



**DISEÑO DE CHEMESCAPES EDUCATIVOS COMO
ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS PARA AUMENTAR
LA MOTIVACIÓN Y FOMENTAR EL APRENDIJE ACTIVO
DE LA QUÍMICA EN PRIMERO DE BACHILLERATO**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO: 2021/22**

**Autora: Rebeca Infante Blanco
Tutora: Yolanda Arroyo Gómez**

**Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato,
Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas
Facultad de Educación y Trabajo Social – Facultad de Ciencias
Universidad de Valladolid**

Resumen

La gamificación y el aprendizaje basado en juegos, como forma de adquirir conocimientos y el desarrollo de competencias, ha sufrido en los últimos años un aumento significativo de popularidad entre la comunidad educativa. El ambiente atractivo generado durante estos “juegos” propicia la motivación del alumnado haciendo que acreciente su implicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje mejorando así la creatividad, el rendimiento y el alcance de un mayor grado de consecución de objetivos y competencias.

En la memoria aquí descrita se presentan diversas actividades de gamificación de tipo escape room, en la que se incluyen juegos educativos y pasatiempos, diseñados para ser llevados a cabo durante el primer curso de bachillerato para los Bloques de Química (ChemEscapes) en la asignatura de Física y Química. La incorporación, en estos juegos, de un contexto conocido en las experiencias mediante la narración, junto con una metodología de indagación, puede potenciar aún más la motivación del alumnado y la curiosidad por la Ciencia, frente a los juegos más tradicionales por sí solos.

Abstract

Gamification and game-based learning (GBL), as a way of acquiring knowledge and developing skills, has seen a significant increase in popularity among the educational community in recent years. The attractive environment generated during these "games" encourages student motivation, increasing their involvement in the teaching-learning process, thus improving creativity, academic performance and reaching a higher degree of achievement of objectives and competences.

Several escape room-type gamification activities are presented, which include educational games and pastimes, designed to be carried out during the first year of high school for the Chemistry Blocks (ChemEscapes) in the subject of Physics and Chemistry. The provision of a known context through the storytelling, together with an inquiry methodology in these games can further enhance students' motivation and curiosity for science compared to more traditional games by themselves.

Índice

1. INTRODUCCIÓN	9
2. OBJETIVOS	15
3. CONTEXTUALIZACIÓN	17
3.1 Justificación de la propuesta.....	17
3.2 Contenido y plan de trabajo	18
3.3 Competencias clave y elementos transversales.....	19
4. MARCO TEÓRICO	22
4.1 Pero, ¿qué se entiende por el termino motivación?.....	22
4.1.1 Motivación intrínseca	22
4.1.2 Motivación extrínseca.....	23
4.1.3 Perfil y características de un estudiante motivado.....	23
4.2 Metodologías que aumentan la motivación	24
4.3 La gamificación en la educación	26
4.3.1 Escape room en la educación.....	28
5. METODOLOGÍA	31
5.1 Aprendizaje basado en juegos	31
5.2 Metodología basada en la indagación	32
5.3 Metodología basada en la experimentación	32
5.4 Metodología de evaluación.....	33
6. PROPUESTA EDUCATIVA.....	34
6.1 Escape room 1 - Víctima encontrada en el laboratorio. ¿Quién es el culpable?.....	34
6.1.1 Breve resumen.....	34
6.1.2 Contenidos.....	34
6.1.3 Objetivos específicos: conceptuales y procedimentales	36
6.1.4 Metodología.....	37
6.1.5 Diseño y esquema de la actividad	38
6.1.6 Temporalización.....	39

6.1.7	<i>Desarrollo de la actividad</i>	40
6.1.8	<i>Evaluación</i>	50
6.2	Escape room 2 – Wanda en el multiverso traslada bacteria mortal, ¿habrá antídoto para salvar a la humanidad?	51
6.2.1	<i>Breve resumen</i>	51
6.2.2	<i>Contenidos curriculares</i>	51
6.2.3	<i>Objetivos específicos: conceptuales y procedimentales</i>	53
6.2.4	<i>Metodología</i>	54
6.2.5	<i>Diseño y esquema de la actividad</i>	55
6.2.6	<i>Temporalización</i>	55
6.2.7	<i>Desarrollo de la actividad</i>	56
6.2.8	<i>Evaluación</i>	69
7.	CONCLUSIONES Y REFLEXIÓN FINAL	70
8.	BIBLIOGRAFÍA	71
8.1	Referencias bibliográficas	71
8.2	Recursos electrónicos	75
9.	ANEXOS	76
ANEXO 1.	TABLA 3: CONTENIDOS, CRITERIOS DE EVALUACIÓN, ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE Y CC DE LA ASIGNATURA DE FÍSICA Y QUÍMICA DE 1º BACHILLERATO INVOLUCRADOS EN LOS ESCAPES ROOM.	77
ANEXO 2.	TABLA 4. CONOCIMIENTOS PREVIOS DE ESO DE RELEVANCIA INVOLUCRADOS EN EL ESCAPE ROOM 1 QUE NO APARECEN EN EL CURRÍCULO DE 1º BACHILLERATO.....	80
ANEXO 3.	TABLA 5. RÚBRICA DE EVALUACIÓN ALUMNOS PARA EL ESCAPE ROOM 1: TRABAJO PARA CASA ..	82
ANEXO 4.	TABLA 6. RÚBRICA DE EVALUACIÓN ALUMNOS PARA EL ESCAPE ROOM 2: TRABAJO PARA CASA ..	84
ANEXO 5.	LISTA DE COTEJO PARA EVALUAR EL TRABAJO GRUPAL PRESENCIAL DEL ESCAPE ROOM Y DE LABORATORIO. ELABORACIÓN PROPIA.	85
ANEXO 6.	NORMAS DE LABORATORIO Y PICTOGRAMAS DE SEGURIDAD. ELABORACIÓN PROPIA.....	87
ANEXO 7.	CLASIFICACIÓN DE LOS COMPUESTOS DE CARBONO SEGÚN PRIORIDAD CRECIENTE DEL GRUPO PRINCIPAL. ELABORACIÓN PROPIA.	89
ANEXO 8.	FIGURA 21. RESOLUCIÓN DEL CRUCIGRAMA DE LA FIGURA 12 Y EL MENSAJE SECRETO DE LA FIGURA 13. ELABORACIÓN PROPIA	90
ANEXO 9.	INSTRUCCIONES DEL JUEGO DE LA OCA PARA LOS ALUMNOS. ELABORACIÓN PROPIA.....	91
ANEXO 10.	FIGURA 22. SOLUCIÓN DE LA SOPA DE LETRAS DE LA FIGURA 17 Y EL MENSAJE SECRETO DE LA FIGURA 18. ELABORACIÓN PROPIA.....	92
ANEXO 11.	PRÁCTICA DE LA PREPARACIÓN DE UN JABÓN. ELABORACIÓN PROPIA.....	93
ANEXO 12.	CUESTIONARIO PARA EVALUAR LAS PROPUESTAS POR PARTE DE LOS ALUMNOS AL FINALIZARA LAS ACTIVIDADES DE ESCAPE ROOM. ELABORACIÓN PROPIA.	96

Lista de Figuras

Figura 1. Evolución de las puntuaciones PISA en ciencias a lo largo de los últimos 10 años. (PISA 2018)	11
Figura 2. Porcentaje de alumnos en cada uno de los niveles de rendimiento obtenidos en PISA 2018 por España, EU y OCDE. (PISA 2018)	11
Figura 3. Porcentaje de alumnos repetidores en PISA 2012, 2015 y 2018. (PISA 2018).....	12
Figura 4. Evolución del abandono prematuro de la educación en España en los últimos 10 años. (PISA 2018).....	13
Figura 5. Matriculados en las universidades españolas por rama de enseñanza desde 2007 hasta 2021. Elaboración propia con datos recogidos del INE.	14
Figura 6. Resumen de las competencias clave. (ESERO Spain 2020)	19
Figura 7. Habilidades cognitivas de la taxonomía de Bloom: nivel de complejidad superior al ascender en la pirámide. (Proyecto Creación de Recursos Educativos Abiertos [CREA], Junta de Extremadura)	25
Figura 8. Resumen de contenidos conceptuales sobre sistemas materiales implicados en el Escape Room 1. Elaboración propia.	36
Figura 9. Mapa conceptual de los contenidos del Bloque 5 implicados en el escape room 2. Elaboración propia.	52
Figura 10. Mapa conceptual de la clasificación de los Compuestos de Carbono. Elaboración propia... 52	
Figura 11. Mapa conceptual de contenidos del Bloque 3 y 4 implicados en el escape room 2. Reacciones Químicas. Elaboración propia.....	53
Figura 12. Crucigrama de grupos funcionales y formulación. Elaboración propia.	58
Figura 13. Mensaje oculto en el crucigrama. Elaboración propia.	58
Figura 14. Definiciones para resolver el crucigrama. Elaboración propia.....	59
Figura 15. Imagen expuesta en la pared de la clase. Elaboración propia.	60
Figura 16. Juego de la Oca con tarjetas de formulación orgánica. Elaboración propia salvo plantilla tablero (ver referencia web).	61
Figura 17. Sopa de letras misteriosa: palabras relacionadas con la isomería. Elaboración propia.	64
Figura 18. Mensaje oculto tras la sopa de letras. Elaboración propia.	64
Figura 19. Cuestiones para resolver la sopa de letras. Elaboración propia.....	65
Figura 20. Trabajo para casa en grupos de 4 posteriores al desarrollo de la actividad. Elaboración propia.	68
Figura 21. RESOLUCIÓN DEL CRUCIGRAMA DE LA Figura 12 Y EL MENSAJE SECRETO DE LA Figura 13. Elaboración propia.....	90
Figura 22. SOLUCIÓN DE LA SOPA DE LETRAS DE LA Figura 17 Y EL MENSAJE SECRETO DE LA Figura 18. Elaboración propia.....	92

Lista de Imágenes

Imagen 1. Montaje que se encontrarán los alumnos al lado del cofre. Elaboración propia.....	41
Imagen 2. Mensaje y bolígrafos que se encontrarán en el cofre. Elaboración propia.	42
Imagen 3. Cromatografía en papel de filtro de las tintas de los bolígrafos de la izquierda. Elaboración propia.	42
Imagen 4. Montaje equipo de destilación de laboratorio. Elaboración propia.	46
Imagen 5. Montaje casero de destilación. Alternativa si el centro no dispone del material necesario. Elaboración propia.....	46

Lista de Abreviaturas

ABJ	Aprendizaje basado en juegos
ANQUE	Asociación Nacional de Químicos e Ingenieros Químicos
CC	Competencias Clave o Competencia Ciudadana
CCL	Comunicación Lingüística o Competencia en Comunicación Lingüística
CD	Competencia Digital
CE	Competencia Emprendedora
CEC / CCEC	Competencia en Conciencia y Expresiones Culturales
ChemEscapes/ChEsRms	Escapes Room de Química
CMCT	Competencia Matemática y Competencias Básicas en Ciencia y Tecnología
CP	Competencia plurilingüe
CPAA	Competencia Aprender a Aprender
CPSAA	Competencia personal, Social y de Aprender a Aprender
CSC	Competencias Sociales y Cívicas
EREA	Escape Room-based Educational Assessment
ESO	Educación Secundaria Obligatoria
ET2020	Marco Estratégico de Educación y Formación
EU	Unión Europea
feiQue	Federación Española de la Industria Química
GBL	Game-Based Learning
ICCA	The International Council of Chemical Association
INE	Instituto Nacional de Estadística
MRUA	Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
PBL	Points, Badges and Leaderboards
PIB	Producto Interior Bruto
PISA	Programme for International Student Assessment
SIE	Sentido de la Iniciativa y Espíritu Emprendedor
STEM	Science, Technology, Engineering y Mathematics o Competencia matemática y competencia en Ciencia, Tecnología e Ingeniería
TFM	Trabajo de Fin de Máster
TICs	Tecnologías de la Información y Comunicación

1. INTRODUCCIÓN

La Química tiene su origen en las culturas mesopotámica y egipcia, ambas unidas en la Grecia Clásica. Empédocles entre 490 – 430 a.C. enunció la teoría de los cuatro elementos básicos del universo, tierra, agua, aire y fuego, que Aristóteles generalizó posteriormente para intentar dar explicación a fenómenos físico-químicos fuera del gobierno de los astros o de los dioses. Este último concibió dichos elementos como el resultado de la combinación entre dos parejas de cualidades opuestas, frío y calor y humedad y sequedad. Así, por ejemplo, la combinación de frío y humedad da lugar al elemento agua. Hoy podríamos relacionar estos elementos con los conceptos de los tres estados de la materia (sólido, líquido y gas) y quizás, con el concepto de energía (fuego).

Estas ideas se mantuvieron de una manera u otra mediante la Alquimia hasta el siglo XVIII, momento en el que los nuevos conocimientos desarrollados condujeron a considerar la Química como una verdadera Ciencia. Las aportaciones de Paracelso a la Química y su logro de convencer a los alquimistas de la época de abandonar sus ideas de transformar los metales en oro, mediante el descubrimiento de la piedra filosofal, y de preparar remedios caseros a base de sales inorgánicas para tratar enfermedades fueron poco a poco desterrando a la Alquimia. De esta forma, los médicos de la época, con nivel cultural superior a los alquimistas, tomaron el relevo en las investigaciones químicas.

En contraste con los brillantes logros de los científicos en otros campos, el avance de la Química fue mucho más lento y su revolución científica se produjo en el siglo XVIII con más de un siglo de retraso respecto a la Física. Finalmente, en ese siglo se entierra definitivamente a la Alquimia y se cimenta la Química Moderna como Ciencia, gracias a extraordinarios científicos como Priestley, Boyle y sobre todo Lavoisier. De hecho, el químico Wurtz, en su Diccionario de Química, la denomina como *“una Ciencia francesa fundada por Lavoisier”*.

En 1774 Lavoisier enuncia su ley de conservación de la masa y pocos años después fue guillotinado durante la Revolución Francesa, en palabras de Lagrange: *“No les costó más que un momento para cortar aquella cabeza, pero quizás se necesiten más de cien años para encontrar otra igual”*.

Gracias a la importantísima contribución de Lavoisier a la Química, que ahora puede parecer trivial, surgieron en la época importantes avances, dando lugar a las Leyes Fundamentales de la Química.

Desde el nacimiento de la Química como Ciencia moderna hasta la actualidad han sido muchos los científicos que han contribuido a su progresión y desarrollo. No hay que olvidar que la Química es una Ciencia de carácter eminentemente experimental y que está en continuo

desarrollo no exenta de contradicciones, algunas solventadas a lo largo de la historia, y expuesta a diferentes interpretaciones. Tampoco podemos obviar el hecho de que está relacionada directamente o indirectamente con muchos otros campos, como la agricultura, la farmacología, la medicina, la física, la ciencia de los materiales, el medio ambiente, entre otros. En palabras del Premio Nobel Roger Kornberg (Asociación Nacional de Químicos e Ingenieros Químicos de España [ANQUE], 2019):

“La vida es química: nada más y nada menos”

Por todo ello, una continua investigación y desarrollo hoy en día resulta fundamental para abordar los nuevos retos que se nos planean con el objetivo de mejorar el bienestar de las personas y del mundo que nos rodea.

Y es que según el informe *“The Global Chemical Industry: Catalyzing Growth and Addressing Our World’s Sustainability Challenges”* emitido por *The International Council of Chemical Association (ICCA)*, la Industria Química abastece a casi todos los sectores manufactureros, contribuyendo de manera indiscutible al PIB mundial de manera importante, generando una friolera de 120 millones de puestos de trabajo en todo el mundo (Federación Empresarial de la Industria Química Española [feiQue], julio 2019). Asimismo, este informe pone de manifiesto el papel fundamental de la Industria Química en el crecimiento económico. Así pues, el grado de desarrollo de un país se puede medir en base al nivel alcanzado por la Industria Química del mismo. Existe una correlación muy alta, de forma que los países avanzados cuentan con una importante Industria Química y dedican muchos recursos a la investigación en este campo.

En lo que concierne a nuestro país (feiQue, 2019), la Industria Química ha crecido en 19 puntos desde 2007 hasta el 2016 pese a la crisis económica mundial, constituyendo el 12,6% del PIB, generando más de medio millón de puestos de trabajo (directos e indirectos). No solo abastece al 98% de las actividades económicas productivas del país, sino que se sitúa en segundo lugar en cuanto a las exportaciones españolas.

Teniendo en cuenta solamente estas cifras y datos parece más que evidente la relevancia en la formación de nuestros alumnos en ciencia y tecnología. Pero más allá de la economía, se encuentra el conocimiento, el poder discernir información fidedigna de las distintas fuentes o emitir opiniones con argumentaciones válidas, de tal forma que una educación en Ciencia resulta imprescindible en cuanto a la cultura general se refiere.

Pero ¿qué nos dicen los datos acerca de los conocimientos y el nivel de desempeño de los alumnos de nuestro país en Ciencias?

Atendiendo a los datos PISA de 2018, en la Figura 1 se observa que las puntuaciones obtenidas por los alumnos en Ciencias son inferiores a la media de los países de la OCDE, excepto en el año 2015, que coinciden. Se puede ver un máximo en 2012 y a partir de ahí un claro descenso, tanto en España como en la media europea.

