión: 1.115 K		
Objetos de la vida cotidiana donde se encuentra: LECHE, YOGURES, ALEACIONES, CEMENTO, PLÁSTICOS, COSMÉTICOS Y PINTURAS		

ANEXO 1.B. TABLA PERIÓDICA: ELEMENTOS Y COMPUESTOS QUÍMICOS

- Ejemplo de ejercicio:

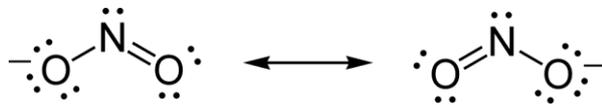
Para los siguientes elementos: $Z = 1$, $Z = 6$, $Z = 7$, $Z = 11$, $Z = 17$ y Z , escribe:

- Sus configuraciones electrónicas.
- El símbolo del elemento.
- Tipo de compuesto (metal, no metal).
- Los compuestos formados mediante la combinación de estos elementos y el tipo de enlace.
- Cuando corresponda escribe la estructura de Lewis.

Solución:

Para $Z = 11$:

- $1s^2 2s^2 2p^3$.
- Se trata del Nitrógeno (N).
- No metal.
- Enlace covalente.
- Ejemplo de compuesto NO_2 .



Comprobación con la app:

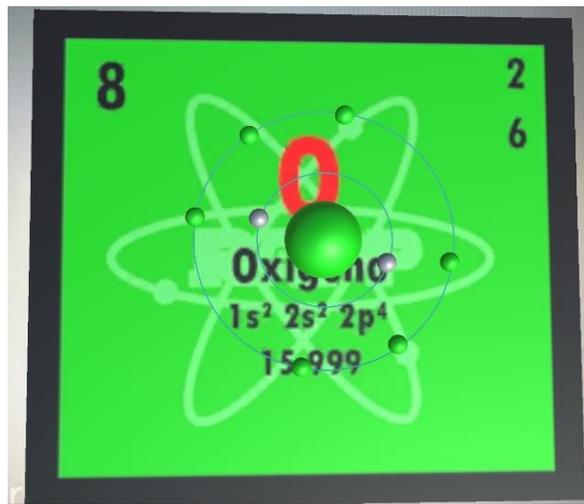


Figura 35. Configuración electrónica AR (RAappChemistry, 2020).

ANEXO 1.C. TABLA PERIÓDICA: “EL COMPORTAMIENTO DE LOS ELEMENTOS”

- Ejercicios:

- Dados los siguientes elementos: $Z = 5$, $Z = 9$ y $Z = 12$.
 - Escribe sus configuraciones electrónicas y el símbolo de cada elemento.
 - Define electronegatividad y ordénalos de forma creciente.

Solución:

- $Z = 5$. $1s^2 2s^2 2p^1$. B
 $Z = 9$. $1s^2 2s^2 2p^5$. F
 $Z = 12$. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$. Mg
- La electronegatividad es la atracción de un átomo sobre sí el par de electrones compartido con otro en un enlace covalente con él. Cuando la electronegatividad de los elementos es parecida entonces compartirán los electrones teniendo un mayor carácter covalente el enlace. En cambio si la electronegatividad de los elementos es muy diferente en vez de compartir los electrones lo que pasará es que el de mayor electronegatividad cogerá los electrones y el otro casi los perderá produciéndose un enlace iónico.

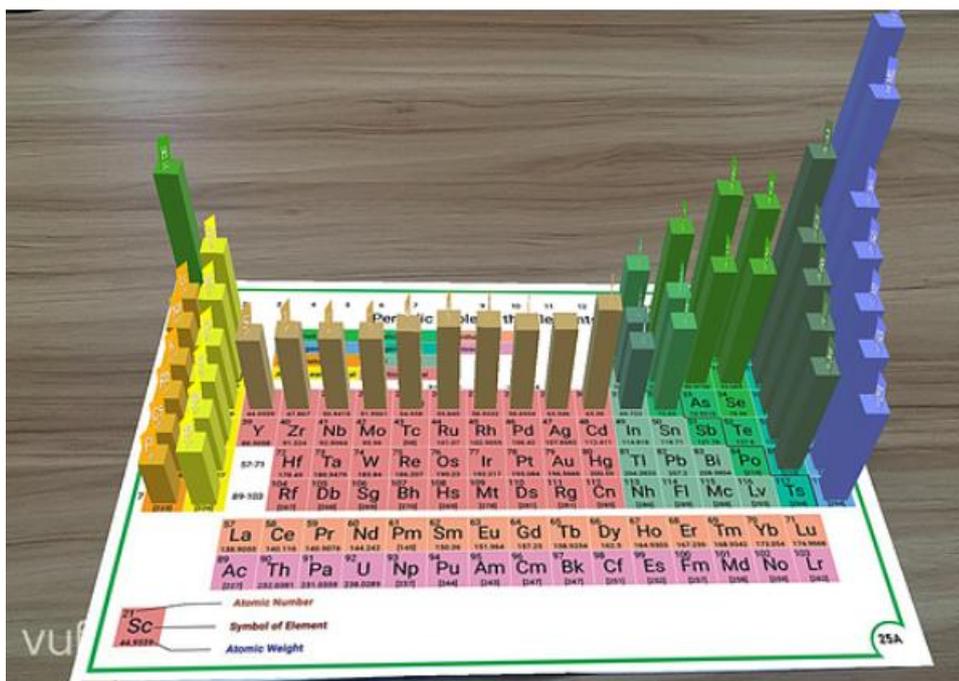


Figura 36. Variación de la electronegatividad (Dat Thin Pone Chemistry, 2020).



- Compara el tamaño de las siguientes especies:
 - Na^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} , Si^{4+} .
 - Cl^+ , Cl , Cl^- .

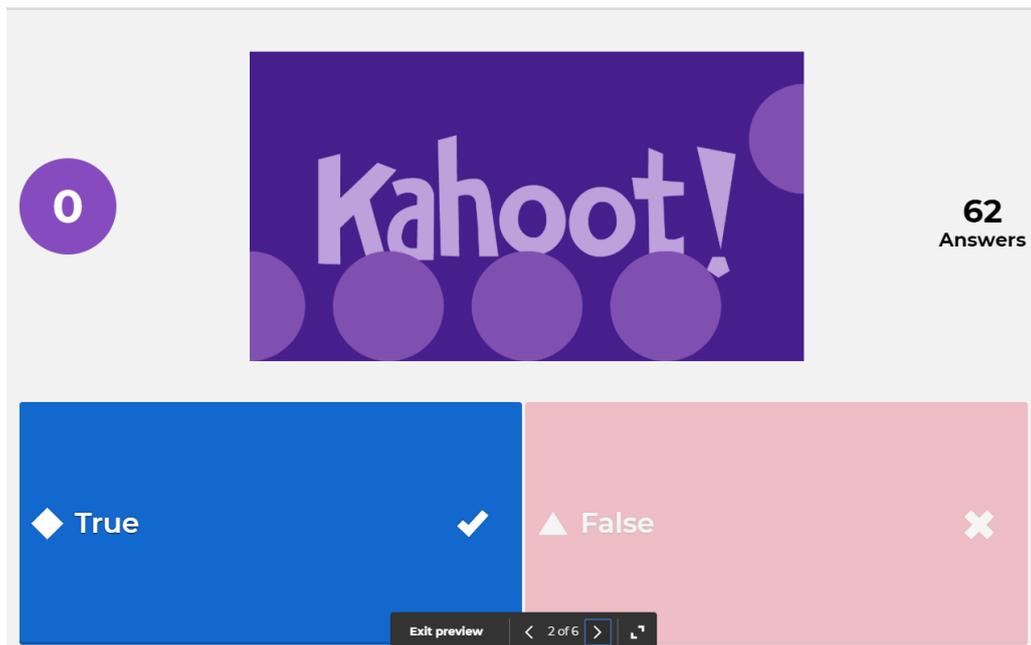
3. Compara las energías de ionización del carbono y del silicio.
4. Teniendo en cuenta la posición en la tabla periódica de los cuatro elementos siguientes: Sr, Cs, Cl y Cu, razona cuál de ellos es:
 - c) El más electronegativo.
 - d) El menos electronegativo.
 - e) El de mayor energía de ionización.
 - f) El más reactivo en función de los valores de su energía de ionización.