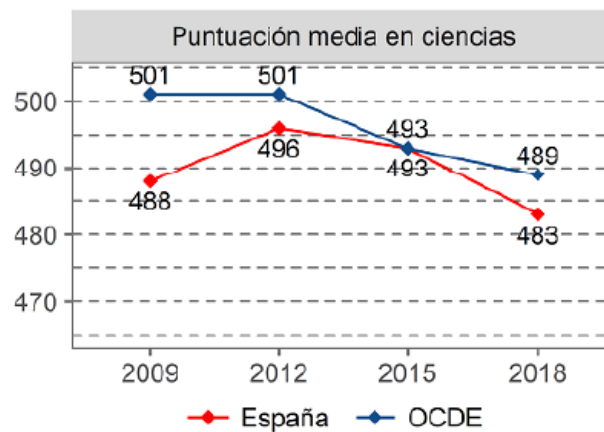


Figura 1. Evolución de las puntuaciones PISA en ciencias a lo largo de los últimos 10 años. (PISA 2018)

En el estudio PISA (Programme for International Student Assessment) se examina el nivel de desempeño alcanzado por los estudiantes de 15 años en matemáticas, ciencia y lectura. Los niveles de desempeño se dividen en 7 escalones (1a, 1b y del 2 al 6, siendo el 1 el nivel más bajo y el 6 el más alto) perfectamente definidos con unos criterios, y dan idea del dominio de la materia en todos sus aspectos (conocimientos, competencias, extrapolación a otros contextos, deducción...).

Si se analizan los resultados obtenidos en el estudio PISA de 2018 (Figura 2), atendiendo a estos niveles de rendimiento en Ciencias, se puede llegar a la conclusión que la mayor parte de los estudiantes, tanto de España como de la EU y OCDE, se sitúan en los niveles 2 y 3, teniendo España un porcentaje algo superior (57,7% vs 53,2% y 53,1% respectivamente). Asimismo, se observa que tanto España como la EU y la OCDE se encuentran en el mismo rango en cuanto al porcentaje de alumnos con un rendimiento insuficiente (nivel 1, 21,3% vs 21,3% y 22%). Sin embargo, el porcentaje de alumnos con un rendimiento medio-alto (niveles 4-6) está por debajo en España frente a la EU y OCDE (21% vs 25,4% y 24,9%).

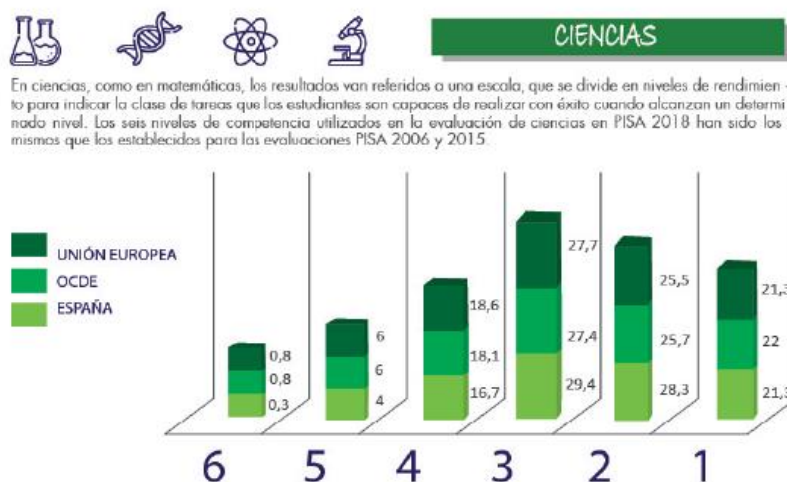


Figura 2. Porcentaje de alumnos en cada uno de los niveles de rendimiento obtenidos en PISA 2018 por España, EU y OCDE. (PISA 2018)

Este informe también proporciona información acerca del porcentaje de alumnos repetidores (Figura 3). Importante destacar que España es el país de la EU con mayor porcentaje de repetidores (Rubio, 2021) y que, aunque el porcentaje ha ido disminuyendo desde 2012 aún estamos muy lejos de la media de los países de la OCDE. Así pues, mientras que en España el porcentaje de alumnos repetidores se sitúa en el 28,7% el promedio de la OCDE es de 11,4%, una diferencia de 17 puntos. En la Figura 3, también se manifiestan las desigualdades en cuanto a las comunidades autónomas de nuestro país. Todas ellas claramente por encima de la media europea, destacando negativamente las tasas de Ceuta y Melilla próximas al 50%.

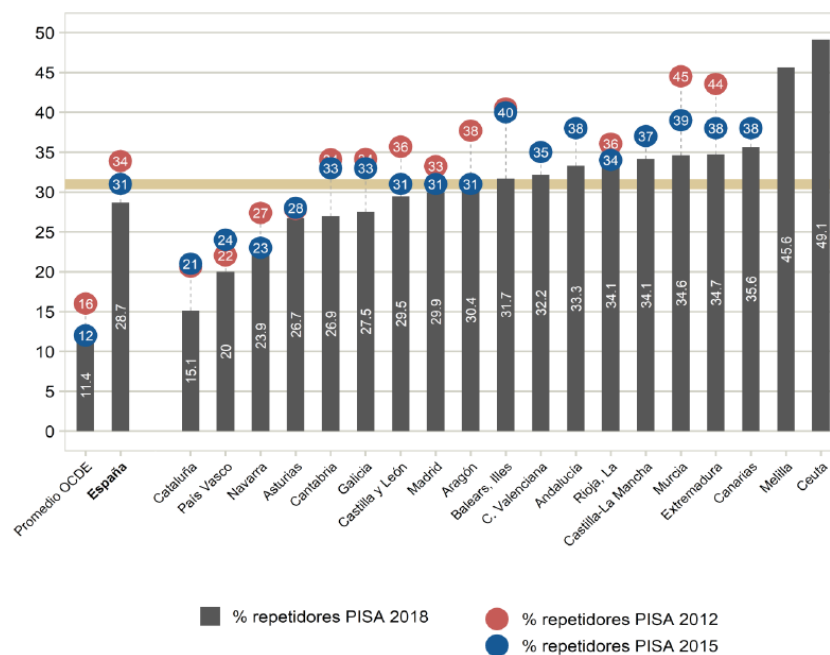


Figura 3. Porcentaje de alumnos repetidores en PISA 2012, 2015 y 2018. (PISA 2018)

Por otra parte, centrándonos en la educación en general resulta alarmante la tasa de abandono temprano de la educación y la formación en España, siendo un problema más que preocupante. En el Marco Estratégico de Educación y Formación ET2020 se estableció el propósito de disminuir por debajo del 15% la tasa de abandono escolar para España (para la mayoría de los países el reto era llegar al 10%, pero al tener España una de las tasas de abandono más altas de la EU se fijó en el 15%), objetivo que quedó muy cerca al situarse en el 16%. Como muestra la Figura 4 la tasa de abandono escolar español ha disminuido drásticamente en los últimos 10 años, sin embargo, aún estamos lejos de la media de la EU (16% España vs 9,9% EU en 2020), aunque las diferencias parecen recortarse. Recientemente en la última cumbre se ha establecido un nuevo objetivo en el Marco de Cooperación Europeo para España, situar esta tasa por debajo del 9% en 2030.

Además, España se encuentra por debajo de la EU en cuanto al porcentaje de población de entre 20-24 años que ha alcanzado el nivel de 2º etapa en educación secundaria en España

(bachillerato, formación profesional de primer nivel o básica), 75,9% vs 84,3% en 2020 con una diferencia de casi 10 puntos.

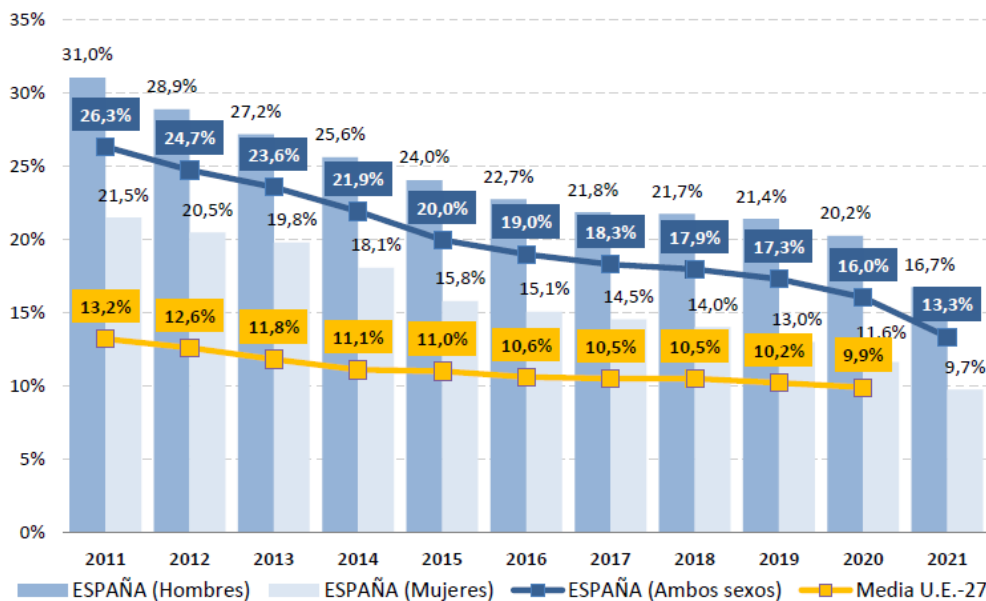


Figura 4. Evolución del abandono prematuro de la educación en España en los últimos 10 años. (PISA 2018)

En contraste con estos datos, se encuentra el porcentaje de población que adquiere una educación superior en España (estudios universitarios o grados superiores), situándose por encima de la media EU desde hace más de 10 años (47,4% de la población de entre 25-34 años en España tiene una educación superior vs el 40,5% de la media de la EU en 2020).

Analizando los datos de elección de grado (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2022), en cuanto a la rama de nuestros estudiantes universitarios en los últimos 10 años (Figura 5), se observa que los grados de Ciencias son los que tienen menores matriculaciones y aun sumándole los grados de Ingeniería y Arquitectura y los de Ciencias de la Salud siguen sin llegar a los grados de letras (Ciencias Sociales y Jurídicas y Artes y Humanidades).

Más allá de los datos, de la importancia de estudiar Ciencias, de la relevancia de la Industria Química en la economía de un país, de intentar mejorar la puntuación en PISA y por tanto las competencias y capacidades de nuestros estudiantes o disminuir la tasa de abandono escolar, la idea de este trabajo de fin de máster surge como consecuencia de la experiencia en el prácticum el curso pasado, donde se pudo observar la motivación, la implicación y el interés suscitado de los estudiantes cuando se les propuso algún juego en clase para trabajar la materia de Física y Química. Es por ello que el TFM aquí presentado está enfocado al diseño de actividades centradas en el estudiante que les suscite ese atractivo por la materia y un aprendizaje activo en la misma.

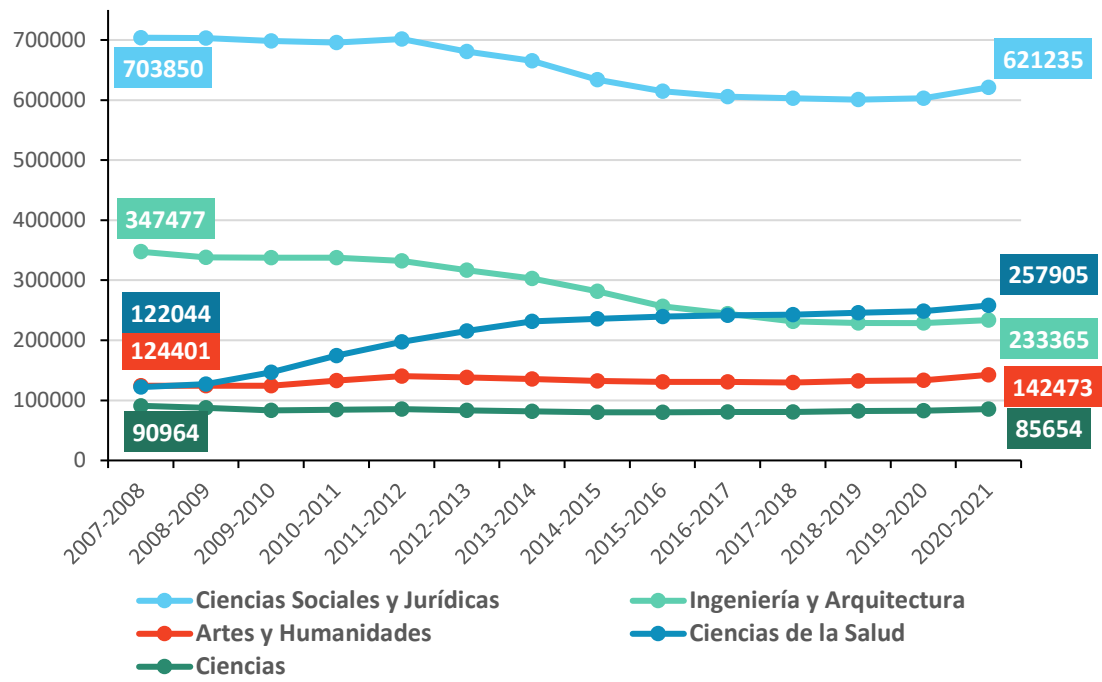


Figura 5. Matriculados en las universidades españolas por rama de enseñanza desde 2007 hasta 2021.
Elaboración propia con datos recogidos del INE.

2. OBJETIVOS

El propósito fundamental del presente Trabajo Fin de Máster se enfoca en diseñar una serie de actividades de escape room para la asignatura de Física y Química de 1º de Bachillerato, donde primen experiencias de indagación en el laboratorio, juegos educativos y pasatiempos. Con estas se pretende el aumento motivacional del alumnado, principalmente la motivación intrínseca.

Se trata de actividades estimulantes que permitan por un lado conectar la teoría con la parte experimental y por otro construir un aprendizaje significativo basado en las experiencias que faciliten la adquisición de las competencias y la activación de conocimientos previos.

Derivado de ello se persigue una serie de objetivos de fondo, de carácter aptitudinal o transversal, con esta propuesta que están íntimamente relacionados con los objetivos generales de la etapa que se recogen en la **Orden EDU-363-2015, de 4 de mayo**, como son:

- I. Introducir actividades en el currículo que fomenten el nivel de motivación, mejoren la autoestima, promuevan la atención y enganchen a los estudiantes.
- II. Contribuir a la adquisición de las competencias clave y contenidos determinados para la etapa y nivel educativo por el BOCYL para la asignatura de Física y Química.
- III. Contextualizar escenarios para las actividades, bien sea a través de experiencias en la vida real o películas conocidas.
- IV. Desmontar tópicos sobre que la asignatura de Física y Química es aburrida, tediosa y muy complicada.
- V. Construir un aprendizaje significativo basado en experiencias de laboratorio que conecten la teoría con la práctica.
- VI. Activar y afianzar conocimientos previos y competencias obtenidas en la etapa previa de secundaria.
- VII. Desarrollar la confianza en sí mismo, así como aumentar la iniciativa personal, la creatividad respetando el rigor científico y la capacidad para aprender a aprender.
- VIII. Fomentar el trabajo en equipo, así como mejorar las relaciones cooperativas y afectivas con los demás aprendiendo a tomar decisiones por el bien común.
- IX. Mejorar la dialéctica mediante el debate para tomar decisiones y exposición de tareas.
- X. Impulsar el pensamiento crítico del alumnado sobre temas científicos mediante la búsqueda de información de manera fidedigna.
- XI. Aprender a planificar las tareas y la gestión del tiempo.

- XII. Desarrollar destrezas en el uso de las TICs y saber sacar partido de ellas para adquirir nuevos conocimientos.

Dentro de cada una de las actividades planteadas para cada bloque temático en el correspondiente apartado se determinarán los objetivos perseguidos más específicos de carácter más conceptual y procedimental, siempre de acuerdo con lo establecido en la citada legislación.

3. CONTEXTUALIZACIÓN

3.1 Justificación de la propuesta

Basándonos en el Preámbulo de la **Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre**, “La ciudadanía reclama un sistema educativo moderno, más abierto, menos rígido, multilingüe y cosmopolita que desarrolle todo el potencial y talento de nuestra juventud, planteamientos que son ampliamente compartidos por la comunidad educativa y por la sociedad española.” ... “Garantizar una formación adecuada pasa necesariamente por proporcionar una formación integral, que se centre en el desarrollo de las competencias”. Teniendo en cuenta esas premisas se deduce que la comunidad educativa no solo debe ofrecer un entorno seguro de trabajo más flexible, sino que también debe estar adaptado a los nuevos tiempos apostando por la innovación educativa con el objetivo final de la adquisición de las competencias clave, elementos transversales y los contenidos especificados en el currículo.

Por todo ello, este trabajo de fin de master se ha orientado en el diseño de una serie de actividades de tipo escape room basadas en metodologías de gamificación y aprendizaje basado en juegos, innovadoras y en auge en los últimos años, para ser llevadas a cabo en el primer curso de Bachillerato en la asignatura de Física y Química. Por razones de extensión de este proyecto se han diseñado actividades exclusivamente para los Bloques de Química, aunque en algún caso se incluirá algún apartado que abarque algún contenido físico del presente curso o de repaso de cursos previos de secundaria.

Cabe decir que este tipo de actividades son de carácter complementario al finalizar los Bloques de contenido, no pretendiendo la sustitución de clases de tipo más tradicional, clases magistrales, aprendizaje basado en problemas o experimental, sino como refuerzo para afianzar ciertas competencias, dar cabida a los elementos transversales, aumentar la motivación, fomentar la cooperación entre estudiantes y desarrollar la creatividad, con el fin de construir un aprendizaje significativo e integral de acuerdo a los nuevos tiempos.

Según se recoge en la legislación vigente, **Orden EDU-363-2015, de 4 de mayo**, el currículo de la sección de Química de la materia del primer curso de primero de Bachillerato se divide en 5 Bloques:

- **Bloque 1.** La actividad científica.
- **Bloque 2.** Aspectos cuantitativos de la Química.
- **Bloque 3.** Reacciones químicas.
- **Bloque 4.** Transformaciones energéticas y espontaneidad de las reacciones químicas.
- **Bloque 5.** Química del carbono.

Por su parte, la sección de Física se divide en 3 Bloques:

- **Bloque 6.** Cinemática.
- **Bloque 7.** Dinámica.
- **Bloque 8.** Energía.

El programa de actividades contemplado pretende abarcar contenidos de Química de los Bloques del 2 al 5, mientras que algunos de los contenidos del Bloque 1 serán complementarios y estarán presentes durante todo el proyecto. También estarán presentes algunos contenidos de Física de los Bloques 6 y 7.

3.2 Contenido y plan de trabajo

Se presentarán 2 experiencias a modo de escape room:

- **Escape room 1.** Este escape room es de carácter principalmente experimental y abarca contenidos de diferentes Bloques temáticos del currículo, tanto de Química como de Física. Se contemplan conceptos sobre tipos de mezclas, disoluciones y propiedades coligativas (Bloque 2), así como conocimientos previos de 2º ESO como son la separación de mezclas de sustancias. También en esta experiencia se emplearán contenidos del Bloque 3, como es el cálculo estequiométrico y el tipo de reacciones más importantes, relacionándolo con los conocimientos impartidos en 4º ESO como son las reacciones ácido-base y las valoraciones. La familiarización con este contenido es clave, puesto que algunos de estos conceptos se presentan de manera recurrente en los siguientes Bloques de Química o en cursos sucesivos. En este escape room se involucran algunos contenidos de los Bloques de Física, como el MRUA (Bloque 6) o la Ley de Hooke (Bloque 7), por lo que es deseable comenzar el curso por estas Unidades Didácticas.
- **Escape room 2.** En la segunda experiencia, de carácter más teórica, se trabajarán principalmente los contenidos curriculares del Bloque 5, que trata la química del carbono, relacionándolos con los contenidos del Bloque 2 como es la determinación de fórmulas empíricas y moleculares y el empleo de la ecuación de estado de gases ideales, así como los cálculos estequiométricos del Bloque 3 y la espontaneidad de las reacciones referentes al Bloque 4. De tal forma que esta última experiencia no solo incorpora los contenidos del Bloque 5, como es la formulación de compuestos orgánicos, isomería o tipos de reacciones orgánicas más frecuentes, sino que también se pretende que sea un compendio de muchos de los contenidos estudiados en la sección de Química del presente curso.

En el Anexo I se recogen a modo de resumen los contenidos, los criterios de evaluación, los estándares de aprendizaje evaluables, así como las competencias clave que se trabajaran en cada una de las dos actividades propuestas, siempre de acuerdo con la **Orden EDU-363-2015, de 4 de mayo**.

Dado que el primer escape room involucra contenidos de los Bloques de Física de 1º de Bachillerato resulta imprescindible abordar estos contenidos al inicio de curso, aunque en el currículo aparezcan posteriores a los de Química.

Además, aunque las actividades se han desarrollado para ser llevadas a cabo en 1º de Bachillerato se pueden realizar algunas de ellas en secundaria. Por ejemplo, la actividad 1 se podría ejecutar en 2º y 3º curso de ESO, y en 4º curso de ESO se podrían realizar ambas actividades con pequeñas modificaciones para adaptarlas a los correspondientes currículos.

3.3 Competencias clave y elementos transversales

De acuerdo con lo establecido en el **Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre**, las competencias se definen como las capacidades para aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de las actividades y la resolución eficaz de problemas complejos. De acuerdo con la normativa de la **Orden ECD/65/2015 de 21 de enero** se establecen 7 competencias clave Figura 6, que son las siguientes:



- 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**

En las actividades aquí presentadas se trabajarán todas las competencias clave, aunque principalmente la experiencia se centra en la **CMCT**, **objeto principal de la materia de Física y Química**, la **CSC** y la **CPAA**. En menor medida se trabajará la **CCL**, la **CD**, la **SIE** y la **CEC**.

Figura 6. Resumen de las competencias clave. (ESERO Spain 2020)

A continuación, se desarrollarán las competencias a trabajar:

- a) **CCL:** en esta competencia se trabajará la riqueza del vocabulario específico haciendo hincapié en la comprensión de textos, guiones de prácticas de laboratorio y mediante la expresión en la redacción de los informes finales de cada actividad. Se valorará la claridad y rigor de los términos empleados, la capacidad de realización de síntesis y la comunicación de resultados.
- b) **CMCT:** es en la que más se centrarán estas actividades. Se fomentará la adquisición de destrezas como la observación, la experimentación y la formulación de conclusiones desde el razonamiento basándose en los datos obtenidos a partir de la realización de pruebas. Esta competencia contribuye al desarrollo del pensamiento científico, pues incluye 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.
- c) **CD:** esta competencia se trabajará en dos vertientes. Por un lado, mediante la búsqueda de información por medio de las TICs y por otro para la elaboración de los informes finales que tendrán que entregar.
- d) **CPAA:** esta competencia incluye una serie de habilidades que pretenden la reflexión y la toma de conciencia de los propios procesos de aprendizaje. Todo ello con el fin de que sean capaces de aplicar los conocimientos adquiridos en cursos previos y extrapolarlos. Con las actividades propuestas se pretende que ellos sean los que propongan cómo llevar a cabo la experimentación, en base a búsquedas en internet o el libro de texto, y se organicen para llevarlas a cabo, con el objetivo de ganar autonomía en el proceso de aprendizaje.
- e) **CSC:** con esta se pretenderá animar al trabajo en equipo y por el bien común, el saber cooperar entre personas, fomentar la participación, el compartir ideas y conclusiones, al respeto y la asertividad.
- f) **SIE:** esta competencia se trabajará en el sentido del desarrollo de la iniciativa, la proactividad e innovación para desarrollar tareas nuevas a las que no se han enfrentado antes. También se atenderá en el sentido de mejorar su capacidad de análisis, su capacidad organizativa, el cómo comunicar, presentar y defender un trabajo y negociar con sus compañeros.
- g) **CEC:** en esta competencia se trabajará la imaginación y la creatividad sobre todo mediante la expresión escrita, y la expresión corporal al adquirir un rol diferente durante la escenificación en algunas actividades.

De acuerdo con lo establecido en el **Real Decreto 1105/2014**, existen una serie de elementos transversales, de los cuales se trabajarán principalmente la comprensión lectora, la expresión oral y escrita y las tecnologías de la información. Los elementos transversales que se trabajarán durante las actividades son los siguientes:

- Comprensión lectora
- Expresión oral y escrita
- Tecnologías de la Información y la Comunicación
- Educación cívica y constitucional
- Valores éticos
- Vida saludable

Las dos primeras es obvio que se trabajarán en la lectura de los actos de la historia y guiones de laboratorio, así como en la redacción de los informes finales, que se incluyen en todas las actividades. Las TICs serán el referente como búsqueda de información, confección de los informes o eje en la ejecución de alguno de los juegos. La educación cívica y constitucional, así como los valores éticos se atenderán en el sentido de la colaboración y respeto a los compañeros y las infraestructuras. La última competencia transversal se desarrollará en los debates finales de alguna de las actividades que tiene relación directa con la moraleja de alguna de las historias.

Cabe decir que durante el transcurso de la redacción de este Trabajo Fin de Máster se ha publicado un nuevo Real Decreto (**Real Decreto 243/2022, de 5 de abril**), donde se definen las competencias clave como “desempeños que se consideran imprescindibles para que el alumnado pueda progresar con garantías de éxito en su itinerario formativo, y afrontar los principales retos y desafíos globales y locales” y se establecen 8 competencias clave para el bachillerato:

- Competencia en Comunicación Lingüística (CCL)
- Competencia Plurilingüe (CP)
- Competencia Matemática y competencia en Ciencia, Tecnología e Ingeniería (STEM)
- Competencia Digital (CP)
- Competencia Personal, Social y de Aprender a Aprender (CPSAA)
- Competencia Ciudadana (CC)
- Competencia Emprendedora (CE)
- Competencia en Conciencia y Expresión Culturales (CCEC)

En el Anexo I de este Real Decreto se definen cada una de estas, así como la descripción de los diferentes grados de adquisición de esas competencias. También establece una serie de competencias específicas para cada asignatura y nivel educativo.

Como se puede observar existe una correlación directa entre las competencias del anterior Real Decreto y el nuevo, en el que se ha añadido la competencia plurilingüe.

De acuerdo con este nuevo Real Decreto en las actividades que se propondrán se trabajarán todas las competencias clave excepto la competencia plurilingüe.

Por razones obvias dada la fecha de publicación de este nuevo Real Decreto (**Real Decreto 243/2022, de 5 de abril**), posterior al comienzo de este TFM, se ha seguido para la confección de este trabajo el **Real Decreto 1105/2014** y la **Orden EDU-363-2015, de 4 de mayo**.

4. MARCO TEÓRICO

En la introducción de este TFM, las cifras de abandono prematuro y la tasa de repetición en nuestro país, muestran un panorama bastante desolador, en cuanto al fracaso escolar se refiere. Además, en el caso que nos ocupa se observa una disminución del rendimiento académico en Ciencias. Difícil analizar todas las causas de ello (UNIR 2020), ya que son múltiples y muy variadas (Fullana, 1995; Antelm et al., 2018; Romero y Hernández, 2019), algunas complicadas de solventar y que requieren la participación de múltiples instituciones y toda la comunidad educativa.

Sin embargo, sí parece haber elementos al alcance de los docentes y los centros educativos en las aulas para intentar atenuar esas cifras, ya que uno de los factores personales que propician el fracaso y abandono escolar es la falta de interés y motivación del alumnado según destaca la revista iberoamericana de educación (CEE, 2009; CES, 2009; Gabinete de Estudios, 2009). Asimismo, Lozano (2003) pone de manifiesto mediante un estudio estadístico cuantitativo multivariable que el rendimiento académico aumenta al aumentar la motivación académica, al igual que lo hace el artículo de Garrido-Macías *et al.* en 2013. Pekrun (1992) por su parte, estudió los efectos producidos por las emociones positivas y negativas en la motivación intrínseca, concluyendo que se aumenta cuando se disfruta de la tarea, y la motivación extrínseca, que a su vez es capaz de provocar el aumento de la anterior.

Por tanto, el incremento de la motivación y más concretamente la motivación intrínseca es un elemento importante a tener en cuenta a la hora de mejorar el rendimiento académico.

4.1 Pero, ¿qué se entiende por el termino motivación?

Según la RAE la motivación es el: *“conjunto de factores internos o externos que determinan en parte las acciones de una persona”*. Atendiendo a un punto de vista psicológico los autores Pintrich y Schunk (2006) la definen como: *“proceso que nos dirige hacia el objetivo o la meta de una actividad, que la instiga y la mantiene”*.

La motivación se puede clasificar en dos tipos:

4.1.1 Motivación intrínseca

La motivación intrínseca se basa en la voluntad de un individuo para involucrarse en una tarea por factores internos, es decir sin esperar una recompensa o beneficio a cambio (Deci, 1975). Según los anteriores autores (Pintrich y Schunk, 2006, p. 239), la motivación intrínseca se refiere a *“la motivación para implicarse en una actividad por su propio valor”*. Se entiende por

tanto que para las personas que están motivadas de manera intrínseca su recompensa viene del interior por el propio deseo de poder participar en la propia actividad.

La motivación intrínseca puede estar alimentada por varios factores como son la autoexigencia, el disfrute, la autodeterminación y la elección personal o incluso la competencia y el control.

Por su parte los autores Lepper y Hodell en 1989 sugirieron en su trabajo que el desafío, la curiosidad, el control y la fantasía son fuentes de motivación intrínseca, lo que nos lleva a pensar que actividades que fomenten esas características actuaran en incremento de ella.

4.1.2 Motivación extrínseca

En contraposición a la motivación intrínseca, en la extrínseca se participa en una tarea por razones externas a la misma, como puede ser la recompensa por un objeto, la obtención de una buena calificación, un buen feedback o la búsqueda de aprobación constante por parte del profesor o sus propios padres. Así pues, los estudiantes están extrínsecamente motivados si el objetivo principal por el que realizan la tarea está enfocado a obtener alguno de esos beneficios anteriores (Deci y Ryan 2004).

En 1975 el estudio realizado por Csikszentmihalyi (1975) demostró que personas que realizaban tareas motivadoras intrínsecamente se involucraban por completo en ellas. Sin embargo, hay que tener cuidado porque al parecer realizar actividades intrínsecamente interesantes cuya meta es una recompensa externa pueden actuar en detrimento de la motivación intrínseca (Deci, *et al.* 2001; Lepper, *et al.*, 2005), lo cual debe tenerse en consideración en términos educativos donde muchas veces se dan recompensas y castigos (Pintrich y Schunk, 2006).

Este último autor afirma en un artículo en 2012 (Schunk, 2012, pp. 356) que la motivación de los estudiantes puede influir en lo que aprenden y en cómo lo aprenden y al mismo tiempo conforme aprenden y perciben que se vuelven cada vez más hábiles, se sienten motivados para seguir aprendiendo. Se deduce que la motivación es un proceso de retroalimentación constante.

4.1.3 Perfil y características de un estudiante motivado

Según Lens (1998), Lamas (2018) y Sánchez (2014) un estudiante motivado posee las siguientes características:

- Pretende un aprendizaje excelente.
- Busca lo mejor para su futuro y tiene claro dónde quiere llegar.
- Aspira a realizar tareas de dificultad alta.

- Mantiene un nivel alto de esfuerzo.
- Responde de manera positiva a la competición.
- Es curioso y busca respuestas continuamente.
- Su trabajo es perseverante, incluso cuando las metas son a largo plazo.
- Busca más de una meta.

Las bondades de todas estas características hacen que la búsqueda de una motivación adecuada sea esencial para estimular no solo un buen aprendizaje en las aulas sino también para la vida futura de nuestros estudiantes.

4.2 Metodologías que aumentan la motivación

Es bien sabido que la enseñanza de la materia de Física y Química, de manera general en nuestro país, comprende una serie de clases típicas donde el profesor se centra en explicar una serie de conceptos, definiciones y términos científicos, que podríamos definir como magistrales, que en ocasiones conducen a la resolución de problemas tipo mediante ecuaciones y fórmulas, y así sucesivamente con cada uno de los temas del currículo. Sin embargo, este método de enseñanza no parece funcionar todo lo bien que debiera.

En el trabajo de Méndez-Coca (2015) se recogen una serie de artículos en su parte introductoria centrados en la falta de motivación del alumnado en las Ciencias y en concreto en la materia de Física y Química, donde los estudiantes parecen alegar el aburrimiento que sufren en dicha asignatura, así como su percepción de dificultad hacia la misma (Marbá-Tallada y Márquez, 2010; Solbes, 2011). Solbes *et al.* (2007) también evidencian este desinterés del alumnado para con la Ciencia en nuestro país.

Atendiendo a las evidencias, el docente debe propiciar que los estudiantes deseen aprender por el mero hecho de hacerlo y para ello debe procurar actividades o tareas que les sean atractivas y no aburridas, que fomenten su curiosidad, que preferiblemente conecten con lo que conocen en su vida cotidiana y relacionadas con la práctica.

Así, Méndez-Coca (2015) revela la mejora de la motivación de los alumnos de 3º de ESO en la enseñanza de la asignatura de Física y Química cuando se emplea una metodología diferente a la tradicional, lo que conlleva un mejor rendimiento.

Yuriev *et al.* (2016) defiende la importancia del conocimiento y comprensión profunda de la terminología científica para abordar correctamente los problemas y conseguir un aprendizaje con mayores habilidades cognitivas y así conseguir un nivel superior en la taxonomía de Bloom (1956, Figura 7). Así, destaca la efectividad de los crucigramas en el aprendizaje de estos conceptos y términos y la mejora de las habilidades en cuanto a la resolución de problemas se refiere. Existen otros artículos en la bibliografía educativa en la que se defiende el uso de los

crucigramas como modo de aprender terminología y fijar conceptos para diferentes niveles, materias y enseñanzas, así como su beneficio motivacional (algunos ejemplos: Most, 1993; Boyd, 2007; Cady, 2012; Joag 2014).



Figura 7. Habilidades cognitivas de la taxonomía de Bloom: nivel de complejidad superior al ascender en la pirámide. (Proyecto Creación de Recursos Educativos Abiertos [CREA], Junta de Extremadura)

En este mismo sentido otros artículos demuestran la efectividad de las nuevas metodologías vs la metodología clásica para la enseñanza de la Física y/o la Química (algunos ejemplos: Hake, 1998; Russell, 1999; Hanson, 2002; Hånze, y Berger, 2007, Quintanal, 2016; Rau, 2017) adaptándose al siglo XXI y los nuevos modelos de sociedad.

Con todas estas aportaciones parece indiscutible que la motivación del alumnado juega un importantísimo rol en cuanto al rendimiento académico se refiere al involucrarse más activamente en su aprendizaje y en ese aspecto una metodología diferente o complementaria a la tradicional parece proporcionar el objetivo deseado de incrementarla. Y no solo del propio alumnado también la motivación y autoestima del docente parecen claves (Rodríguez *et al.*, 2009).

Como hemos destacado, en las últimas décadas se han desarrollado diferentes metodologías educativas y estrategias didácticas para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y adaptarse a los nuevos tiempos poniendo énfasis precisamente en la motivación e implicación del alumnado haciéndole protagonista de su propio aprendizaje (Rodríguez-Sánchez, 2011; Uzcátegui, 2013, Buckley, 2016; Martínez, 2017; García-Varcácel, 2017; Colomo 2020). En este sentido una metodología emergente e innovadora que actualmente está en auge y a priori muy motivadora por sus características inherentes y activas es la gamificación.