- Cuestionario kahoot:

El cuestionario incluiría 4 tipos de preguntas:

- Verdadero y falso

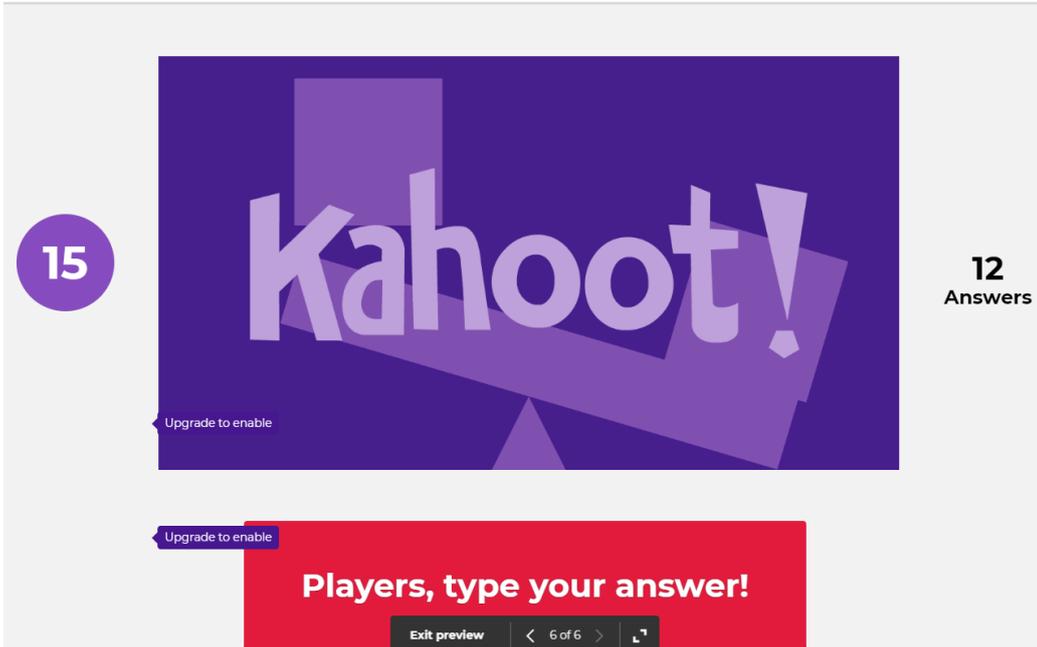
Si un elemento tiende a captar electrones tiene afinidad
electrónica alta.



Solución: true.

- Respuesta abierta

El radio atómico aumenta al en un grupo



15

Kahoot!

Upgrade to enable

12 Answers

Upgrade to enable

Players, type your answer!

Exit preview < 6 of 6 >

Solución: descender.

- Respuesta múltiple

La energía de ionización aumenta



16

Kahoot!

12 Answers

▲ a medida que se asciende por un grupo

◆ cuanto más a la izquierda este el elemento en la tabla periódica

● a medida que se descende por un grupo

■ cuanto más se avance a lo largo de un periodo

Exit preview < 5 of 6 >

Solución: a medida que se asciende por un grupo y cuanto más se avance a lo largo un periodo.

- Respuesta única.

Si la electronegatividad de un elemento es alta



10

Kahoot!

34
Answers

- ▲ La energía de ionización es alta y la afinidad electrónica alta
- ◆ La energía de ionización es alta y la afinidad electrónica baja
- La energía de ionización es baja y la afinidad electrónica baja
- La energía de ionización es baja y la afinidad electrónica alta

Exit preview < 1 of 6 > +

Solución: la energía de ionización es alta y la afinidad electrónica es alta.

ANEXO 1.D. FORMULACIÓN ORGÁNICA: ¿HABLAMOS DEL MISMO COMPUESTO?

- Ejercicios:

1. Escribe dos hidrocarburos saturados (alcanos) que sean isómeros de cadena entre sí.

Solución: C_6H_{14}



Figura 37. Isómeros de cadena del C_6H_{14} (*Isomers AR, 2020*).

2. Escribe dos alcoholes que sean entre sí isómeros de posición.

Solución:

$C_6H_{14}O$

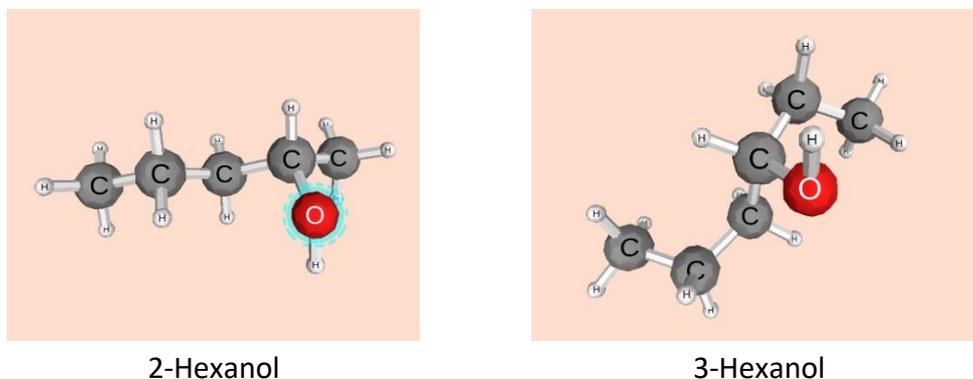


Figura 38. Isómeros de posición del $C_6H_{14}O$ (*Model AR, 2020*).

3. Formula los compuestos que responden a la siguiente fórmula C_4H_8O .
4. Formula los siguientes pares de compuestos e indica cuáles son isómeros y qué tipo de isomería tienen:
 - a) Butano y Metilpropano.
 - b) Propeno y Propino.
 - c) 2- Metilpentano y 3- Metilpentano.

ANEXO 1.E. FORMULACIÓN ORGÁNICA: LA QUÍMICA DE NUESTRAS VIDAS

- Adaptación del texto de divulgación científica:

“EL DESCUBRIMIENTO DE LA ASPIRINA: DE LA CORTEZA DE SAUCE A UNA FÁBRICA DE TINTES” (ABC , 2020)

Una serie de casualidades y de investigaciones científicas están detrás del hallazgo acetilsalicílico.



Figura 39. Tabletas de aspirina (ABC , 2020).

El 10 de octubre de 1897, Félix Hoffmann informaba del procedimiento seguido para la obtención del llamado **ácido acetilsalicílico**. Esta podría ser la fecha que marca el nacimiento del «remedio milagroso». El fármaco más conocido y seguramente el más utilizado en el mundo entero. La popular «**Aspirina**», útil para aliviar dolores de cabeza, musculares, y muchas más utilidades que con el tiempo se han ido añadiendo a las propiedades de esta «pastillita blanca».

La aspirina, el ácido acetilsalicílico, es químicamente un éster acetilado del ácido salicílico. Se trata de un principio activo cuyas primeras indicaciones lo muestran como analgésico, antipirético y antiinflamatorio, eficaz y bien tolerado.

Pero para conocer sus orígenes, tenemos que remontarnos hasta el principio de la historia porque la humanidad siempre ha estado interesada en descubrir remedios para las enfermedades y, sobre todo, para los dolores y la fiebre.

Esos primeros «medicamentos» se encontraban en la naturaleza, y sobre todo en las plantas. Y nuestros ancestros descubrieron que la **corteza del sauce** daba alivio a algunas de esas dolencias, aunque entre la Edad Media y hasta el siglo XVIII, no se sabe por qué, pero quedó en el olvido.

Fue ya en 1763, cuando Edward Stone presentó un informe en la Real Sociedad de Medicina Inglesa reconociendo sus propiedades. Edward realizó un **estudio en 50 pacientes** que padecían estados febriles, y en su conclusión destacó su efecto antipirético.

Posteriores investigaciones sobre la corteza del sauce llevaron a otros estudiosos a dar con el principio activo que logra este efecto. Le llamaron «salicina», y es un análogo del ácido salicílico y del ácido acetilsalicílico.

En 1853, el químico francés **Charles Frédéric Gerhardt** hizo un primer intento de acetilación de la salicina pero la solución contenía demasiados efectos. En 1859, Herman Kolbe obtuvo por síntesis química el ácido salicílico. Este compuesto presentaba algunos **inconvenientes**, como su excesivo sabor amargo y además provocaba irritación en el estómago.