4.3 La gamificación en la educación

Teniendo en cuenta las desorbitadas cifras de ventas de videojuegos en la actualidad a nivel mundial (del orden de 200 mil millones de dólares en el año 2021) y en previsión de crecimiento en los próximos años (Orús, 2022, portal Statista), no pasa desapercibida la repercusión que los videojuegos tienen actualmente en nuestras vidas. Es evidente el éxito que estos tienen en la sociedad, las expectativas que generan, el “enganche” al que someten y el bienestar que producen al continuar jugando, pues permiten aumentar la dopamina, liberar serotonina, oxitocina y endorfinas (Marczewski, 5 de enero 2015).

En este sentido, el juego como estrategia educativa parece una buena propuesta y son diversas las metodologías educativas en esta dirección. Una de ellas como bien se ha comentado es la gamificación, pero hay otras como es el aprendizaje basado en juegos o los “serious game”.

Es importante dejar claro que la gamificación, el aprendizaje basado en juegos (ABJ) y “serious games” no son lo mismo, aunque las tres tengan en común el aprendizaje a través de la diversión (Marczewski, 2018; y Ordás, 2018). En la gamificación se emplean elementos de juego para el aprendizaje, pero no son juegos en sí mismos. El ABJ emplea juegos educativos y/o puzzles adaptados a las diferentes materias para incorporar, afianzar o aprender los conceptos o contenidos curriculares, así como mejorar las competencias clave. Por su parte, los “serious game” se podría decir que son juegos formativos interactivos no lúdicos, en este término está implícito que los juegos se realizan empleando entornos virtuales.

En el caso que nos ocupa, los autores Zichermann y Cunningham, (2011) definen la gamificación en su libro *Gamification by Design* como “the process of game-thinking and game mechanics to engage users and solve problems”.

Cabe decir que la gamificación no es una estrategia metodológica nueva, sino que pueden encontrarse artículos en la bibliografía educativa desde hace unos 10 años, e incluso antes, en otros entornos como el empresarial o publicidad (Gartnet 2011). Las primeras reseñas en el ámbito educativo se deben a Zichermann y Cunningham (2011), Deterding *et al.* (2011, 2012) Kapp (2012), Werbach y Hunter (2012, 2014), Marczewski (2013), y a partir de esas ha surgido una explosión de referencias exponiendo los beneficios de esta en la educación, así como diferentes propuestas para distintas materias y niveles. Si se analizan dichas referencias podemos dar un significado a la gamificación como un método o estrategia de enseñanza-aprendizaje en la que se emplean mecánicas de juego para crear un entorno divertido en el que se realizan actividades comúnmente ejecutadas en el aula para influir positivamente en las sensaciones de las personas involucradas.

Kapp en 2012 y Nicholson en 2015 definen algunos de los elementos o características de juego que debe tener la gamificación para que esta sea efectiva como son: la base del juego, la mecánica, la estética, la idea del juego, conexión juego-jugador, jugadores, motivación, promoción del aprendizaje y resolución de problemas. Todos estos elementos deben estar presentes en la gamificación, siendo la narrativa, el escenario o las misiones los pilares en los que esta debe construirse para interconvertir la motivación extrínseca que ofrecen los juegos tradicionales en una motivación intrínseca de mucho más valor como hemos visto en el apartado anterior.

Así las principales ventajas de la gamificación (Zichermann y Cunningham, 2011; Kapp, 2012; y Bruder, 2015), son: el incremento motivacional, el uso de un ambiente de aprendizaje que favorece la búsqueda de nuevas soluciones y la resolución de retos, el aumento de la cooperación, la responsabilidad sobre el propio aprendizaje y la mejora en la retención de los conocimientos.

En resumen, parece obvio que el objetivo principal de la gamificación consiste en estimular y motivar a los participantes haciendo las tareas más apetecibles y gratificantes, con el fin último de que adquieran una serie de conocimientos, destrezas, conductas o comportamientos previamente determinados mediante el uso de mecánicas de juego. De este modo, convirtiendo las actividades cotidianas en el aula en un juego, que incluyan recompensas, metas o puntos por sus logros, se puede producir un cambio de comportamiento en el alumnado. Además, es importante entender que la gamificación se plantea como una estrategia complementaria a otras metodologías en el conjunto de la educación que puede mejorar el aprendizaje o ciertas habilidades, como la cooperación o la creatividad.

En cuanto a la gamificación en el sistema educativo español se pueden encontrar pocas referencias bibliográficas empíricas de su puesta en marcha. Recientemente, la revisión sistemática realizada por Navarro-Mateos *et al.* (2021, 4º trimestre) sobre la gamificación en nuestro país da cuenta de ello (15 referencias solamente siguiendo rigurosamente el concepto de gamificación para todos los niveles educativos). Estos subrayan en primer lugar que hay confusión en cuanto a los términos gamificación, aprendizaje basado en juegos y PBL (points, badges and leaderboards) en la literatura y en segundo lugar exponen los escasos artículos que han encontrado de su puesta en marcha y evaluación en nuestro país en contraste a la explosión de trabajos que se pueden encontrar en la literatura internacional en los últimos años. Por ello, defienden la importancia de seguir investigando en este campo, abogan por un mayor rigor en la terminología metodológica y una descripción más detallada de las propuestas. También destacan las mejoras en cuanto a la motivación del alumnado que se obtuvieron en todos los artículos analizados que correspondían realmente a propuestas de gamificación. Por otro lado, no establecen una comparativa entre las bondades de la

gamificación *vs* el aprendizaje basado en juegos justificándose en la escasez de referencias encontradas para la gamificación.

Dada la importancia de seguir innovando y avanzando en esta línea de investigación en nuestro país, debido a la escasez de referencias aún reportadas, se ha decidido incidir en este ámbito y realizar una propuesta educativa de actividades centradas en una metodología basada en la gamificación.

En este sentido, atendiendo a la importancia de la narrativa, el escenario, la cooperación y la consecución de unas metas en la gamificación se antoja ideal para este tipo de metodología las experiencias basadas en escape room, es por ello que las propuestas irán dirigidas en esa dirección.

4.3.1 *Escape room en la educación*

Existe controversia de dónde y cuándo se creó el concepto original de escape room algunos autores dicen que nació en Japón en 2007 y otros que en Silicon Valey en 2006 para recrear las novelas de Agatha Christie. Sea como fuere se trata de un concepto relativamente nuevo que ha entrado como un tsunami en nuestras vidas, inicialmente como mero ocio virtual, después más presencial en salas de juegos y más recientemente como herramientas dentro de dinámicas de grupo en empresas y en la educación en diferentes niveles.

Las actividades educativas basadas en escape room (EREA “Escape Room-based Educational Assessment”) se podría decir que están en boga desde hace muy pocos años, sobre todo desde el 2018-19 (como se menciona en la revisión sobre escape room educativo de 2020 de Taraldsen *et al.*), aunque se pueden encontrar referencias anteriores en Europa, Australia y EEUU desde 2015. Desde entonces, son numerosos los artículos descritos en la bibliografía de investigación educativa sobre propuestas para realizar en las diferentes materias y niveles (secundaria y universidad, aunque la mayor prevalencia la encontramos en este último), así como presenciales o virtuales. Las experiencias reportadas son muy variadas y de diferente índole, desde la resolución de puzzles para poder escapar de una sala como la resolución de un enigma o un crimen, algunas relacionadas con el currículo y otras ajenas a él para potenciar otras competencias, como recordatorio de conocimientos previos de otros cursos o trabajar temas transversales.

Una de las primeras definiciones de escape room se debe a Nicholson en 2015 y dice lo siguiente: “juego de acción por equipos donde los jugadores, en vivo, descubren pistas, resuelven acertijos y realizan tareas en una o más habitaciones para lograr un objetivo específico (generalmente escapar de la habitación) en un tiempo limitado”.

De esta definición se deduce que los juegos de escape room se basan en escapar de una sala en la que los jugadores se encuentran atrapados mediante la resolución de puzzles o problemas

con una serie de pistas que se van encontrando o se ofrecen. Esto sería clásicamente lo que se conoce como escape room, sin embargo, actualmente se han incluido dentro de este concepto otras variantes como es la resolución de un enigma dentro de una sala, por ejemplo: buscar un tesoro, el encuentro de una cura para una enfermedad para salvar al mundo, averiguar quién es el asesino de un crimen, descubrir a un ladrón, escapar de una prisión o desactivar un explosivo que acabe con el mundo. Por tanto, existen enormes posibilidades de juego, de tal forma que se pueden plantear diferentes niveles de dificultad en los puzzles según sea el público diana y los objetivos que se deseen perseguir.

Un juego de escape room suele comenzar con un mensaje, un video o simplemente una narración del maestro de juego dónde se expone el misterio a resolver y las reglas de juego (Palomo, 2019; Salzameda, 2019). En ese momento se les indica a los participantes si deben trabajar como un equipo en conjunto o realizar diferentes equipos si se trata de un battleship (Clapson *et al.* 2020). En este último caso los participantes competirán en diferentes equipos cuyo objetivo es resolver el enigma antes que los otros. Sin embargo, dentro de un mismo equipo deben cooperar para conseguir el objetivo final. Otra de las características comunes a todos los escapes room es que tienen un tiempo determinado para resolver el enigma o incluso completar misiones intermedias (Nicholson, 2015; Clarke *et al.*, 2017; Vergne, 2019). Los escapes room pueden plantearse para una sola sesión o incluso en varias sesiones.

El docente debe plantear muy bien la actividad, los equipos deben estar adecuadamente seleccionados de tal forma que cooperen entre los participantes, mejoren sus interacciones sociales y aprendan a trabajar en conjunto para conseguir un fin común. Los tiempos deben ser más que suficientes para completar la tarea y el entorno de juego debe estar ambientado y propicio para motivar a participar. La dificultad de las misiones no debe ser excesiva para evitar frustraciones: las pistas y realizar un feedback adecuado en caso de que los alumnos se bloqueen es fundamental para que puedan reconducir ellos mismos la investigación para resolver el misterio. En definitiva, el objetivo primordial es la motivación a participar y que se involucren por completo en la actividad además de mejorar otros aspectos como es la cooperación, la comunicación, la iniciativa, la creatividad, la autonomía frente al aprendizaje (aprender a aprender) y el pensamiento crítico mientras al mismo tiempo se aprenden los contenidos curriculares y las competencias no solo desde la perspectiva de conocer, sino también desde la de saber hacer.

En la revisión realizada por Lathwesen, *et al.* 2021, se recogen las diferentes propuestas que se pueden encontrar en la bibliografía relativos a los escapes room en materias de ciencias en los distintos niveles educativos (STEM, Science, Technology, Engineering and Mathematics). Centrándonos en los escapes room en Química, (ChemEscapes o ChEsRms, chemical escape rooms) a nivel de secundaria o bachillerato en la literatura de investigación educativa, las referencias son mucho más limitadas, se pueden citar a modo de ejemplo los trabajos de:

- Ferreiro-González *et al.* (2019), presentan un escape basado en la resolución de un crimen, en el que aplican técnicas analíticas de la Ciencia Forense: analizan huellas con una lámpara UV-Vis y emplean la CG para determinar la sustancia que envenena a la víctima.
- Peleg *et al.* (2019) apuestan por un escape donde los alumnos deben neutralizar 4 bombas antes de que se detonen. Está diseñado para el currículo de bachillerato con un carácter experimental en el que se involucran los conceptos ácido-base y pH entre otros.
- Yayon *et al.* (2020) se decantan por encontrar la causa de la muerte de una persona en la que no emplean códigos o cerraduras como en los escapes tradicionales, y se centran en la tabla periódica por motivo de su 150 aniversario.
- Tajuelo y Pinto (2021) proponen un juego a alumnos de ESO, para liberar a las moléculas de agua, como un bien cada vez más escaso en el mundo, y así poder escapar de la sala.
- Avargil *et al.* (2021), refieren un escape con diferentes puzzles para averiguar que está planeando una profesora de Química. En este escape el profesor no se encuentra en la sala, sino que colocan cámaras para observar a los alumnos y mantener un feedback con un micrófono para guiarles en la investigación. En este ejemplo, orientado para alumnos de 2º de Bachillerato, se trabajan conceptos ácido-base, redox y termodinámica.
- Rosales *et al.* (2022), diseñan un escape room sobre el descubrimiento de la Tabla Periódica.
- Torres Mattos P. de Souza y Kasseboehmer (2022) describen una actividad de escape room digital en el que emplean el WhatsApp como herramienta durante la pandemia del COVID-19 sobre un misterio sobre la talidomida.

Además, en la bibliografía existen diferentes trabajos de fin de máster MUPES centrados en el desarrollo de actividades de escape room de Química como son las propuestas de Silvia González (2019), Laura Tajuelo (2019), Noelia Morales (2020) y María Jesús Colín (2021), todos ellos muy interesantes y centrados en educación secundaria.

Sin embargo, a pesar de los prometedores resultados que indican todas estas referencias sobre el uso de las salas de escape room en Química, aún no se sabe con total certeza las repercusiones de estas en la educación en temas como la motivación, la mejora del rendimiento académico o la adquisición de competencias, sobre todo en bachillerato donde los trabajos son muy escasos. Es por lo que la propuesta que aquí se expone es el diseño de actividades de ChemEscapes centradas en diversos Bloques del currículo de 1º de Bachillerato, planteándose bien como actividades de cierre de Bloques de contenido o de activación de conocimientos previos con el objetivo de construir un aprendizaje significativo (Ausubel 1963, 2000).

5. METODOLOGÍA

La propuesta educativa que se presenta en este Trabajo Fin de Máster está centrada en una metodología de gamificación, en el que se han diseñado dos escapes room con una narrativa original de elaboración propia como vehículo para llevarlas a cabo y siempre sobre un contexto que les sea familiar y motivador. Sin embargo, estos escapes room son de diferente índole y dentro de ellos se pueden encontrar otras metodologías secundarias.

Así en el **escape room 1**, se combina una estrategia de gamificación con una basada en la indagación y experimentación orientadas a la aplicación del método científico para resolver el enigma.

Por su parte en el **escape room 2**, se fusiona una metodología de gamificación con el aprendizaje basado en juegos en el que se emplearán diferentes pasatiempos y un juego educativo, como es la Oca, todos ellos de elaboración propia.

Hasta ahora se ha realizado una amplia presentación sobre gamificación y los escapes room en el Marco Teórico y en este apartado se pretende dar una pequeña idea sobre las otras metodologías que aparecerán en los escapes room.

5.1 Aprendizaje basado en juegos

Como se ha comentado el aprendizaje basado en juegos (ABJ) utiliza juegos educativos conocidos para comprender y ejercitar los contenidos del currículo adaptando en algunos casos las reglas del juego.

Son muchas las investigaciones que defienden este sistema de enseñanza ya que desde que nacemos, los seres humanos comenzamos aprendiendo mediante el juego y parece que de esta manera se construye un aprendizaje más significativo. Vygotsky, en su teoría del aprendizaje, afirma que los juegos constituyen la fuente principal de desarrollo cultural en el niño y ayudan al desarrollo del pensamiento abstracto (Valsiner, 1994).

Al jugar se libera dopamina, que, combinado con la incertidumbre del juego, hace que nos genere una situación de bienestar que nos anima a seguir jugando. Además, el sistema de puntos o el hecho de poder ganar el juego, junto con el trabajo en grupo aumentan la motivación (Howard-Jones, 2016).

Así pues, las principales ventajas del aprendizaje basado en juegos son: un aprendizaje más activo manteniendo así la atención del alumnado, fomenta el trabajo en equipo, facilita la adquisición de competencias y conocimientos obteniendo capacidades cognitivas superiores, permite una educación en valores, al enseñarles a seguir unas reglas y normas de juego y ser

tolerantes para con el grupo, asimismo fomenta el desarrollo de un pensamiento reflexivo y de razonamiento (Bernabeu, 2009).

5.2 Metodología basada en la indagación

El aprendizaje por indagación es una metodología en la cual los alumnos deben encontrar una solución a un problema a partir de un proceso de investigación.

Las actividades de indagación resultan útiles para la comprensión, racionalización e interiorización de conceptos para ser empleados posteriormente en situaciones semejantes o de mayor complejidad, lo que implica un aprendizaje cognitivo de nivel superior. Ayudan a desarrollar las capacidades como la iniciativa, el razonamiento y la resolución de problemas, habilidades fundamentales para afrontar con éxito los retos a los que estarán expuestos en sus futuros trabajos.

Este tipo de actividades de carácter indagatorio, están orientadas hacia la aplicación del método científico y combinadas, como es el caso del escape room 1, de su escenificación hipotética como si fuera algo real, acerca más a los estudiantes a lo que es la investigación en sí y propician su razonamiento, lógica y reflexión, además de incrementar su autonomía frente al aprendizaje. Lo que se persigue con todo ello es un aprendizaje significativo de la materia implicada y la consecución de todos los objetivos incluyendo los procedimentales.

Por otro lado, el mero hecho de ser indagatoria siempre provee a la actividad un carácter motivacional para el alumnado, que induce directamente una mayor implicación en la tarea. Es por esto último, que se ha elegido como fuente de inspiración para el diseño del escape room 1 una serie con bastante éxito entre el público adolescente, con el fin de llamar su atención.

5.3 Metodología basada en la experimentación

La Química es una Ciencia eminentemente experimental por ello esta metodología resulta muy adecuada para su estudio. Además, el aprendizaje de unos contenidos no solo se trata de responder cuestiones y problemas tipo y memorizar, sino de razonar y saber aplicar esos contenidos, es decir saber hacer (tal y como indica Delors (1998) en *“Los cuatro pilares de la educación”*). Es por ello, que una metodología basada en la experimentación resulta sumamente adecuada para esta materia.