Y en 1986 un químico de la empresa Bayer, **Félix Hoffmann**, es quien recupera todas estas investigaciones anteriores. El director de investigación de nuevos fármacos de la empresa, Arthur Eichengrün, le encargó Hoffmann la tarea de encontrar una **variante del ácido salicílico** que no provocara estos efectos secundarios.

Tras sus investigaciones, es en 1897 cuando daba cuenta a su superior de su descubrimiento, un procedimiento para obtener el ácido acetilsalicílico, un producto con los usos terapéuticos deseados, pero más estable y puro químicamente y **sin los efectos secundarios** que provocaba el ácido salicílico.

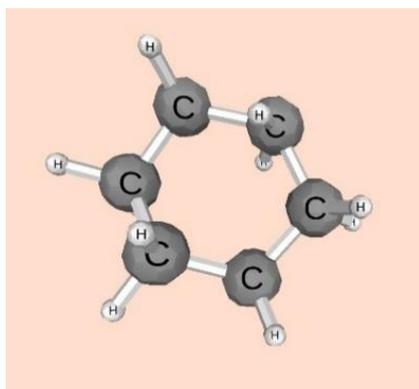
Su eficacia terapéutica como analgésico y antiinflamatorio fue descrita en 1899 por el farmacólogo alemán **Heinrich Dreser**. Ese mismo año fue patentado con el nombre de Aspirin.

- Hoja de ejercicios:

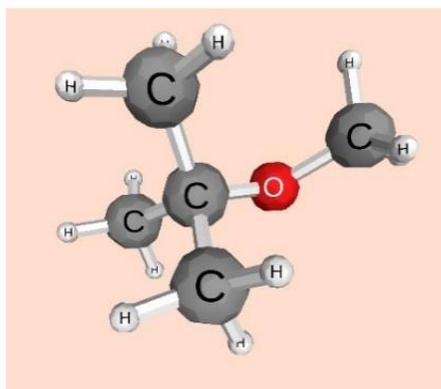
1. Formula los siguientes compuestos:

- | | |
|---------------------|------------------------|
| a) Ciclohexano. | e) Etanol. |
| b) Eteno. | f) Etilpropileter. |
| c) Trimetilpentano. | g) 2-Pentanona. |
| d) Ácido benzoico. | h) Etanoato de metilo. |

Solución: a) y f)



Ciclohexano



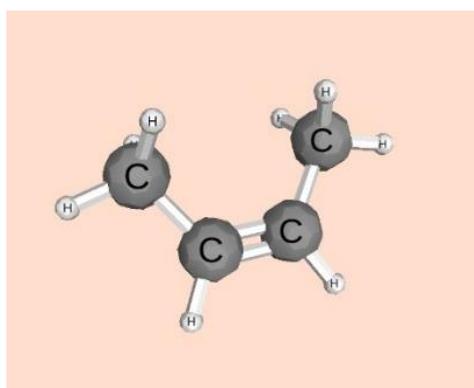
Etilpropieleter

Figura 40. Moléculas orgánicas (*ModelAR, 2020*).

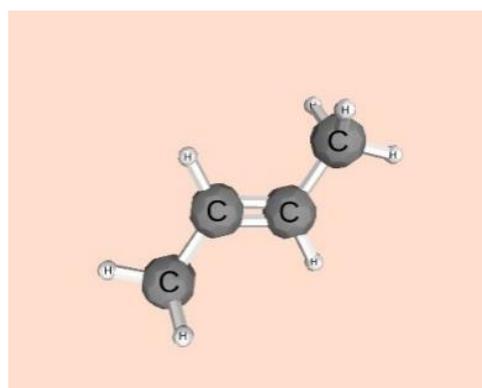
2. Teniendo en cuenta que existen dos tipos de isomería espacial, geométrica y óptica; evalúa la isomería que presentan los siguientes compuestos, formulándolos correctamente:

- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| a) 2-buteno. | b) 2-metilpent-2-eno. |
| c) 2-buteno. | f) Bromoclorofluorometano. |
| d) 2-metilpent-2-eno. | g) Butan-2-ol. |
| e) Isopropilamina. | h) Ácido láctico. |

Solución a):



Cis-2-buteno



Trans-2-buteno

Figura 41. Isómeros 2-buteno (*ModelAR, 2020*).

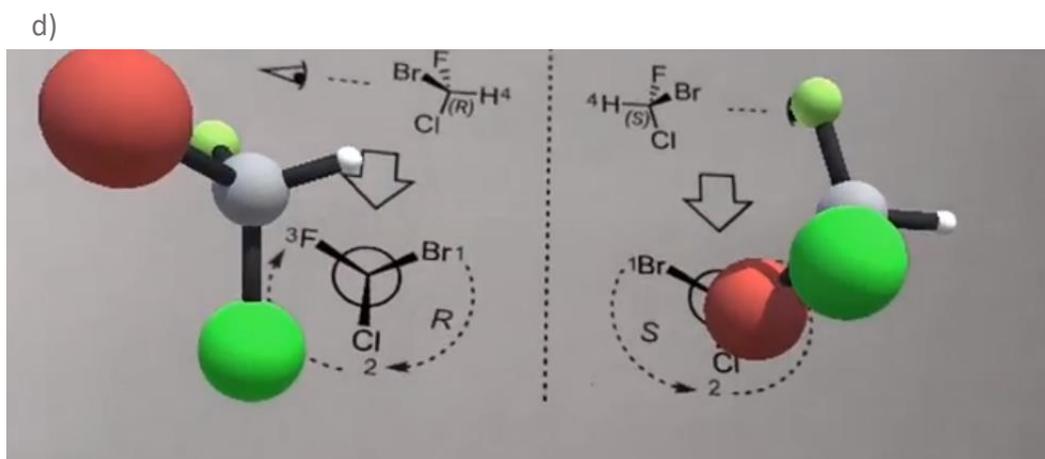


Figura 42. Isomería óptica del bromoclorofluorometano (*MolecularR, 2020*).

3. Formula los siguientes compuestos y evalúa si presentan isomería cis-trans.
 - a) 2,2-difluor-eteno.
 - b) 1,2-diyodo-etano.
 - c) 2,2-difluor-eteno.

4. Dado los siguientes compuestos, indica si presentan isomería geométrica, en cuyo caso escribe y nómbralos:
 - a) $\text{ClCH}=\text{CHCH}_3$
 - b) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$
 - c) $\text{ClCH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$

ANEXO 1.F. PRESIÓN: MÁS VALE FÍSICA QUE FUERZA

- Ejemplo de problemas:

1. Se desea elevar un cuerpo de 1500 kg utilizando una elevadora hidráulica de plato grande circular de 90 cm de radio y plato pequeño circular de 10 cm de radio. Calcula cuánta fuerza hay que hacer en el émbolo pequeño para elevar el cuerpo.

Solución:

- 1) Plantear el Principio de Pascal estableciendo las variables implicadas.

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

Donde:

- F_1 : Fuerza ejercida sobre el émbolo grande (N).
- F_2 : Fuerza ejercida sobre el émbolo pequeño (N).
- S_1 : Superficie émbolo grande (m^2).
- S_2 : Superficie émbolo pequeña (m^2).

- 2) Calcular la superficie de los émbolos.

$$S = \pi \cdot R^2$$

Donde:

- R: Radio de la superficie (m).
- S: Superficie émbolo (m^2).

$$S_1 = \pi \cdot 0.9^2 = 2.54 \text{ m}^2$$

$$S_2 = \pi \cdot 0.1^2 = 0.0314 \text{ m}^2$$

- 3) Obtener la fuerza del émbolo grande.

$$F_1 = m \cdot g$$

Donde:

- F_1 : Fuerza ejercida sobre el émbolo grande (N).
- m: Masa del cuerpo (kg).
- g: Aceleración de la gravedad (m/s^2).

$$F_1 = 1.500 \text{ kg} \cdot 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

4) Despejar la fuerza en el émbolo pequeño.

$$\frac{F_1}{S_1} \cdot S_2 = F_2$$

5) Obtener la fuerza en el émbolo pequeño.

$$F_2 = 14.700N \cdot \frac{0.0314 m^2}{2.54 m^2}$$

$$F_2 = 181.72 N$$

Para comprobar la solución en la app introducir los datos del problema.

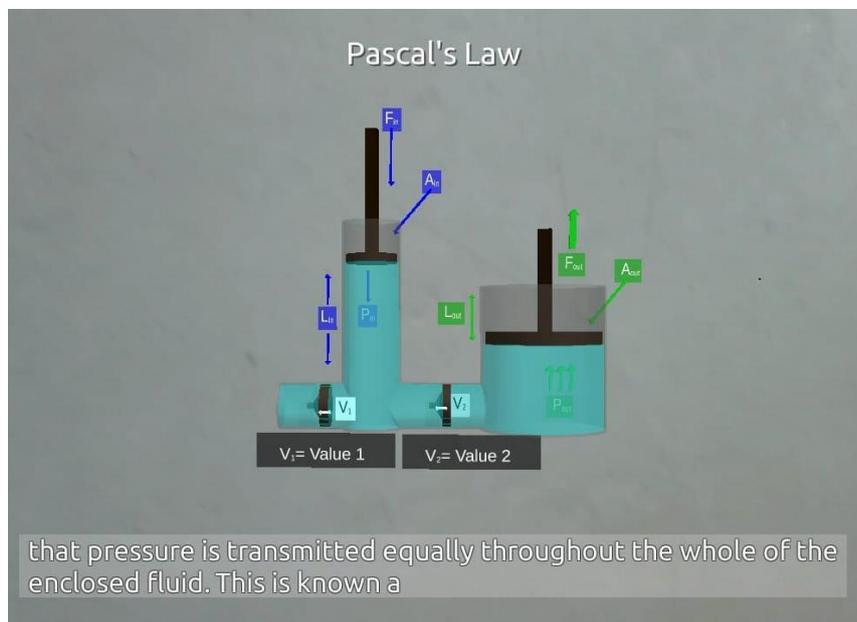


Figura 43. Principio de Pascal (Dat Thin Pone Chemistry, 2020).

ANEXO 1.G. POLÍMEROS: EL MUNDO DE LOS POLÍMEROS

- Adaptación del texto de divulgación científica:

“POLÍMEROS” (López, 2020)

Fue Jöns Jacob Berzelius quien acuñase el término polímero (que significa “muchas partes”) en 1830 para referirse a sustancias como el etileno (C_2H_4) y el butileno (C_4H_8) que compartían la misma fórmula empírica reducida (CH_2) pero cuyas fórmulas moleculares eran múltiplos de ésta (C_nH_{2n}).

Los polímeros naturales como el almidón, la celulosa, las proteínas o el caucho se conocían empíricamente desde siglos atrás, pero hasta el siglo XX no se consideró que pudiesen pertenecer a la categoría creada por Berzelius. Todavía en 1920 los químicos creían que estas sustancias eran pequeñas moléculas asociadas débilmente entre sí formando suspensiones coloidales, de hecho, los análisis químicos confirmaban repetidamente la existencia de moléculas de bajo peso molecular. Sin embargo, los análisis siempre eran problemáticos ya que estos compuestos no terminaban de formar cristales “limpios” con puntos de fusión definidos, criterios ambos que marcaban la presencia de una sustancia pura y homogénea.

Hermann Staudinger fue quien llegó a la conclusión en los años veinte de que se estaba ante la presencia de macromoléculas que eran polímeros: enormes cadenas moleculares hechas con una sola unidad (el monómero) que se unía consigo misma como los vagones de un tren de carga, quizás por centenares, formando enlaces químicos ordinarios. En los casos del almidón y la celulosa el monómero era un azúcar sencillo, la glucosa; en el de las proteínas, aminoácidos; y para el caucho una molécula llamada isopreno (formalmente, 2-metilbutadieno).

Staudinger apoyó sus afirmaciones no solo en los métodos clásicos de la química orgánica sino también en nuevos métodos físicos, como la ultracentrifugadora, el ultramicroscopio y la difracción de rayos X. Sus argumentos y pruebas habían convencido de la existencia de las macromoléculas a la mayoría de los químicos a mediados de los años treinta.

Incluso sin conocer su estructura molecular, antes de los hallazgos de Staudinger ya se había acumulado una importante cantidad de conocimientos empíricos sobre los polímeros. Así, la nitración de la celulosa alrededor de 1840 llevó a la producción industrial de algodón pólvora o “pólvora sin humo” (nitrocelulosa) en las décadas siguientes.

También antes de Staudinger, en 1910, Leo Baekeland produjo el primer polímero plástico completamente sintético a partir de fenol y formaldehído.

La baquelita demostró ser muy superior al celuloide en muchas aplicaciones. En las décadas siguientes multitud de nuevos plásticos surgieron de los laboratorios de las empresas: versiones polimerizadas del ácido acrílico, del cloruro de vinilo, del estireno, del etileno y muchos otros monómeros.



Figura 44. Polímero sintéticos (López, 2020).

Los plásticos no fueron ni mucho menos los únicos polímeros con éxito comercial. Los rayones (sedas artificiales) datan de finales del XIX y el nailon, una poliamida puramente sintética, creó una revolución comercial por sí mismo en los años cuarenta del siglo XX: el producto desarrollado por William Carothers en los laboratorios DuPont encontró aplicación tanto en cepillos de dientes y medias como en paracaídas, neumáticos, tornillos o cuerdas de guitarra. Otras fibras sintéticas como el orlón (acrílica) o el dacrón (algodón artificial) suministraron nuevos materiales para la industria textil. La polivalencia de algunos polímeros queda reflejada en el dacrón (tereftalato de polietileno, PET por sus siglas en inglés), actualmente muy popular como envase, especialmente en forma de botellas de aguas y refrescos.

Las capacidades técnicas de los polímeros y su impacto económico hicieron que los laboratorios de investigación se convirtiesen poco menos que en cuestión de estado. El éxito de los vehículos a motor provocó que las naciones desarrolladas se viesen incómodamente dependientes de los suministros de caucho procedentes de determinados países tropicales en la órbita de naciones no siempre consideradas amigas. Este problema fue evidente para todos los contendientes, especialmente Alemania, durante la Primera Guerra Mundial.

Hoy día los polímeros están presentes en todos los aspectos de la vida diaria. Y lo estarán aún más en el futuro con cada vez más aplicaciones y nuevas propiedades: como

símbolo, las impresoras 3-D, expresión de la personalización e individualización de la producción industrial a la que tendemos, simplemente depositan capas de polímeros.

Solución:

La app proporciona información sobre el monómero, el polímero, el tipo de polimerización, las propiedades, usos, etc.

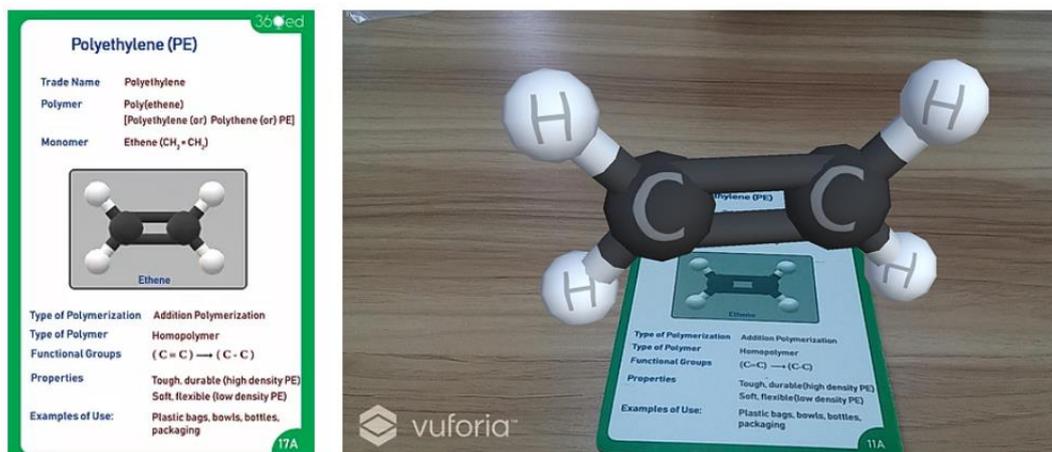


Figura 45. Polimerización del propeno para formar polipropileno (*Dat Thin Pone Chemistry, 2020*).