Es una metodología que permite al alumno poner en práctica sus conocimientos, a veces abstractos, mediante un aprendizaje activo acercando lo que conoce a su aplicabilidad, potenciando así el desarrollo de una mentalidad científica. Además, no solo mejora la comprensión de conceptos, sino que también mejora la capacidad de reflexión del alumnado.

5.4 Metodología de evaluación

Teniendo en cuenta la **ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo**: la evaluación debe ser de manera **continua**, atendiendo al grado de adquisición de las competencias clave enunciadas previamente, los objetivos aptitudinales, conceptuales y procedimentales expuestos y perseguidos con los escapes room. Se basan en los estándares de aprendizaje evaluables, así como en los criterios de evaluación que se encuentran en el ANEXO 1 y ANEXO 2 recogidos de dicha orden.

Así pues, en cada uno de los escapes room propuestos se expone el método de evaluación que principalmente se centrará en el empleo de **listas de cotejo** para evaluar la actividad grupal y experimental y una **rúbrica** para evaluar el trabajo que deben entregar tras las experiencias. En el apartado correspondiente se indicará el valor de cada actividad y su forma de evaluación concreta.

Los alumnos deberán llevar un **portfolio** donde recojan todas las actividades y tareas que se les encomiende, y que entregarán para su corrección por parte del docente. De esta manera se pretende un **feedback personalizado** y en un tiempo adecuado, de tal manera que el docente pueda valorar la progresión del alumno y le sirva a este para mejorar a lo largo del curso académico.

Por último, indicar que se ha elaborado un **cuestionario de evaluación de la propuesta ANEXO 12** que los alumnos deberán rellenar una vez realizados ambos escapes room con el objetivo de conocer el impacto que ha generado en ellos y saber su opinión (si les ha gustado, si desearían realizar más actividades como está durante el curso, si les ha ayudado a aprender y comprender los contenidos curriculares o si les han parecido dificultosos), para poder adaptar las futuras actividades o confeccionar otras similares si han resultado exitosas.

6. PROPUESTA EDUCATIVA

6.1 Escape room 1 – Víctima encontrada en el laboratorio. ¿Quién es el culpable?

6.1.1 Breve resumen

La actividad propuesta, centrada en una metodología de gamificación en combinación con una metodología indagatoria y experimental, está inspirada en parte en la “ciencia forense” y se basa en la recreación de un escenario de un crimen ocurrido en el laboratorio. En él, el culpable no es muy cuidadoso y va dejando una serie de pistas, como un mensaje escrito a bolígrafo y unas manchas de sangre en diversos puntos. Los alumnos tienen que ir analizando cada pista con el fin de averiguar quién es el culpable de los hechos ayudando a la policía por un lado y a los médicos que tratarán a la víctima por el otro. ¿Quién perpetró el crimen? ¿Morirá finalmente la víctima? Según vayan descubriendo las pistas, se establecerá una discusión guiada de cómo analizar cada pista y una vez determinado el cómo, se les dará un pequeño guion de cada parte experimental y se les dejará trabajar por parejas de manera colaborativa.

6.1.2 Contenidos

El escape room, junto con las tareas para casa, trabaja algunos de los conceptos contenidos en los 3 primeros Bloques de Química del currículo de 1º de Bachillerato (**Orden EDU-363-2015, de 4 de mayo, ANEXO 1**).

Además, dado el carácter experimental de la Química y relacionado con estas unidades didácticas se hace imprescindible, en mi opinión, el repaso de algunos conocimientos previos de 2º curso de ESO (**Orden EDU-362-2015, de 4 de mayo, ANEXO 2**), que no vuelven a ser estudiados durante toda la secundaria y bachillerato y de gran relevancia, como son la composición de mezclas y las técnicas de separación de estas.

También se ha incluido las volumetrías ácido-base que aparecen en 4º ESO y el concepto de indicador.

Asimismo, este escape room abarca conceptos que se plantean en el currículo de 1º de Bachillerato en los Bloques de Física, por tanto, se recomienda el comienzo del curso por dichos Bloques y posteriormente los de Química.

Así pues, los contenidos y conceptos involucrados en este escape room se resumen en el siguiente esquema:

Contenidos de 1º Bachillerato:➤ **Bloque 1. La actividad científica**

- El método científico. Estrategias necesarias en la actividad científica.
- Sistema internacional de unidades.
- Notación científica y uso de cifras significativas.
- Tecnologías de la Información y la Comunicación.

➤ **Bloque 2. Aspectos cuantitativos de la Química**

- Disoluciones: formas de expresar la concentración, preparación.
- Propiedades coligativas. Variaciones en los puntos de fusión y ebullición.
- Composición centesimal y fórmula de un compuesto. Determinación de fórmulas empíricas y moleculares.

➤ **Bloque 3. Reacciones químicas**

- Concepto de reacción química y ecuación química. Estequiometría de las reacciones. Ajuste de ecuaciones químicas.
- Tipos de reacciones químicas más frecuentes (neutralización ácido-base).

➤ **Bloque 7. Cinemática**

- Movimientos rectilíneos. Tipos. Magnitudes: Velocidad media. Aceleración media. Ecuaciones.

➤ **Bloque 7. Dinámica**

- Fuerzas elásticas. Ley de Hooke. Dinámica del M.A.S. Movimiento vertical de un muelle elástico.

Repaso de contenidos previos de 2º ESO y 4º ESO:➤ **Bloque 1. La actividad científica (2º ESO)**

- El trabajo en el laboratorio.

➤ **Bloque 2. La materia (2º ESO)**

- Propiedades de la materia.
- Estados de agregación. Cambios de estado. Modelo cinético-molecular.
- Sustancias puras y mezclas. Mezclas de especial interés: disoluciones.
- Métodos de separación de mezclas homogéneas y heterogéneas.

➤ **Bloque 5. Los cambios (4º ESO)**

- Características de los ácidos y las bases. Indicadores para averiguar el pH.
- Neutralización ácido-base. Planificación y realización de una experiencia de laboratorio en la que tenga lugar una reacción de neutralización.

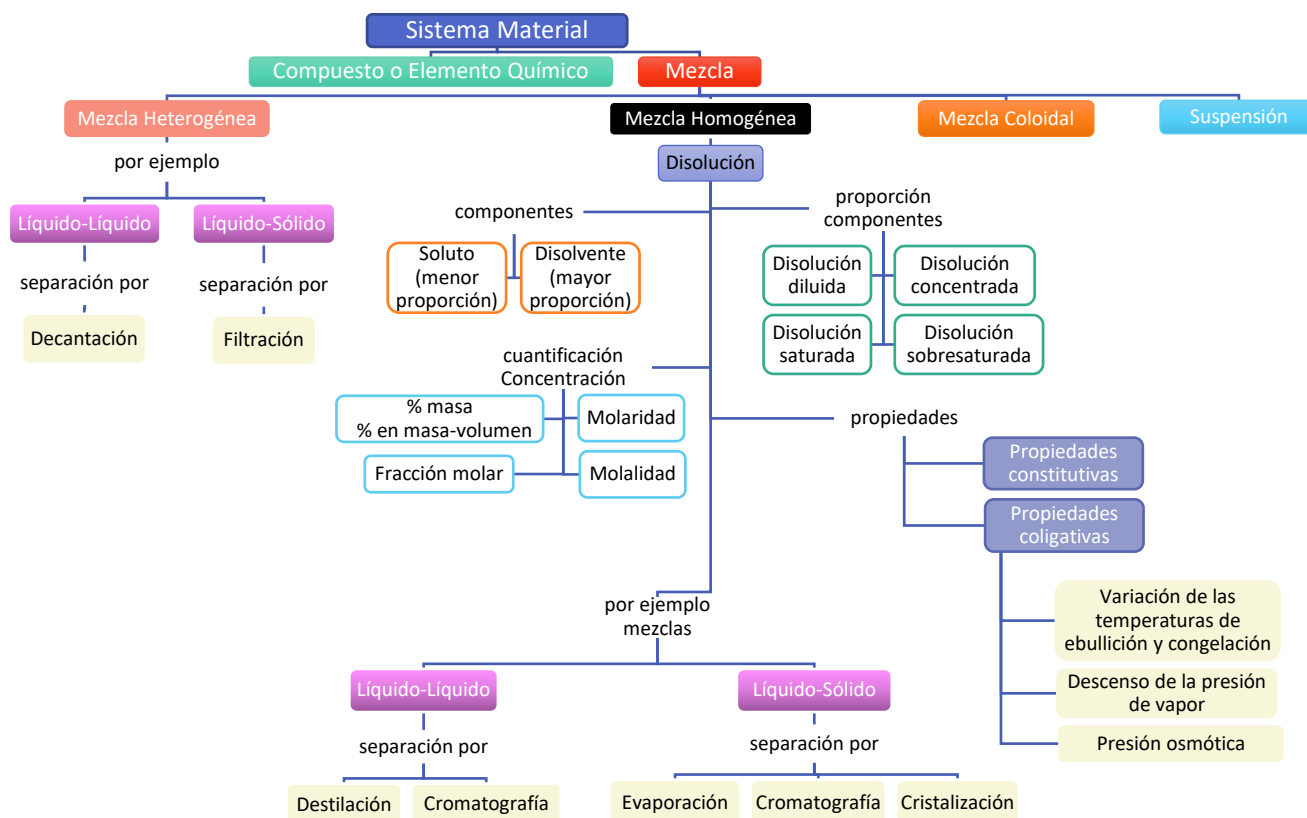


Figura 8. Resumen de contenidos conceptuales sobre sistemas materiales implicados en el Escape Room 1. Elaboración propia.

6.1.3 Objetivos específicos: conceptuales y procedimentales

➤ Objetivos transversales relacionados con el Bloque I de la asignatura de Física y Química de 1º Bachillerato:

- I. Reconocer y utilizar las estrategias básicas del método científico.
- II. Valorar el uso de las TICs para búsqueda de información y la elaboración de informes.
- III. Diseñar procedimientos para determinar magnitudes.

➤ Objetivos específicos del Bloque I y II de la asignatura de Física y Química de 1º Bachillerato relacionados con la actividad:

- I. Emplear factores de conversión para realizar los cálculos de cambios de unidades.
- II. Expresar los resultados en notación científica y con las cifras significativas adecuados.
- III. Realizar cálculos necesarios para la preparación de disoluciones, bien sea para solutos en estado sólido, o a partir de otra de concentración conocida.

- IV. Diseñar y describir el procedimiento de preparación en el laboratorio de disoluciones de una concentración determinada.
 - V. Interpretar la variación de las propiedades coligativas entre una disolución y el disolvente puro, así como calcular masas molares a partir de datos conocidos.
- **Objetivos específicos del Bloque IV y VII de la asignatura de Física y Química de 1º Bachillerato relacionados con la actividad:**
- Analizar el movimiento de un cuerpo en situaciones cotidianas razonando si el sistema de referencia elegido es inercial o no inercial.
 - Reconocer las fuerzas elásticas en situaciones cotidianas y determinar experimentalmente la masa de un cuerpo aplicando la ley de Hooke sabiendo la constante elástica de un muelle.
- **Objetivos adicionales:**
- I. Activar conocimientos previos de cursos anteriores de secundaria, como son:
 - Identificar el material básico de laboratorio y los pictogramas de seguridad de los compuestos químicos, así como respetar las medidas de seguridad del laboratorio químico (2º ESO).
 - Diseñar y analizar posibles experimentos para la separación de mezclas homogéneas, planificar el material de laboratorio necesario y el procedimiento experimental para llevarlos a cabo (2º ESO).
 - Diseñar el procedimiento de realización una volumetría de neutralización entre un ácido fuerte y una base fuerte, e interpretar los resultados (4º ESO).
 - Determinar el carácter ácido, básico o neutro de una disolución utilizando la escala de pH (4º ESO).

6.1.4 Metodología

La actividad está enmarcada dentro de una metodología de gamificación combinada con una basada en la indagación estructurada en el laboratorio a la que se ha dotado de un contexto conocido y un escenario motivador, en donde los alumnos, a los que se les asignará unos roles, trabajarán de forma colaborativa en las partes experimentales, cuya puesta en escena se realizará de manera cooperativa.

En la sesión final, que habrá después de realizar la actividad y de entregar la tarea correspondiente, se expondrán los trabajos por parte de los alumnos en el aula para compartir sus ideas y resultados. Por último, para concluir se desarrollará un pequeño debate estructurado en el aula.

6.1.5 Diseño y esquema de la actividad

En el desarrollo de la actividad (Apartado 6.1.8) se expone la historia y escenario, así como las tareas en el orden tal y como serán llevadas a cabo.

El esquema de la actividad es el siguiente:

a) Asignación de roles en la clase previa en el aula para que vengan caracterizados.

La propuesta se realizará asignando diferentes roles teatralmente, de tal manera que los alumnos pueden incluso caracterizarse para su realización. Se pedirá la colaboración de un alumno o alumna del instituto de un curso superior para que haga de víctima.

b) Lectura por parte de los alumnos de la parte introductoria de la historia (los dos primeros párrafos del Acto 1) el día de asignación de roles para contextualizar la escena. Selección de grupos. Lectura de las normas de seguridad del laboratorio y los pictogramas de seguridad del ANEXO 6 antes del comienzo de la actividad.

c) Puesta en escena y experimentación en el laboratorio.

- Se ha desmenuzado la puesta en escena y su experimentación en 6 ACTOS (los 5 primeros se desarrollarán en el laboratorio, el sexto es el final de la historia que se les dará en la última sesión en el aula).
- Durante la búsqueda de las pistas se trabajará de manera cooperativa todos juntos, el docente les conducirá mediante preguntas hacia ellas y posteriormente se establecerá un diálogo estructurado en el laboratorio sobre cómo analizarlas, y sobre las cuestiones que se irán planteando en los distintos actos de la actividad.
- Se les irá dando las cuestiones y pequeños informes de la experimentación conforme vayan descubriendo las pistas en el mismo orden en como viene especificado en el desarrollo de la actividad. Esos pequeños informes contendrán información limitada, por ejemplo, el disolvente para la cromatografía, con el objeto de que sean ellos los que busquen en sus libros de texto o internet el material de laboratorio que necesitan y así sean más conscientes de la actividad científica.
- Una vez tengan esas cuestiones y pequeños informes, la experimentación se llevará a cabo en grupos de 3 de manera colaborativa, teniendo que buscar, seleccionar y debatir entre ellos la mejor manera de ejecutar los experimentos. En algunos experimentos (Ley de Hooke) deberán esperar a que acabe la experimentación un grupo para empezar el siguiente o incluso podrán repartirse las tareas entre grupos siempre con indicación del profesor (ejemplo: preparación de disoluciones del luminol).
- De cada experiencia (ACTO) se registrarán unos datos que tendrán que utilizar para realizar las tareas para casa.

- Después de cada acto habrá una puesta en común de las conclusiones o resultados a las que han llegado con las experiencias. Se trata de que estas nos vayan dando pistas para resolver el enigma de quién es el culpable y qué paso.
- d) Tareas para casa:** en cada acto del desarrollo de la actividad vienen especificadas una serie de tareas para casa.
- **Las tareas para casa se formalizarán en grupos de 3, y se entregarán progresivamente** en diferentes plazos de entrega posteriores a la experimentación, excepto la tarea del ACTO 5 que tendrá que ser completada de manera previa a la puesta en marcha del experimento en el laboratorio.
 - En la primera sesión de laboratorio se les mandará las Tareas 1, 2, y 3 con un amplio margen de entrega para estas y la parte de la Tarea 5 previa a la experimentación que entregarán en la siguiente sesión práctica.
 - En la segunda sesión de laboratorio se les mandará la tarea 6, que entregarán al finalizar la tercera sesión en el aula.
 - Hay varios tipos de tarea durante la propuesta: tareas de descripción de procedimientos experimentales y material, tareas de cálculo numérico y una tarea final para continuar y completar la historia planteada. Las tareas referentes al procedimiento experimental y material se corregirán por parte del profesor fuera del aula, las de cálculo numérico se resolverán por los alumnos saliendo a la pizarra, mientras que la tarea final se expondrá por cada grupo en el aula.
- e) Exposición y corrección de las tareas encomendadas para casa en una sesión posterior en el aula en el horario habitual de clase.** A continuación, se les dará el final de la historia (ACTO 6, sin la moraleja) y se comparará con lo que ellos han planteado, estableciendo un diálogo estructurado de por qué lo han planteado así. La historia tiene dos moralejas y se pretende que los alumnos, sin indicárselo, la extraigan durante la sesión del acto final (ACTO 6).

6.1.6 Temporalización

La propuesta didáctica se enfoca en un contexto de la semana de la Ciencia, en la que se realizarán actividades en el laboratorio en horario de tarde, fuera del horario escolar. Se plantea de esta manera por la temática de esta y la complejidad para llevarla a cabo durante las sesiones en el aula. Destacar que es importante abordar previamente los Bloques de Física del currículo al inicio del curso, ya que el escape room incluye conceptos de estos Bloques.

La actividad se desarrollará en **2 partes** (Tabla 1):

- La **primera parte se realizará en el laboratorio y se necesitarán 2 sesiones** en el laboratorio de **2 horas** cada una para llevarla a cabo.

- En la **primera sesión** se desarrollará hasta el ACTO 5 salvo la experimentación de una parte ese punto que corresponde a una destilación que se realizará en una segunda sesión.
 - La **segunda sesión** se formalizará un **día no consecutivo a la primera sesión** durante la misma semana para que tengan tiempo para realizar unas cuestiones previas (Tarea 5 del ACTO 5 antes de la experimentación) y al mismo tiempo no pierdan el hilo de la historia.
- La **segunda parte** se desarrollará en **una sesión en el aula en el horario habitual de clase**, una vez realizada la actividad, el día de entrega de las tareas.