POLÍMEROS		2º Bachillerato
Nombre y apellidos:		
Monómero: ETENO	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C}=\text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Polímero: POLIETILENO
		$\left(\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{---C---C---} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} \right)_n$
<p style="text-align: center;">TIPO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo: HOMOPOLIMERO • Grupos funcionales: C=C → C-C • Estructura: CADENA LINEAL NO RAMIFICADA • Comportamiento ante el calor: TERMOPLÁSTICO 		<p style="text-align: center;">POLIMERIZACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de reacción: ADICIÓN • Reacción:
<p style="text-align: center;">PROPIEDADES</p> <p>DURO Y RESISTENTE (DENSIDAD ALTA) BLANDO Y FLEXIBLE (DENSIDAD BAJA)</p>		<p style="text-align: center;">APLICACIONES INDUSTRIALES</p> <p>BOLSAS DE PLÁSTICO, BOTELLAS, EMBALAJES, PRODUCTOS DE LIMPIEZA, TUBERÍAS, PIEZAS MECÁNICAS, CABLES, ETC.</p>

- Rúbrica de evaluación:

Rúbrica Polímeros				
Criterios	%	Mal	Regular	Bien
Participación	20	El alumno apenas contribuye a la búsqueda de la información ni a la síntesis y elaboración de la ficha.	El alumno participa realizando lo que otros compañeros le propone pero sin iniciativa y limitándose a hacer lo mínimo	El alumno participa activamente en el grupo de trabajo, tiene iniciativa y contribuye a la mejora de la
Ficha entregada	50	La ficha no contiene toda la información requerida e incluye faltas de ortografía.	En la ficha están completos todos los apartados propuestos, pero la información no es completa (faltan fórmulas químicas, reacciones, aplicaciones...). La ortografía es correcta.	Todos los apartados están completos, la información es de calidad (están expresadas diferentes aplicaciones de los polímeros, las reacciones de polimerización, la fórmula del monómero y polímero...). La ortografía es correcta.
Exposición	30	La información no es completa, está desordenada y la expresión oral y corporal no es correcta.	La información es completa, pero no emplea recursos como fotografías y la expresión es demasiado coloquial.	La información está ordenada en la proyección, se incluyen fotos o vídeos y la expresión oral y corporal es adecuada.

ANEXO 1.H. REACCIONES QUÍMICAS: EN EL OJO DE LAS REACCIONES QUÍMICAS

- Ejemplo de experiencia de laboratorio:
“CAMBIOS DE COLOR” (García, 2020)

Materiales:

- Vasos de precipitados de 100 ml.
- Solución de fenolftaleína.
- Vinagre (ácido)
- Solución limpiacristales (base).

Procedimiento:

- 1) Numerar los vasos del 1 al 4
- 2) Añadir 5 gotas de fenolftaleína al vaso nº1.
- 3) Añadir 5 gotas de limpiacristales al vaso nº 2 y 15 gotas al vaso nº 4.
- 4) Adicionar 10 gotas de vinagre al vaso nº 3.
- 5) Añadir 50 ml de agua a cada uno de los vasos.
- 6) Transferir el contenido del vaso nº 1 al vaso nº 2.
- 7) Observa la reacción.
- 8) Transferir el contenido del vaso nº 2 al vaso del nº 3.
- 9) Observar la reacción.
- 10) Transferir el contenido del vaso nº 3 al vaso nº 4.
- 11) Observar la reacción.

Cuestiones:

- a) Explica lo observado.
- b) Resuelve el siguiente problema: Calcula la cantidad (g) de acetato de amonio producido si reaccionan 120 g de ácido acético con 51 g de amoniaco.
- c) ¿Cómo se producen los vinagres?

Solución:

- a) En todos los casos ocurrió una reacción de neutralización la cual se hizo evidente con el uso de un indicador (fenolftaleína).
 - La fenolftaleína en el vaso nº 1 reacciona con el amoníaco de la solución limpiacristales en el vaso nº 2. El color de la disolución es rosa.

- El vinagre en el vaso nº 3 neutraliza el NH₃ del vaso nº 2 y se forma acetato de amonio. El ácido sobrante cambia el color del indicador a incoloro.



- El ácido sobrante en el vaso nº 3 reacciona con el amoníaco en el vaso nº 4. El amoníaco sobrante torna de nuevo rosado el color del indicador. A partir del modelo creado por el docente observar la recombinación de los átomos en la reacción.

b) Calcular los moles de reactivos:

$$120g_{\text{ác acético}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{60g} = 2 \text{ mol}_{\text{ác acético}}$$

$$57g_{\text{amoníaco}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{60g} = 3 \text{ mol}_{\text{amoníaco}}$$

Establecer el reactivo limitante:

	CH ₃ COOH +	NH ₃ →	CH ₃ COONH ₄ +	H ₂ O
no	2	3		
	Limitante			
nf	0	1	2	2

Obtener la cantidad de acetato de amonio en gramos:

$$2 \text{ mol}_{\text{acetato de amonio}} \cdot \frac{77 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 154 \text{ g}_{\text{acetato de amonio}}$$

c) Fermentación acética.

- Rúbrica de evaluación:

Rúbrica Prácticas				
Criterios	%	Mal	Regular	Bien
Participación	20	El alumno participa pero se limita a la parte de la realización de la reacción. No participa activamente en la preparación de material y en su limpieza. Se distrae frecuentemente.	El alumno participa activamente en el proceso de reacción y además, se ocupa de la preparación y limpieza de material. Tiene en cuenta las medidas de seguridad.	El alumno participa activamente en la práctica. Participa en el desarrollo del método científico, preparar y limpia el material y además, cumple escrupulosamente la normas de seguridad.
Problema	30	En la resolución no está escrita la reacción, el procedimiento no es correcto y está desordenado.	El problema esta resuelto (correcto o no) siguiendo los pasos adecuados, incluye la reacción pero sin el orden y explicación adecuada.	El problema se muestra ordenado, explicando cada uno de los pasos a seguir y todos los cálculos realizados.
Informe	50	Incluye algunos de los materiales y reactivos implicados en el proceso. Explica vagamente lo observado a nivel macroscópico y molecular. No contesta brevemente a las cuestiones planteadas.	Incluye algunos de los materiales y reactivos implicados en el proceso. Explica lo observado a nivel macroscópico y molecular sin dar una explicación teórica. Además contesta brevemente a las cuestiones planteadas.	Incluye los materiales y reactivos implicados en el proceso. Explica lo observado a nivel macroscópico y molecular y da una explicación teórica. Además contesta a las cuestiones planteadas.

ANEXO 1.I. RADIATIVIDAD: ¿MAGIA O RADIATIVIDAD?

- Adaptación del texto:

IRÈNE Y FRÉDÉRIC JOLIOT-CURIE: RADIATIVIDAD A LA CARTA (Mujeres con ciencia, 2020)

Tras la muerte de Pierre Curie, Irène, su hija, parecía designada por Marie a ocupar el vacío dejado por éste y convertirse, con los años, en su confidente y colaboradora. En el instituto de enseñanza de Sevigné, sobresalía tanto en matemáticas y en física que se le permitió enseñar estas materias a sus compañeros. A los catorce aprobó la primera etapa de bachillerato con un año y medio de adelanto y matrícula de honor. Tres años más tarde, en el inicio de la Primera Guerra Mundial, ingresó en la Sorbona para estudiar matemáticas y física, al tiempo que se matriculaba a un curso de enfermería. Para entonces, Marie ya se refería a ella como “su compañera y amiga” y la llevó al frente donde había desplegado una flota de sesenta unidades portátiles de rayos X, conocidas como “las pequeñas Curie”. En pocos meses, la dejó sola a cargo de una instalación radiológica de campaña en Hoogstade, donde, sola y sin ayuda, radiografiaba a los heridos y llevaba a cabo un cálculo geométrico para indicar al cirujano la localización de las balas y la metralla. Cumplió la mayoría de edad formando a enfermeras para que ocuparan su lugar cuando se trasladara a otra posición del campo de batalla. Más tarde, volvió a matricularse en la Sorbona licenciándose con matrícula de honor en matemáticas y física. En 1920 entró a trabajar como ayudante en el laboratorio Curie del Instituto del Radio de la Universidad de París, dedicado a las investigaciones y enseñanza de la radiactividad. Centró sus primeras investigaciones en fenómenos atómicos y basó su tesis doctoral en el estudio de las partículas alfa (núcleos de helio-4) emitidas por una fuente de polonio. La presentó en 1925 bajo el título: *“Recherches sur les rayons alfa du polonium, oscillation de parcours, vitesse d’émission, pouvoir ionisant.”*

Irene se casó con Frédéric Joliot el 26 de octubre de 1926. Mientras continuaba sus tareas en el Instituto, se licenció en la Sorbona doctorándose en 1930 con una tesis sobre la electroquímica de radioelementos: “Électrochimie des radioéléments. Applications diverses”. Langevin había acertado de lleno, vio en él al gran científico en el que se iba a convertir.