1. ACTOS del 1 al 5 (salvo destilación y valoración de este último).	1 sesión / 2h Laboratorio
2. Experimentación ACTO 5 (día no consecutivo)	1 sesión / 2h Laboratorio
3. Exposición y corrección de las Tareas.	1 sesión / 50 min Aula

Tabla 1. Temporalización del Escape Room 1.

6.1.7 Desarrollo de la actividad

ACTO 1

En el laboratorio de química ha aparecido una muchacha que está como muerta e inmediatamente se la han llevado en ambulancia al hospital. Se observa en el laboratorio que hay sangre, por lo que se sospecha que puede haber un culpable. Nadie del instituto ha podido ver nada de la escena del crimen. Queremos averiguar quién lo ha provocado, y en qué momento ocurrió y necesito que vosotros nos ayudéis a mí y a la policía a resolver el caso.

El presunto asesino no ha sido muy cuidadoso y nos ha dejado una serie de pistas.

Saliendo del instituto fue grabado por una de las cámaras de la entrada del edificio principal. El sospechoso recorrió los 50000 mm que separaban la puerta del edificio principal de la salida del instituto a una velocidad de 12 Km/h en línea recta con una aceleración de 0,5 m/s.

TAREA 1

➤ **Tarea para casa:**

- a) ¿Cuánto tiempo tardó en recorrer esa distancia? Expréselo en segundos.
- b) Sabiendo que la cámara lo grabó a las 12:20:00, ¿a qué hora cruzó la puerta exterior del recinto escolar?

ACTO 2



La escena del crimen resulta un tanto extraña, en una mesa junto al cuerpo hay un cofre cerrado y al lado de él un soporte vertical, al que han pegado una cinta métrica, del que cuelga un muelle y un portaobjetos, también hay 3 llaves y unas cartulinas en blanco. En la mesa justo detrás hay un spray con una etiqueta que dice:

“Fenolftaleína: indicador ácido-base: úsame para revelar el color. Las cartulinas en blanco no son lo que parecen”

Los alumnos deberán inspeccionar la escena del crimen, encontrar el spray y rociar la cartulina con la solución indicadora que contiene fenolftaleína. En las cartulinas hay escrito un mensaje oculto con una disolución ligeramente básica y al pulverizarlo se revelará de color rosa. El mensaje dice lo siguiente:

Imagen 1. Montaje que se encontrarán los alumnos al lado del cofre. Elaboración propia.

“Si queréis saber lo que he hecho, abrid el cofre con la llave cuya masa es 15g. ¡Cuidado! No uséis la balanza, ni probéis las llaves en la cerradura, he puesto una bomba, si no hacéis lo que os digo volareis por los aires. Tampoco intentéis escapar. Firmado: $mg=k(l-l_0)$ ”

La policía alarmada por la detonación de la bomba nos sugiere que sigamos las indicaciones de la nota para intentar abrir el cofre, pero admiten no tener ni idea de cómo podemos averiguar la masa de las llaves sin usar una balanza, pero que debemos colaborar para salir de allí todos con vida.

Se establecerá un dialogo con los alumnos para discutir que podemos usar para determinar la masa de esas llaves.

En la base del soporte vertical encontrarán una etiqueta pegada que dice:”

“Constante elástica del muelle: $k = 1,51 \text{ N/m}$. $m_{\text{portaobjetos}} = 4,1 \text{ g}$ ”

Los alumnos deberán colocar cada llave en el portaobjetos que cuelga del muelle para determinar su masa con la ley de Hooke.

siendo Δl el alargamiento sufrido por el muelle.

Al abrir el cofre encontrarán 3 bolígrafos etiquetados con unos nombres y un mensaje escrito en papel de filtro repetidas veces que dice:

“Nunca imaginarás lo que he hecho....., Nunca imaginarás lo que he hecho....., Nunca imaginarás lo que he hecho....., Nunca imaginarás lo que he hecho.....,”

¿Con qué bolígrafo fue escrito ese mensaje? ¿El propietario sería el culpable del “juego macabro” en el que estaban inmersos? Son preguntas que se les puede ir realizando a los alumnos durante el transcurso de la actividad.

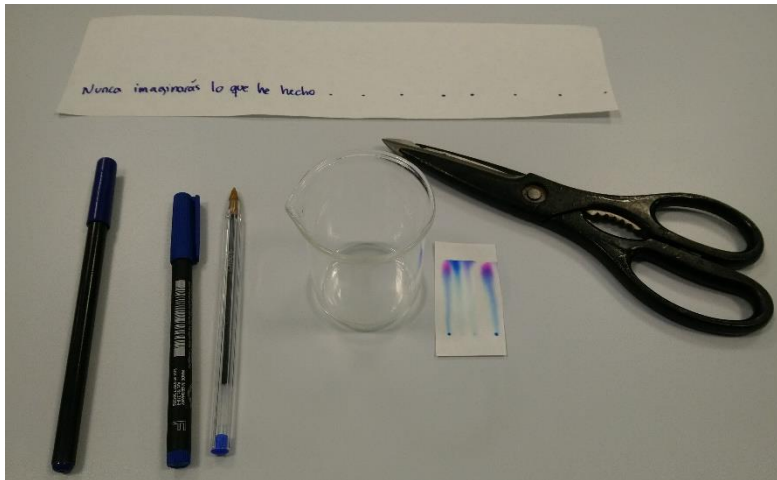


Imagen 2. Mensaje y bolígrafos que se encontrarán en el cofre.
Elaboración propia.

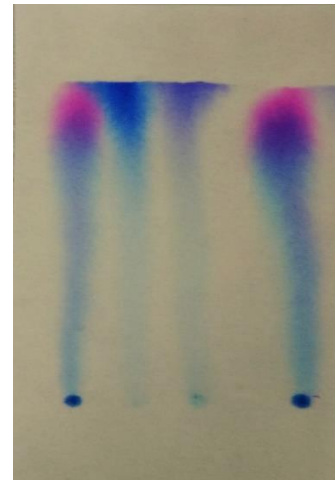


Imagen 3. Cromatografía en papel de filtro de las tintas de los bolígrafos de la izquierda.
Elaboración propia.

La profesora indica a la policía que es muy fácil descubrir con que bolígrafo fue escrito el mensaje y que los alumnos también conocen la técnica de separación llamada cromatografía en papel.

(Nota: este punto 2 de la historia no se les dará a los alumnos, tendrán que inspeccionar el escenario para ir encontrando las pruebas, que estarán bien visibles y se les irá guiando. Sólo se les informará de las partes en cursiva, que no sean notas o pistas que deberán que descubrir).

TAREA 2

- **Tarea en el laboratorio:**
- Determine las masas de las llaves, indicando los cálculos realizados. Una vez terminada la práctica, determina la masa de estas por pesada en una balanza. Compare los resultados.
 - La tinta de los bolígrafos, ¿es una sustancia pura o una mezcla?
 - ¿Cómo podríamos averiguar con qué bolígrafo fue escrito ese mensaje? ¿Qué procedimiento experimental de los estudiados en la separación de mezclas de sustancias podríamos aplicar?
 - Realice la separación de los componentes de la mezcla de los bolígrafos (se les dará alguna pequeña instrucción de cómo hacerlo).
 - ¿A quién pertenecía el bolígrafo?

➤ **Tarea para casa:**

- f) Empleando las TICs explica por qué se reveló el mensaje en color rosa al pulverizar con el indicador ácido-base fenolftaleína. Pista: intenta averiguar si la sustancia con la que se escribió el mensaje era ácida o básica. ¿El pH de dicha sustancia es mayor o menor que 7?
- g) ¿Las masas obtenidas con el muelle se parecen a las obtenidas por pesada? ¿Cómo se llama la ley que hemos aplicado para determinar las masas? ¿Cumple el muelle esta ley? Razone la respuesta.
Determine la frecuencia angular y el periodo cuando se cuelga la masa de 15 g al muelle. ($k = 1,51 \text{ N/m}$).
Si pudiésemos a oscilar el muelle, ¿teóricamente, en qué posición sería máxima la energía cinética y mínima la energía potencial? ¿y viceversa?
- h) Realice un pequeño informe indicando el procedimiento experimental y el material de laboratorio necesario para realizar la separación cromatográfica. Incluya en ese informe las respuestas a las preguntas de los apartados b), c), d) y e).

ACTO 3

Analizando más en profundidad la escena del crimen, en una mesa cercana al cofre, se observan unas manchas rojizas que podrían ser de sangre del sospechoso, puesto que la víctima, parece haber sido envenenada al no presentar aparentemente heridas.

Una manera de averiguar si es sangre es utilizando un compuesto denominado luminol. El luminol es un compuesto orgánico derivado del ácido ftálico (ácido o-dicarboxibenceno), que emplea la policía forense para detectar la presencia de sangre en una escena de crimen. Sin embargo, para que su uso sea efectivo se requiere la mezcla de este con un oxidante, como el agua oxigenada (peróxido de hidrógeno) y una base, normalmente un hidróxido alcalino. De esta manera, la mezcla resultante, que contiene luminol, en presencia de sangre, produce un nuevo compuesto excitado que emite luz al volver al estado fundamental. A este fenómeno se le denomina quimioluminiscencia. La sangre contiene hemoglobina, y esta a su vez el grupo hemo. El grupo hemo es una molécula compleja que posee Fe(II), y este último cataliza la reacción de formación de oxígeno por parte del agua oxigenada (esta descomposición se produce sin necesidad de esta sustancia, pero de manera muy muy lenta), y este oxígeno es capaz de reaccionar con el luminol, provocando una sustancia quimioluminiscente (al igual que las luciérnagas brillan, al reaccionar el oxígeno con una sustancia que contienen, llamada luciferina). Otros compuestos de metales de transición también catalizan la descomposición del agua oxigenada por lo que es importante tenerlo en cuenta ya que podría no ser sangre lo que detectamos, por ello los forenses toman muestras para el análisis posterior.

Por tanto, debemos rociar las supuestas manchas de sangre con una solución de luminol, que tendremos que preparar previamente (Barni, 2007).

La policía nos indica que necesitaremos preparar dos disoluciones previas y nos da las instrucciones:

- **Disolución A:** se disuelve 4,5 g de NaOH y 0,177 g de luminol en 500 cm³ de agua desionizada.

- **Disolución B:** 10 mL de agua oxigenada al 30% en volumen con 0,490 L de agua desionizada, para obtener una disolución de 500 mL.

Una vez preparadas, se mezclan 20 mL de la disolución A con 10 mL de la disolución B y 70 mL de agua desionizada para dar una **disolución final C**, que se rocía, inmediatamente, a modo de spray sobre la supuesta mancha de sangre. En caso de que sea sangre, se observará una luz de color azul, y para verlo más fácilmente apagaremos las luces del laboratorio.”

TAREA 3

- **Tarea en el laboratorio:**
 - a) Prepare las disoluciones (se les dará instrucciones de cómo realizarlas).
 - b) Pese el matraz aforado vacío donde se vaya a preparar la **disolución A**, y después pésele de nuevo con la disolución preparada en el matraz. Anote ambos valores. La diferencia será la masa de la disolución.
- **Tarea para casa:**
 - c) Realice un pequeño informe con el procedimiento experimental para preparar cada una de las disoluciones detallando el material de laboratorio empleado y los pasos realizados.
 - d) Determine la molaridad, el % masa y la fracción molar del NaOH en la **disolución A** y la molaridad en la **disolución C**.
Determine la molaridad, el % masa y la fracción molar del luminol en la **disolución A** y la molaridad en la **disolución C**.
 - e) Empleando las TICs busque la reacción del luminol con la sangre para dar el compuesto quimioluminiscente.

ACTO 4

Puesto que la prueba del luminol resulto positiva, la policía tomó las muestras, para realizar el análisis del ADN. En este análisis, los científicos son capaces de secuenciar cada uno de los genes, adivinar si pertenece a una mujer o un hombre, permitiendo así, identificar a la persona a la que pertenece esa sangre con una altísima probabilidad de acierto.

Los análisis mostraron que la sangre pertenecía a una mujer. Pero al no tener aún muestras de sangre del muestreo del instituto, no pudieron identificar por el momento a una persona.

ACTO 5

Inspeccionando a fondo por el laboratorio con el luminol, observamos que hay manchas de sangre en dos botes de productos que nadie sabe cómo han llegado allí y también en un vaso de precipitados algo roto con restos de brillo de labios en su parte superior.

- **Bote 1:** Uno de los botes esta etiquetado como: disolución hidroalcohólica (alcohol alquílico en agua). Composición centesimal C: 52.1%; H: 13.1%; O: 34.7%. Descenso crioscópico de 8,07 °C cuando se disuelve 100 g de este alcohol desconocido en 500 mL de agua destilada ($d = 1 \text{ g/mL}$). $K_c(\text{agua}) = 1,86 \text{ °C Kg / mol}$.
- **Bote 2:** El otro bote esta etiquetado como: disolución de ácido clorhídrico en agua

En ese momento llaman desde el hospital a la policía para saber si tienen indicios de qué ha podido pasar, la policía está ocupada y lo coge la profesora. Al parecer la victima está en coma y presenta una simple herida en la boca, no saben aún por qué esta así y deben hacerle más pruebas. Nos indican que hagamos todo lo posible para encontrar todas las evidencias necesarias para saber si ha podido ingerir algo.

El testimonio de los sanitarios parece encajar con que la víctima ingirió una cantidad desconocida de las disoluciones que había en uno de los botes o quizás de los dos, puesto que en el laboratorio no había ningún otro reactivo accesible y el vaso presentaba signos de sangre y brillo de labios. ¿Habrá sido a la fuerza? ¿Tendrá algo que ver la persona que puso la bomba? Debemos averiguar que había en esos botes y la concentración de cada uno de ellos para saber si pueden ser peligrosos para la salud en esas condiciones.

Bote 2: Sabemos que es ácido clorhídrico puesto que lo pone en el bote, pero no conocemos la concentración. Para determinarla se realizará una valoración ácido-base con una disolución de NaOH, que estará ya preparada.

Bote 1: Los alumnos deberán calcular la masa molar del alcohol desconocido empleando el descenso crioscópico, la fórmula empírica usando la composición centesimal y finalmente con ambos la fórmula molecular. Como se les dice que es un alcohol alquílico deberán deducir que es etanol, aunque se les guiará si tienen algún problema en determinarlo.

Según estemos terminando esta experimentación llamarán de nuevo del hospital y nos comunicarán lo siguiente:

“Hemos realizado unas cuantas pruebas a la paciente y la endoscopia no revela ningún signo de quemadura en el tracto digestivo. Así que descartad los ácidos y bases que haya por el laboratorio, ha tenido que ser algún veneno lo que ha ingerido. Todavía no sabemos cuál. Se nos ha estropeado el analizador de sangre y estamos a la espera de que lo arreglen.”

Los alumnos deberán descartar el bote de ácido clorhídrico y deducir que la víctima se ha intoxicado con la disolución de EtOH.

Una vez deducido la profesora llama al hospital y lo comunica. En ese momento le dicen:

“Al registrar la enfermera la ropa de la paciente en búsqueda de pistas ha encontrado una nota que dice: “Lo de la bomba es una broma, ¿caísteis?”, no sé si sabréis lo que querrá decir con eso. Seguimos con el analizador estropeado, por favor intentar determinar la cantidad de etanol que había en ese bote para ponerla el tratamiento más adecuado.”

Se realizará una destilación en el laboratorio para determinar la cantidad de etanol. Se les dará las pautas, un guion y las cuestiones de la Tarea 5.



Imagen 4. Montaje equipo de destilación de laboratorio. Elaboración propia.



Imagen 5. Montaje casero de destilación. Alternativa si el centro no dispone del material necesario. Elaboración propia.

(Nota: este punto 5 del texto no se les dará a los alumnos hasta después de la entrega de todas las tareas, se trata de que vayan rociando el laboratorio con la disolución de luminol, vean donde están las manchas de sangre y se fijen en los detalles. Se les guiará hacia donde están las pruebas).

TAREA 5

- **Tarea para casa (previa a la realización de la experimentación de este Acto):**
 - a) Busque en internet el significado de los pictogramas de seguridad de los compuestos químicos. Posteriormente identifique los pictogramas correspondientes al etanol, ácido clorhídrico e hidróxido de sodio en su ficha de seguridad. ¿Qué pictogramas has encontrado para ellos? ¿Qué precauciones debemos tener?
 - b) ¿La disolución de etanol en agua, es una mezcla homogénea o heterogénea?
 - c) ¿Cuál es el punto de ebullición del agua? ¿y del etanol?
Busque los puntos de ebullición de ambas sustancias en internet.
 - d) ¿Qué técnica emplearíamos para separar el etanol del agua?
Ayúdese del libro de texto para identificar el método de separación.
 - e) Ayudándote del libro de 4º ESO Física y Química busca el fundamento y el material necesario para realizar una valoración de neutralización ácido-base.
- **Tarea en el laboratorio:**
 - f) Mida con papel pH las disoluciones de HCl del Bote 2, NaOH y la disolución final tras la neutralización. Anote los resultados.
 - g) Realice la valoración de la disolución de HCl del Bote 2 con la disolución de NaOH de concentración conocida por duplicado (sigue las instrucciones que indique la profesora).
 - h) Realice la destilación de la mezcla encontrada en el Bote 1.
Para determinar la concentración del etanol en agua, tome para la destilación 100 mL de la disolución del bote. Pese el recipiente donde se recogerá el etanol destilado. (Nota: se les dejará que busquen en internet el material necesario y cómo realizar el montaje. Una vez lo tengan el profesor les explicará cómo hacerlo y las medidas de seguridad a tener en cuenta).
 - i) Realizada la destilación, mida el volumen del etanol destilado y pese la cantidad obtenida.