La colaboración científica entre la pareja se centró en el estudio de las emisiones radiactivas. Tras varias investigaciones, en 1933, el matrimonio estaba centrado en el estudio de las desintegraciones del polonio. Sabían que era un emisor de partículas alfa y se preguntaban si, al igual que otros átomos radiactivos, también emitía radiación beta (electrones). Para comprobarlo, colocaron una lámina de aluminio que detuviese las partículas alfa antes de llegar al detector. Este último consistía en una cámara de niebla que, mediante un campo magnético creado por un electroimán, curvaría la trayectoria

de las partículas beta, posibilitando su identificación. La primera experiencia dio resultados sorprendentes: no sólo detectaron electrones, sino que también aparecieron protones y positrones. La presencia de protones podía explicarse sin dificultad a través de una reacción conocida, la transmutación del aluminio en silicio. La partícula alfa absorbida por el aluminio-27 produce silicio-30 más un protón. Lo que no sabían era qué hacían allí los positrones y para averiguarlo empezaron sustituyendo el material empleado como absorbente de partículas alfa. Observaron que al interponer una lámina de parafina, plata o litio, no detectaban positrones, mientras que en el caso del boro sí lo hacían. Por tanto, el origen de los positrones no se encontraba en el polonio, se hallaban ante un fenómeno que sólo en ciertos absorbentes. La primera hipótesis fue pensar que la transmutación de aluminio en silicio, aparte del citado positrón, también podía dar como resultado la emisión de un neutrón y un positrón. En ambos casos se conservaba la carga eléctrica. Para verificar la segunda posibilidad, modificaron el dispositivo de manera que permitiese la detección simultánea del neutrón y el positrón.

La primera prueba pareció confirmar su planteamiento pero la segunda aportó nueva información. Se percataron que al disminuir la energía de las partículas alfa dejaban de detectarse neutrones, quedando únicamente los positrones. Estaban equivocados y, tras reflexionar plantearon la nueva hipótesis: quizás el absorbente se volvía radiactivo al interactuar con las partículas alfa emitidas por la fuente. Para comprobar si estaban en lo cierto situaron un contador



Figura 46. Irène y Frédéric Joliot-Curie en el laboratorio (*Mujeres con ciencia*, 2020).

Geiger junto al material absorbente, tras retirar la fuente de polonio. El Geiger “cantaba”, el material se había vuelto radiactivo y la emisión de radiación decaía exponencialmente como en el caso de la radiactividad ordinaria. Anunciaron su hallazgo en dos artículos, uno escrito en francés, con Irène como primer firmante y presentado el 15 de enero de 1933, y otro en inglés, con Frédéric encabezando la lista de autores.

La radiactividad “artificial” había nacido y el matrimonio Joliot-Curie fue galardonado en 1935 con el premio Nobel de Química. Descubrir que la radiactividad artificial podía ser producida por el hombre supuso un avance fundamental en las aplicaciones médicas de las radiaciones ionizantes. Los Joliot-Curie, tal y como se desprende de su discurso de recepción del premio Nobel, ya aventuraron las posibilidades de su descubrimiento en el campo de la Medicina:

“La diversidad de las naturalezas químicas, la diversidad de las vidas medias de estos radioelementos sintéticos, permitirán sin duda investigaciones nuevas en biología y en fisicoquímica.”

1. ¿Cuál es la radiación más fuerte y a la que los humanos son más vulnerables? Establece tu hipótesis, compruébala con el medidor AR y justifícala.

Solución:

Empleando el medidor interactivo se observa que poniendo una hoja de papel entre la fuente y el receptor la única radiación que no lo atraviesa es la de las partículas α . Colocando una lámina de aluminio disminuye la radiación de partículas β y cuando se coloca un bloque de hormigón la de los rayos γ .

De esta forma se establece que la radiación más penetrante es la de los rayos γ .

Fundamento teórico:

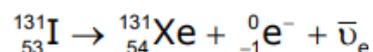
- Partículas α : son núcleos de Helio (dos protones y dos neutrones). Son las radiaciones ionizantes con mayor masa por lo que su capacidad de penetración en la materia es ilimitada. Son muy energéticas.
- Partículas β : son electrones o positrones y tienen una masa mucho menor que las partículas alfa pudiendo penetrar en la materia. Son menos energéticas.
- Rayos γ : son radiaciones electromagnéticas por lo que no tienen ni masa ni carga y por ello tienen un gran poder de penetración.

2. Entre los materiales gaseosos que se pueden escapar de un reactor nuclear se encuentra el I^{131}_{53} que es muy peligroso por la facilidad con que se fija en la glándula tiroides.

- a) Escribe la reacción de desintegración sabiendo que se trata de un emisor beta.
- b) Calcula, en unidades S.I., la energía total liberada por el núclido al desintegrarse. DATOS: $^{131}\text{I} = 130,90612 \text{ u}$; $^{131}\text{Xe} = 130,90508 \text{ u}$; partícula beta: $5,4891 \cdot 10^{-4} \text{ u}$; $1 \text{ u} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Solución:

- a) La emisión beta implica la conversión de un neutrón en un protón. El núclido resultante, por tanto, tendrá un número atómico una unidad superior (correspondiente al Xe) y su número másico será idéntico:



- b) Suponiendo masa prácticamente nula para el neutrino electrónico y suponiendo que las masas suministradas para los nucleidos son masas nucleares, tendremos:

$$\text{Masa inicial } (m_i) = 130,90612 \text{ u}$$

$$\text{Masa final } (m_f) = (130,90508 + 5,4891 \cdot 10^{-4}) \text{ u} = 130,90563 \text{ u}$$

$$\text{Defecto de masa: } (m_f - m_i) = (130,90563 - 130,90612) \text{ u} = - 4,9 \cdot 10^{-4} \text{ u}$$

$$4,9 \cdot 10^{-4} \text{ u} \cdot \frac{1,6605 \cdot 10^{-27}}{1 \text{ u}} = 8,13645 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

La energía generada es:

$$E = m \cdot c^2$$

$$E = 8,13645 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot \left(3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 7,3228 \cdot 10^{-14} \text{ J}$$

$$7,3228 \cdot 10^{-14} \text{ J} \cdot \frac{1 \text{ eV}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}} \cdot \frac{1 \text{ MeV}}{10^6 \text{ eV}} = 0,4577 \text{ MeV}$$

ANEXO 1.J. DINÁMICA Y CINEMÁTICA: ¿QUÉ FUERZA HAY QUE HACER?

- Cuestionario previo Socrative:

1 of 5

Si sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza, o todas las que actúan se anulan dando una resultante nula, el cuerpo no variará su velocidad.

True False

SUBMIT ANSWER

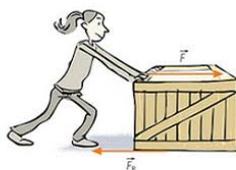
2 of 5

La fuerza de rozamiento sobre un cuerpo solo existe si éste está en movimiento.

True False

SUBMIT ANSWER

3 of 5



La fuerza que hace la chica sobre la caja se denomina:

A Tensión. B Fuerza motriz. C Normal. D No ejerce ninguna fuerza.

SUBMIT ANSWER

4 of 5

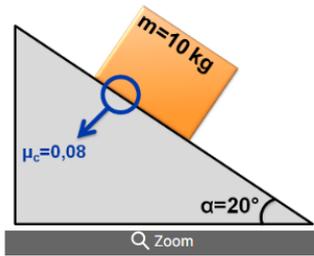
Dos fuerzas de igual módulo pero de sentido contrario se anulan.

True False

SUBMIT ANSWER

5 of 5

Selecciona la/las fuerzas que aparecen en este sistema.



- | | | | |
|------------------------------------|----------|------------------------------------|-------------|
| <input checked="" type="radio"/> A | Peso. | <input checked="" type="radio"/> B | Normal. |
| <input type="radio"/> C | Tensión. | <input checked="" type="radio"/> D | Rozamiento. |

SUBMIT ANSWER

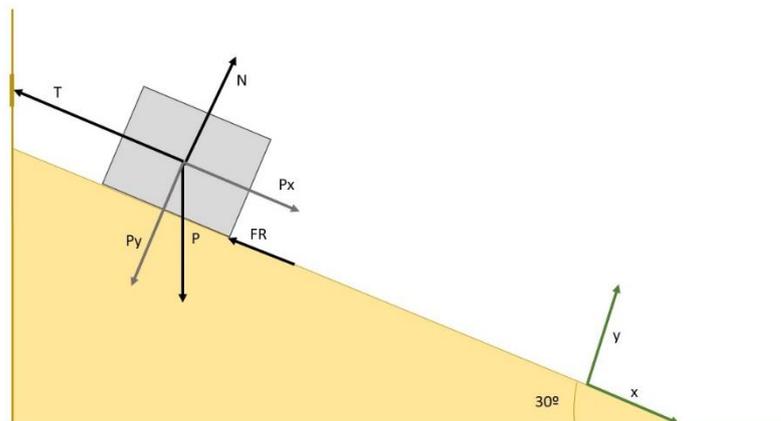
• Problema:

- Un bloque de hormigón armado de 100 kg está situado en un plano inclinado de 30° sujeto por una cuerda. Obtén el valor de la tensión de la cuerda para que el cuerpo no se deslice por la rampa.

Datos: coeficiente de rozamiento estático (μ_s): 0.5.

Solución:

- Dibujar el sistema ubicando las fuerzas implicadas y estableciendo el sistema de coordenadas.



- 2) Plantear la segunda ecuación de Newton en los dos ejes. Como no existe movimiento en ninguno de los dos ejes la ecuación del balance de fuerzas se igualará a 0.

$$\sum F_y = 0 = N - P_y$$
$$N = P_y$$

$$P_y = P \cdot \cos(\alpha) = m \cdot g \cdot \cos(\alpha) = N$$

$$\sum F_x = 0 = -F_{Rs} - T + P_x$$

$$P_x = P \cdot \text{sen}(\alpha) = m \cdot g \cdot \text{sen}(\alpha)$$

$$F_{Rs} = \mu_s \cdot N = \mu_s \cdot m \cdot g \cdot \cos(\alpha)$$

- 3) Obtener los valores de P_x , P_y , N y F_{Rs} .

$$P_y = N = 849,57 \text{ N}$$

$$P_x = 490,50 \text{ N}$$

$$F_{Rs} = \mu_s \cdot N = 424,79 \text{ N}$$

- 4) Despejar la tensión del balance de fuerzas en x y obtener su valor.

$$T = P_x - F_{Rs}$$

$$T = 65,71 \text{ N}$$

Solución de la app: hacer click sobre el bloque de manera que aparecen las animaciones y a solución.

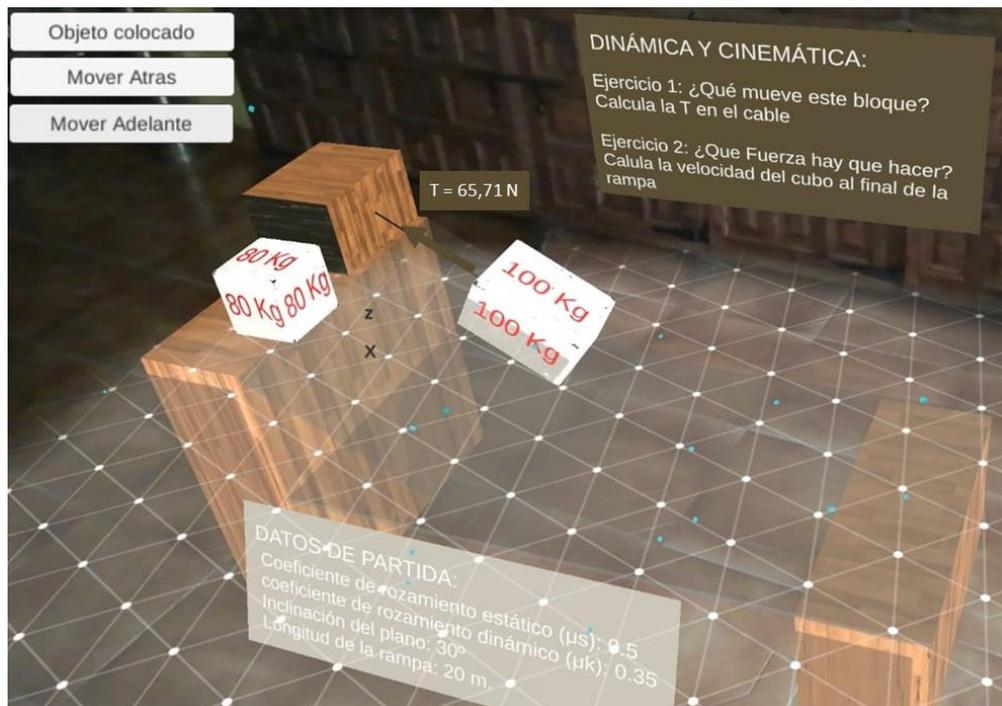


Figura 47. Solución proporcionada por la app para la actividad “¿Qué fuerza hay que hacer?”

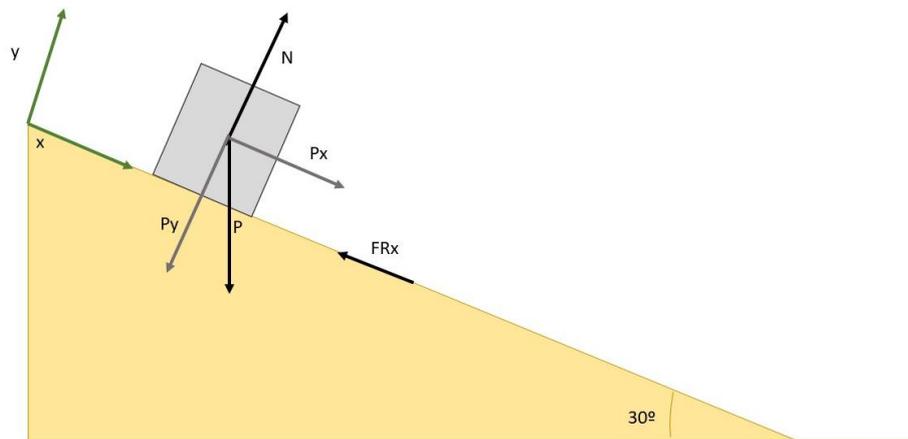
ANEXO 1.K. DINÁMICA Y CINEMÁTICA: ¿QUÉ MUEVE ESTE BLOQUE?

- Problema:

1. En un plano inclinado (30°) de 20 m, se abandona un bloque de hormigón armado de 80 kg. Calcula:
 - a) ¿Se moverá el cuerpo? Si es así calcula su aceleración del cuerpo. ¿Depende de la masa?
 - b) La velocidad del cuerpo al final de la rampa si la altura inicial del cuerpo es de 0.55m.
Datos: coeficiente de rozamiento estático (μ_s): 0.5.
coeficiente de rozamiento dinámico (μ_k): 0.35.

Solución:

- 1) Dibujar el sistema ubicando las fuerzas implicadas y estableciendo el sistema de coordenadas.



- 2) Plantear la hipótesis: el cuerpo se mueve. Plantear la segunda ecuación de Newton en los dos ejes.

Como no existe movimiento en el eje x, el balance se iguala a 0.

$$\sum F_y = 0 = N - P_y$$

$$N = P_y$$

$$P_y = P \cdot \cos(\alpha) = m \cdot g \cdot \cos(\alpha) = N$$

Sin embargo, en el eje x si hay movimiento de manera que se tendrá en cuenta ese término.

$$\sum F_x = m \cdot a = -F_{Rk} + P_x$$

$$P_x = P \cdot \text{sen}(\alpha) = m \cdot g \cdot \text{sen}(\alpha)$$

$$F_{Rk} = \mu_k \cdot N = \mu_k \cdot m \cdot g \cdot \cos(\alpha)$$

- 3) Obtener los valores de P_x , P_y , N y F_{Rk} .

$$N = P_y = 679,66 \text{ N}$$

$$P_x = 392,40 \text{ N}$$

$$F_{Rk} = 237,88 \text{ N}$$

- 4) Despejar y obtener el valor de la aceleración.

$$a = \frac{P_x - F_{Rk}}{m} = \frac{(m \cdot g \cdot \text{sen}(\alpha)) - (\mu_k \cdot m \cdot g \cdot \cos(\alpha))}{m}$$

$$a = (\text{sen}(\alpha)) - (\mu_k \cdot \cos(\alpha))$$

$$a = 1,93 \frac{m}{s^2}$$

- 5) Evaluar el tipo de movimiento que presenta el bloque: movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.
6) Obtener el valor de la distancia de la rampa empleando trigonometría.

$$d = \frac{h}{\text{sen}(\alpha)}$$

$$d = 20 \text{ m}$$

- 7) Expresar la ecuación de la distancia recorrida según el m.r.u.a. y obtener el tiempo que tarda el bloque en llegar al final de la rampa.

$$d = y = y_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot d}{a}}$$

$$t = 4,55 \text{ s}$$

- 8) Expresar la ecuación de la aceleración y despeja la velocidad final.

$$a = \frac{v_f - v_0}{t}$$

$$v_f = a \cdot t$$

$$v_f = 8,79 \frac{m}{s}$$

Solución de la app: comprobar la hipótesis realizada haciendo click en el bloque: el bloque desliza por la rampa apareciendo las animaciones y la solución.