- **Tarea para casa (después de la realización de la experimentación):**
- j) Realice un pequeño informe indicando el material necesario y el procedimiento experimental para realizar una valoración. Incluya:
 - la reacción de neutralización del HCl con NaOH.
 - los resultados obtenidos del apartado f) y g).
 - la molaridad del HCl determinada, indicando los cálculos realizados.
 - k) ¿Cuál es la densidad del etanol obtenido?
Busque la densidad del etanol puro en internet y compárela con el resultado experimental. ¿Hay alguna diferencia?
 - l) ¿Cuál era la concentración del etanol en la disolución contenida en el Bote 1 manchado de sangre expresada en %volumen?
 - m) Realice un pequeño informe indicando el procedimiento experimental, el material de laboratorio necesario para realizar una destilación y las medidas de seguridad a tener en cuenta.
Incluya en ese informe los datos recogidos en el laboratorio, apartados h), i), y las respuestas a las preguntas k) y l).

ACTO 6

“Gracias a nuestra rápida investigación, la policía pudo informar rápidamente a los médicos de los hallazgos, poniendo el tratamiento adecuado a la muchacha. Tras unos días en el hospital se recuperó por completo.

Finalmente, nuestras pruebas determinaron que el bolígrafo pertenecía a la propia víctima, y la policía, tras el análisis del ADN, llegó a la conclusión de que la sangre encontrada era suya también. Ella misma pudo contar a la policía, que, en un acto de travesura en la hora anterior, junto con un amigo, se colaron en el laboratorio, prepararon la bromita de la bomba y vio el bote con la disolución de alcohol y lo ingirió. La sangre encontrada se explicó porque la víctima al coger el vaso roto se cortó con el borde en la yema del dedo y el labio, esparciendo su sangre por el vaso, los botes, la mesa donde estaba el cofre y su interior. El amigo se largó asustado sin ayudar a su amiga y le detectó la cámara al salir del instituto corriendo.

Esta historia tiene dos moralejas, la primera es que nunca se debe ingerir nada que haya en un laboratorio y la segunda que el etanol consumido en exceso puede provocar coma etílico. Ambos hechos pueden tener consecuencias fatales.”

(Nota: los dos últimos párrafos de este punto 6 de la historia se les dará a los alumnos una vez concluida la actividad después de que hayan realizado el resumen que se pide de la historia en la sesión final en el aula).

TAREA 6

➤ **Tarea para casa:**

Realice un resumen de la historia aportando datos de las investigaciones realizadas en el laboratorio. Por ejemplo:

- a) ¿Crees que tuvo algo que ver en el incidente la persona que fue grabada por la cámara del instituto?
- b) ¿Quién colocó la bomba y con qué fin?
- c) ¿A quién pertenecía el bolígrafo según nuestras pruebas (aporta la cromatografía)?
- d) ¿Por qué crees que escribió el presunto culpable ese mensaje y para quién?
- e) ¿Dónde encontramos las manchas de sangre?
- f) ¿Cuál era la concentración de la disolución que ingirió la víctima? ¿Fue del Bote 1 o 2? ¿Crees que la obligaron?
- g) Escribe un final para la historia. ¿Crees que la víctima se salva? ¿A quién apuntan las pruebas que fue el culpable? ¿Por qué crees que lo hizo?

Algunas preguntas no tienen una única respuesta válida, se trata de analizar la historia y dar una posible respuesta coherente.

Sesión Final

Para finalizar la actividad se plantea una última sesión en el aula de manera cooperativa para corregir las tareas en común y mediante un diálogo estructurado debatir las posibles respuestas de los alumnos referentes a la Tarea 6, donde tienen que analizar las pruebas y proponer unas posibles hipótesis de los hechos basándose en los resultados de las experimentaciones. En ese momento les repartiré la historia completa, menos la moraleja (último párrafo del Acto 6), para que comparen con lo que ellos han planteado en este último punto y deduzcan esa moraleja.

Notas y Aclaraciones

Las tareas para casa se realizarán en grupos de 3 alumnos, y se entregarán secuencialmente en dos partes cada dos semanas después de realizar la actividad, salvo la Tarea 5 previa a la realización de la actividad.

Los experimentos en el laboratorio se realizarán también en grupos de 3 de manera colaborativa una vez encontradas las pruebas en el laboratorio y resueltas las dudas de los pequeños guiones que se les entregue. Este último punto también se realizará cooperativamente.

6.1.8 Evaluación

Con base en la **ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo**, la evaluación será de manera continua, atendiendo a los criterios establecidos para cada unidad didáctica y teniendo en cuenta el grado de adquisición de las competencias clave enunciadas previamente, los estándares de aprendizaje evaluables, así como los criterios de evaluación que se recogen en el ANEXO 1 y ANEXO 2 para el escape room 1.

Dicho esto, la evaluación de los alumnos de la actividad en su conjunto se realizará por medio de dos listas de cotejo y una rúbrica. Una de las listas de cotejo servirá para valorar la actividad grupal presencial y otra para la práctica de laboratorio. Por su parte el trabajo teórico se evaluará con una rúbrica graduada con 4 niveles de desempeño.

Escape Room 1	Método Evaluación	Porcentaje nota respecto evaluación
1. Actividad grupal presencial	Lista de Cotejo (ANEXO 5)	5 %
2. Trabajo de laboratorio	Lista de Cotejo (ANEXO 5)	10 %
3. Trabajo teórico para entregar	Rúbrica (ANEXO 3)	10 %

En cuanto a la evaluación del trabajo para casa se realizará por medio de una rúbrica (ver anexo). Para esta, se han establecido cuatro grados de consecución para los indicadores de logro, siendo el cuatro el nivel máximo de desempeño y uno el mínimo. Por tanto, se le ha asignado una puntuación máxima de 4, que se extrapolará a 10 puntos y contará un 10% de la nota del trimestre. Cada Indicador lleva asociado un porcentaje que señala el peso en el cómputo global de la calificación de la tarea.

La nota de la evaluación se completará con dos exámenes a lo largo de la evaluación, correspondientes a los 2 últimos Bloques de Física (Dinámica y Energía) y 3 primeros Bloques de Química. De tal forma que la evaluación del trimestre quedará como sigue:

a) Grado de implicación del alumno en el aula. Participación y comportamiento. Resolución de ejercicios en el aula y realización de tareas para casa.	10 %
b) Actividad: Escape Room 1.	25 %
c) Dos exámenes escritos.	65%

En último lugar con el objetivo de evaluar la actividad y valorar su impacto en los alumnos se ha confeccionado un cuestionario (ANEXO 12) para que lo cumplimenten de manera anónima al terminar el siguiente escape room propuesto.

6.2 Escape room 2 – Wanda en el multiverso traslada bacteria mortal, ¿habrá antídoto para salvar a la humanidad?

6.2.1 Breve resumen

La actividad propuesta está centrada al igual que las demás en una metodología de gamificación. Sin embargo, en este caso se combina con una metodología basada en juegos y experimentación. En este caso, los participantes del escape room, deben encontrar la cura para una enfermedad que afecta y mata a los niños. La contextualización del escenario se basa en la película de Marvel del “*Doctor Strange en el multiverso de la locura*”, con una sinopsis diferente de elaboración propia, pero manteniendo los personajes principales y sus características personales. Con esta narración se pretende que los alumnos se introduzcan en la historia y se motiven a participar al estar fundamentada en una película popular para el público adolescente.

6.2.2 Contenidos curriculares

El escape room, junto con las tareas para casa posteriores, abarca conceptos de todos los Bloques de contenido del currículo de 1º de Bachillerato (**Orden EDU-363-2015, de 4 de mayo**, (ver ANEXO 1) centrándose principalmente en el Bloque 5: La química de carbono. Por Bloques, los contenidos que se trabajaran son los siguientes:

- **Bloque 1. La actividad científica**
 - Sistema internacional de unidades.
 - Notación científica y uso de cifras significativas.
 - Tecnologías de la Información y la comunicación.
- **Bloque 2. Aspectos cuantitativos de la Química**
 - Gases ideales. Ecuación de estado de los gases ideales.
 - Composición centesimal y fórmula de un compuesto. Determinación de fórmulas empíricas y moleculares.
- **Bloque 3. Reacciones químicas**
 - Estequiometría de las reacciones. Ajuste de ecuaciones químicas.
 - Cálculos estequiométricos.
 - Reactivo limitante y rendimiento de una reacción.
- **Bloque 4. Transformaciones energéticas y espontaneidad de las reacciones químicas**
 - Entalpía. Reacciones exotérmicas y endotérmicas. Ecuaciones termoquímicas y dibujo de diagramas entálpicos.
 - Entropía, variación de esta última en una reacción química.

- Procesos espontáneos y no espontáneos. Factores que intervienen en la espontaneidad de una reacción química. Energía de Gibbs.
- Reacciones de combustión.

➤ **Bloque 5. Química del carbono**

- Compuestos de carbono. Enlaces del átomo de carbono. Grupos funcionales y series homólogas. Clasificación de los compuestos orgánicos, su nomenclatura y formulación.
- Isomería. Tipos.
- Tipos de reacciones orgánicas más frecuentes.

Los mapas conceptuales siguientes resumen los contenidos implicados en el escape room 2) y las tareas para casa (Figura 9, Figura 10 y Figura 11) y serán proporcionados a los alumnos antes de realizar la actividad a modo de repaso:

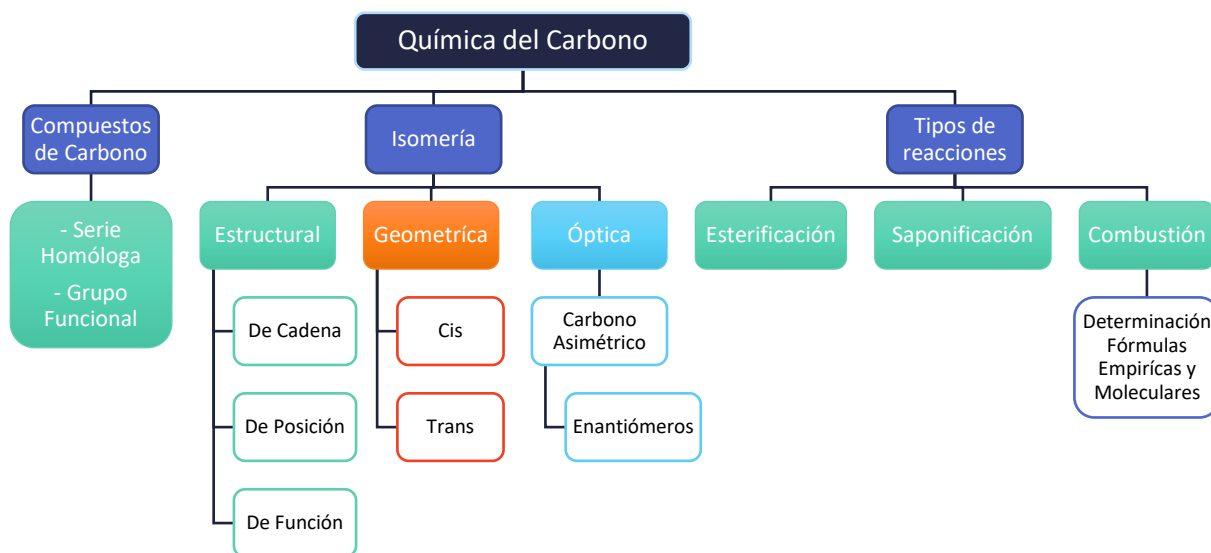


Figura 9. Mapa conceptual de los contenidos del Bloque 5 implicados en el escape room 2. Elaboración propia.

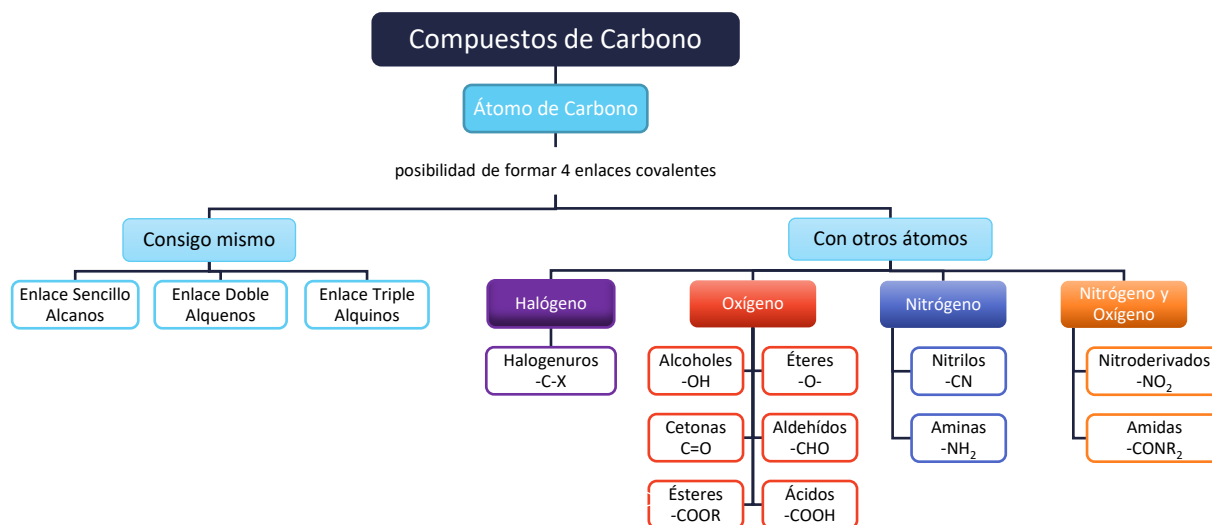


Figura 10. Mapa conceptual de la clasificación de los Compuestos de Carbono. Elaboración propia.

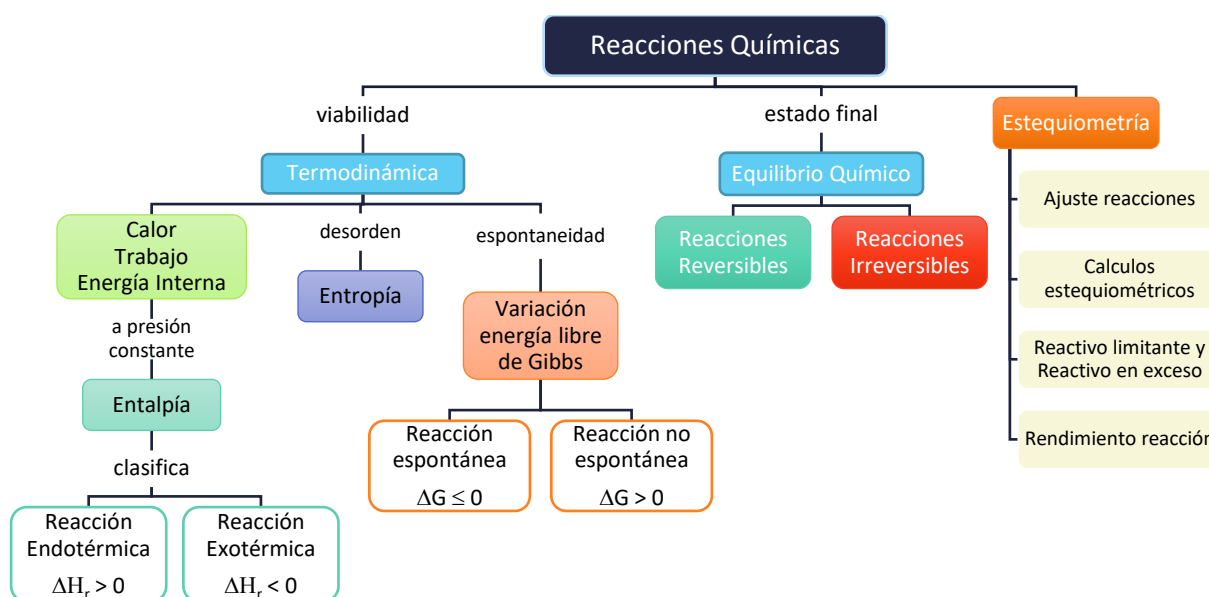


Figura 11. Mapa conceptual de contenidos del Bloque 3 y 4 implicados en el escape room 2. Reacciones Químicas. Elaboración propia.

6.2.3 Objetivos específicos: conceptuales y procedimentales

Los objetivos específicos conceptuales y procedimentales relacionados con la asignatura de Física y Química de 1º de Bachillerato relacionados con este escape room se resumen de acuerdo con los diferentes Bloques, como se indica a continuación:

➤ Objetivos específicos del Bloque I:

- I. Emplear factores de conversión para el cambio de unidades expresando el resultado en notación científica y con las cifras significativas adecuadas.
- II. Aplicar las TICs en la redacción de un informe científico.

➤ Objetivos específicos del Bloque II:

- I. Realizar cálculos necesarios para determinar la presión parcial y presión total ejercida por una mezcla de gases.
- II. Determinar fórmulas empíricas y moleculares a partir de la composición centesimal y la masa molar.

➤ Objetivos específicos del Bloque III:

- I. Ajustar reacciones químicas y realizar cálculos estequiométricos.
- II. Identificar el reactivo limitante y en exceso en una reacción química.
- III. Determinar el rendimiento de una reacción química.

➤ Objetivos específicos del Bloque IV:

- I. Expresar las reacciones mediante ecuaciones termoquímicas dibujando e interpretando los diagramas de entalpía asociados.