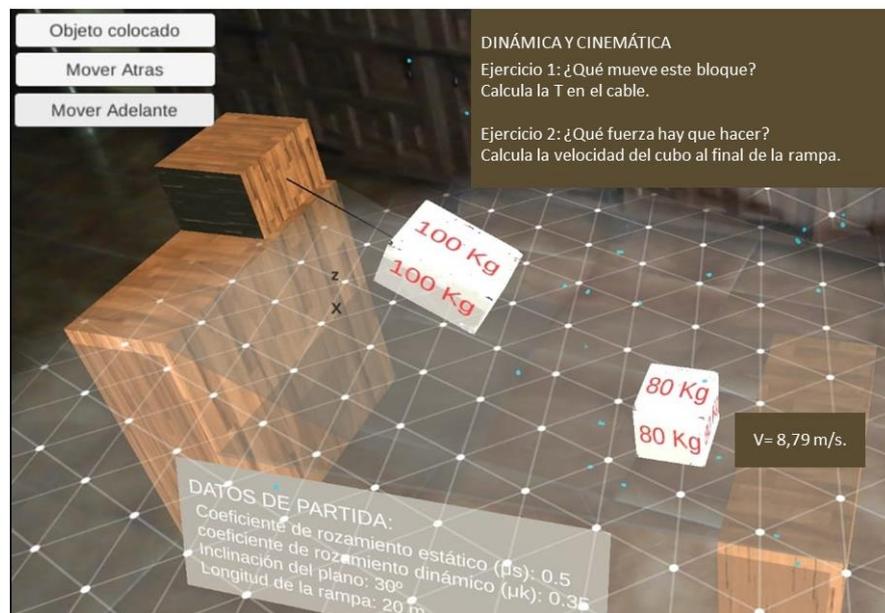


Figura 48. Solución proporcionada por la app para la actividad “¿Qué mueve este bloque?”

ANEXO 2: CREACIÓN DE MATERIAL EN REALIDAD AUMENTADA

En el apartado 5 del presente proyecto se menciona diferentes softwares y aplicaciones que se pueden utilizar para crear contenidos educativos en realidad aumentada. A continuación se explica el proceso de diseño de material para integrar en la explicación de las leyes de la dinámica.

Después de estudiar las diferentes posibilidades para crear aplicaciones de realidad aumentada, decidí llevar a cabo la aplicación con los siguientes programas debido a la gran información y tutoriales acerca de su utilización. Algunos de ellos se muestran a continuación:

- <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html> (Unity, 2020).
- <https://github.com/google-ar/arcore-android-sdk/releases> (GitHub, 2020).
- <https://developers.google.com/ar/develop/unity/quickstart-android> (ARCore, 2020).

Para desarrollar las funcionalidades de la aplicación de realidad aumentada he utilizado un motor de videojuegos gratuito llamado Unity 3D. Y para la creación de la aplicación en móvil he utilizado la ARCore, la tecnología de realidad aumentada de Google para dispositivos con sistema operativo Android.

La aplicación consiste en dos ejercicios de física: uno de dinámica y otro que integra dinámica y cinemática. A través de la aplicación de realidad aumentada se puede visualizar la interacción de dos cuerpos con el espacio real o digital de una manera intuitiva.

Primeramente, es necesario crear en el motor de videojuegos la geometría de los cuerpos y conjunto de elementos y funcionalidades que compondrán la aplicación. Después, gracias a las características físicas por defecto que ofrece el motor de videojuegos, he dotado a los cuerpos de masa, gravedad y rozamiento, así como de colores y texturas para hacerlo más real.

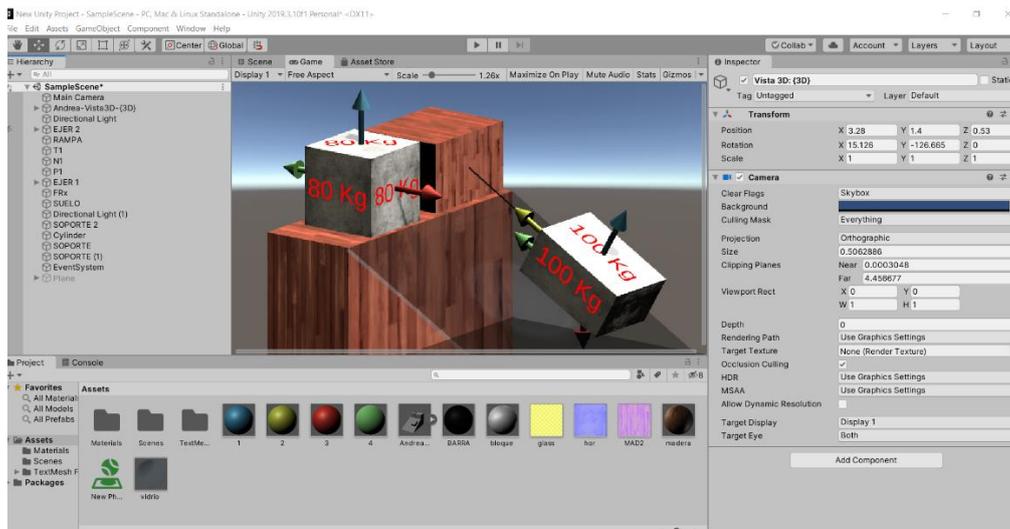


Figura 49. Creación de la aplicación a través de Unity (Unity, 2020).

Una vez creadas las interacciones en el software de desarrollo, he pasado a construir la aplicación de realidad aumentada para móviles Android con el SDK (kit de desarrollo de software) que ofrece Google de esta tecnología: ARCore, la cual permite crear fácilmente aplicaciones de realidad aumentada con las funcionalidades básicas por defecto como son el poder reconocer el espacio o posicionar objetos en él.

Una vez compilada la aplicación, es decir construido el ejecutable, solo es necesario instalarlo en cualquier teléfono que soporte realidad aumentada y la aplicación ya estaría lista para ser ejecutada igual que cualquier otra aplicación del teléfono.

Estas aplicaciones se pueden subir al Play Store de Google para que las pueda descargar cualquier persona de forma privada o de forma pública.

ANEXO 3: ENCUESTA DE SATISFACCIÓN

A continuación se muestra la encuesta de satisfacción propuesta a los alumnos que realicen las actividades con realidad aumentada.

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN ACTIVIDADES CON REALIDAD AUMENTADA (AR)		
Curso:		Año:
Valora los siguientes aspectos del 1 al 10 los siguientes aspectos, siendo el 10 la máxima puntuación.		
1.	La utilización de las aplicaciones AR es sencilla e intuitiva.	
2.	El complemento AR te ha ayudado a comprender mejor los conceptos de física y química.	
3.	Has empleado las herramientas y aplicaciones propuestas para repasar conceptos y practicar la resolución de problemas y ejercicios.	
4.	El uso de realidad aumentada fomenta tu motivación a aprender física y química (dinamiza las actividades, entretiene, disfrutas...).	
5.	Preferirías que se integrara esta metodología más habitualmente.	
6.	Has logrado un aprendizaje significativo (un aprendizaje duradero y no memorístico) de los conceptos explicados.	
7.	El uso de realidad aumentada ha fomentado tu interés por la asignatura.	
8.	La realización de experiencias AR te ha permitido interactuar con el entorno y comprender que la física y química es algo que está presente en tu vida cotidiana.	
9. ¿Qué aspectos de las actividades cambiarías o no te han gustado?		
10. Otros comentarios y/o propuestas de mejora:		