- II. Predecir la variación de entropía en una reacción química dependiendo de la molecularidad y estado de los compuestos que intervienen.
- III. Identificar la energía de Gibbs con la magnitud que informa sobre la espontaneidad de una reacción química.
- IV. Justificar la espontaneidad de una reacción química en función de los factores entálpicos, entrópicos y de la temperatura.
- V. Relacionar el concepto de entropía con la espontaneidad de los procesos irreversibles, por ejemplo, en las reacciones de combustión.

➤ **Objetivos específicos del Bloque V:**

- I. Formular y nombrar según las normas IUPAC: hidrocarburos de cadena abierta y cerrada y derivados aromáticos, con función oxigenada o nitrogenada.
- II. Identificar el tipo de isomería que presentan entre sí dos compuestos orgánicos dados.
- III. Justificar la importancia de la química del carbono y su incidencia en la calidad de vida.
- IV. Relacionar las reacciones de condensación y combustión con procesos que ocurren a nivel biológico.

➤ **Objetivos adicionales:**

- I. Activar conocimientos previos de cursos anteriores de secundaria, como son:
 - Identificar el material básico de laboratorio y los pictogramas de seguridad de los compuestos químicos, así como respetar las medidas de seguridad del laboratorio químico.

Con este escape room que abarca una cantidad amplia de contenido se pretende como objetivo fundamental, que los alumnos se den cuenta de la relación íntima entre todos los conceptos, no siendo exclusivos de una Unidad Didáctica, y aprendan a relacionarlos de unas unidades a otras.

6.2.4 Metodología

Como se ha comentado en el resumen se seguirá una metodología centrada en la gamificación junto con una basada en juegos. La actividad la realizarán en grupos de 4 personas donde deberán trabajar de manera cooperativa con el fin de resolver el enigma entre todos. Al mismo tiempo competirán con el resto de los grupos para ver quien consigue el objetivo final antes. El docente será mero espectador de la actividad, haciendo respetar las normas del juego y realizando un feedback adecuado para corregir errores o dudas. En caso de bloqueo por parte de los alumnos o que algún puzle les resulte dificultoso estructuraría un

dialogo cooperativo con un brainstorming entre los alumnos para intentar solventar esa dificultad.

6.2.5 Diseño y esquema de la actividad

La actividad se divide en 3 partes:

- I. La primera parte será llevada a cabo en el aula y comprenderá la **lectura previa de un texto y la visualización de un video para contextualizar el escenario**. Posteriormente la resolución de los puzles del 1 al 6 en grupos de 4 alumnos:
 - **Puzle 1:** crucigrama de grupos funcionales con mensaje secreto.
 - **Puzle 2:** molécula en la pared con código secreto.
 - **Puzle 3:** el juego de la Oca. Deberán formular y nombrar unos compuestos orgánicos hasta encontrara las pistas y las claves.
 - **Puzle 4:** determinación de fórmula empírica y fórmula molecular del antídoto. Reacción de combustión para encontrar la clave.
 - **Puzle 5:** sopa de letras de isomería con mensaje oculto.
 - **Puzle 6:** descubriendo la composición del antídoto.
- II. La segunda parte comprende una parte del puzle 6 que constará de una práctica de laboratorio sencilla, como es la preparación de un jabón, y se realizará en el laboratorio de manera individual.
- III. La última parte de la actividad constará de la realización de un informe para casa en grupos de 4 (los mismos con los que trabajaron en el escape room, salvo las cuestiones 12 y 13 que se completarán de manera individual) que deberán entregar y que deberán incluir todos los puzles y enigmas resueltos, las cuestiones propuestas, así como un guion de la práctica que realizaron en el laboratorio con las preguntas correspondientes.

6.2.6 Temporalización

De acuerdo con la normativa vigente, **Orden EDU-363-2015, de 4 de mayo**, se establecen 4 sesiones a la semana de 50 minutos para el primer curso de Bachillerato. Atendiendo al número de Bloques temáticos (8 en total, 5 de Química y 3 de Física) y abogando por la equidad entre ambas disciplinas, a la Química le corresponden 4 meses y medio de curso. Teniendo en cuenta que el primer Bloque temático es multidisciplinar y más corto (unas 2 semanas), a la Química le corresponde alrededor de 4 meses, por lo que para los Bloques temáticos del 2 al 5 tenemos aproximadamente un mes para cada uno de ellos, unas 14-15 sesiones dependiendo de fiestas y vacaciones del correspondiente año.

Esta actividad está pensada para ser desarrollada al final del Bloque 5 en 4 sesiones, que correspondería a una semana entera y 3 semanas para desarrollar previamente la Unidad Didáctica (10 sesiones) y reservar una última sesión para la evaluación por medio de un examen escrito. De acuerdo con el resumen de la Tabla 2, 3 de las sesiones se desarrollarían en el aula y la última en el laboratorio:

4. Contextualización del escenario: lectura previa, visualización video. Puzle 1 (crucigrama) y 2.	1 sesión Aula
5. Puzle 3: El juego de la Oca.	1 sesión Aula
6. Puzle 4, 5 (sopa de letras) y 6 (descubriendo la composición del antídoto).	1 sesión Aula
7. Puzle 6: Práctica de laboratorio	1 sesión Laboratorio

Tabla 2. Temporalización para el Escape Room 2.

6.2.7 Desarrollo de la actividad

Lectura previa, contextualización del escenario

Año 2030, estamos sumidos en un caos donde prima el miedo y la incertidumbre, la vida de todos los niños en el mundo se encuentra en peligro por una nueva bacteria que se propaga a gran velocidad y ha acabado con la vida de millones de infantes en la tierra. Detrás de todo esto se encuentra Wanda, atormentada por la pérdida de sus hijos, está decidida a que todos los demás no sobrevivan. Wanda que adquirió la capacidad de viajar por el metaverso, extrajo una bacteria de otro universo y la trasladó a la tierra. El Dr. Strange no consiguió detenerla y en su intento por frenar la masacre se traslada al futuro (año 2050) para intentar descubrir un antídoto que se preparará en un laboratorio para revertir la difícil situación. Año 2050, el panorama es desolador, la vida en la tierra no tiene alegría sin los niños, no hay parques, no hay colegios ni institutos, la población está muy envejecida, no hay apenas gente para trabajar y los alimentos escasean. Por desgracia, Wanda se entera de lo que pretende el Dr. Strange, roba la pócima y la receta para prepararla y la esconde en un viejo edificio en ruinas. El Dr. Strange investigando descubre que ese edificio era un antiguo instituto, precisamente en el que estamos, y nos manda un mensaje al pasado que dice:

“Tenéis que daros prisa en encontrar la cura para frenar la enfermedad, el futuro de todos los niños está en vuestras manos. La cura está escondida en vuestra clase y es cuestión de tiempo que Wanda se entere de este mensaje y vuelva a por ella. No puedo ayudaros, estoy buscándola para retenerla, pero

mi energía se agota, tenéis poco tiempo. Wanda ha puesto códigos, donde os había dejado pistas de lo que he ido averiguado, la fórmula del antídoto está en una de ellas, algunas de las pistas las he puesto en clave y escondidas para que ella no las descubra, pero otras las interceptó. Fijaros en el reloj, este contiene la primera clave. Que la suerte os acompañe, el futuro de la humanidad depende de vosotros.”

Visualización de video

Puzle 1

Por el aula hay dispersas una serie de cajas de distintos tamaños con candados, un ordenador encendido y un reloj. El reloj está parado y marca las 18:01. Los alumnos deben probar los dígitos del reloj para abrir una de las cajas.

Dentro de la caja que abre el código del reloj se encuentran unas hojas (tantas como alumnos hay en la clase, aunque trabajaran en grupos de 4 durante toda la experiencia), con un crucigrama en su interior (Figura 12) con un mensaje oculto (Figura 13). Deberán resolver el crucigrama con las cuestiones de la Figura 14 relativas a los grupos funcionales y la formulación orgánica. La solución de la Figura 12 se encuentra en el ANEXO 8. Se entregará a los alumnos el ANEXO 7 durante las explicaciones de la materia de este Bloque, que recoge la clasificación de compuestos de carbono según prioridad creciente de grupos funcionales.

Crucigrama Misterioso: grupos funcionales y más. Encuentra el mensaje oculto.

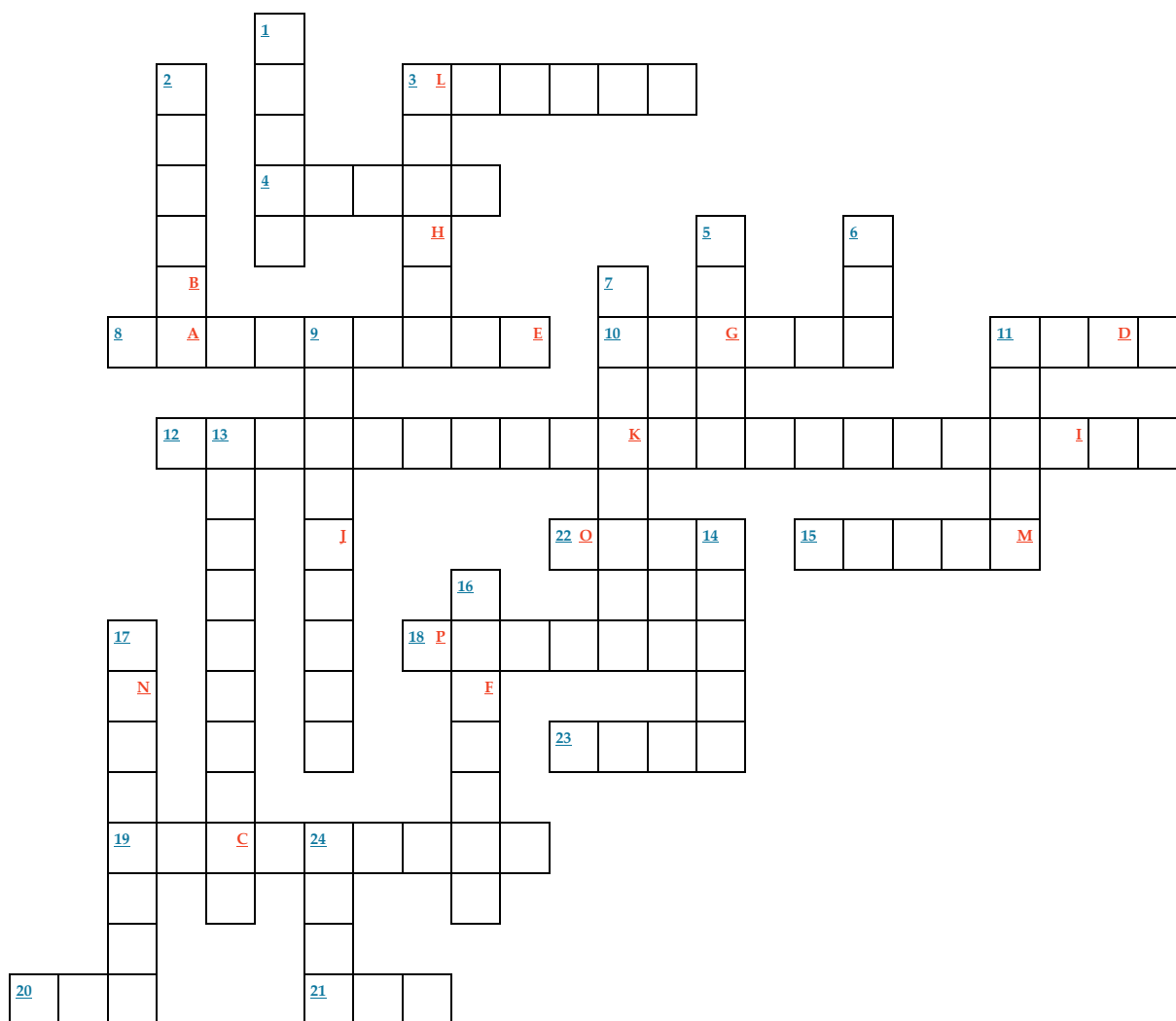


Figura 12. Crucigrama de grupos funcionales y formulación. Elaboración propia.

W A B C A D E F A C D G A H I B J
 H K Y D B L A C A C A L I J A M J E
 D B N A O A M D C , P A Y K B A
 H J N D G K N A , L J M H K N A M N A ,
 E K E N J G A N I Z A C J M D E E J B
 N A G N A V D O A M A D B G J B F M A M
 N A E I G K I D B F D O I E F A

Figura 13. Mensaje oculto en el crucigrama. Elaboración propia.

Horizontales	Verticales
<p>3 Radical benceno.</p> <p>4 Nombre del grupo funcional $-\text{NO}_2$.</p> <p>8 Sustituyentes de la cadena hidrocarbonada principal.</p> <p>10 El compuesto C_8H_{18} lo es.</p> <p>11 El grupo funcional oxo, ¿a qué serie homóloga pertenece?</p> <p>12 El benceno lo es.</p> <p>15 ¿Qué función, entre un éster y un aldehído, tiene mayor prioridad a la hora de elegir la cadena principal?</p> <p>18 ¿Cómo se nombra a la función alcohol si va como radical?</p> <p>19 Grupo funcional del metanol.</p> <p>20 Los triples enlaces se nombran como sufijos acabados en _____.</p> <p>21 Sufijo de la cetona cuando va como grupo principal.</p> <p>22 Prefijo para indicar la sustitución 1,4 en un anillo bencénico.</p> <p>23 Prefijo para indicar la sustitución 1,3 en un anillo bencénico.</p>	<p>1 ¿Cómo se nombra la función amina cuándo va como radical?</p> <p>2 La serie homóloga del grupo funcional $\text{C}=\text{O}$ es _____.</p> <p>3 Si un aldehído no pertenece a la cadena principal, ¿cómo se nombra como radical?</p> <p>5 Si el compuesto es cíclico y saturado se utiliza el prefijo ____ delante del alcano.</p> <p>6 Los dobles enlaces se nombran con sufijos acabados en _____.</p> <p>7 El hidrocarburo que no lleva dobles enlaces se dice que es _____.</p> <p>9 Grupo funcional cuyo sufijo es -oico.</p> <p>11 Si el nombre del compuesto acaba en -ato de alquilo, ¿de qué función se trata?</p> <p>13 El hidrocarburo que lleva dobles enlaces se dice que es _____.</p> <p>14 Nombre del grupo funcional de $-\text{CO}-\text{NH}_2$.</p> <p>16 El grupo funcional $-\text{CN}$ se nombra como _____ cuando es el grupo funcional principal.</p> <p>17 El propanal es un _____.</p> <p>24 Prefijo para indicar la sustitución 1,2 en un anillo bencénico.</p>

Figura 14. Definiciones para resolver el crucigrama. Elaboración propia.

El mensaje secreto del crucigrama misterioso dice:

“Wanda está de camino muy enfadada. Fijaros en la pared, hay una molécula, formularla, sus localizadores son la clave para encontrar la siguiente pista”

Puzle 2

En la clase habrá pegado un folio que contiene la fórmula molecular desarrollada (Figura 15) de un compuesto que deben nombrar para hallar los localizadores de los radicales, que forman un número que corresponde a la clave del candado que abre la caja roja (deberán probar entre los candados de las diferentes cajas para averiguar a cuál corresponde). La molécula dibujada es:

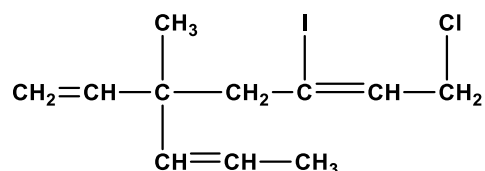


Figura 15. Imagen expuesta en la pared de la clase. Elaboración propia.

cuyo nombre es: **1-cloro-5-etenil-3-iodo-5-metilocta-2,6-dieno** y la clave que abre el candado es **1535**.

Puzle 3

Ese código abre una caja grande roja que contiene dentro el juego de la oca con unas tarjetas, fichas para 4, dado (Figura 16) y un mensaje que dice:

“Juega y no falles, el ordenador que hay en el aula se apagará en 45 minutos a menos que se introduzca el código de desbloqueo, Wanda lo ha manipulado, debéis ser rápidos. Dentro de él se encuentra un archivo protegido con contraseña que os dará la siguiente pista para encontrar la cura, juega a la oca y descubrirás ambos y más”

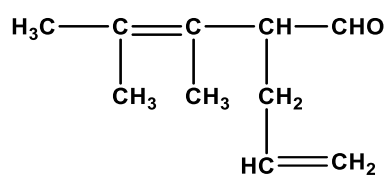
Deberán jugar a la oca para hallar ambas claves. Dentro de la caja tendrán unas instrucciones ANEXO 9, que indicarán como jugar. Básicamente por parejas en grupos de 4, deberán ir tirando el dado uno por uno para posicionar la ficha donde corresponda, buscar la tarjeta con el número del casillero, en la cual habrá un compuesto orgánico que tendrán que formular o nombrar correctamente para mantenerse en dicha posición, de lo contrario deberán retroceder a la posición anterior. Al jugar por parejas en grupos de 4, la otra pareja debe cerciorarse que lo hacen correctamente. En este caso competirán en battelship en grupos de 4 (2 contra 2), pero el objetivo será común que es encontrar los códigos, ¿qué pareja lo logrará antes? ¿habrá alguna pista más acerca de la composición del antídoto?



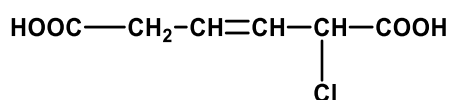
Figura 16. Juego de la Oca con tarjetas de formulación orgánica. Elaboración propia salvo plantilla tablero (ver referencia web).

Varias de las tarjetas llevarán mensajes:

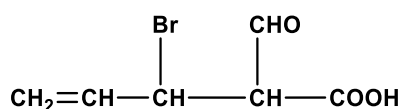
- **Tarjeta 5.** El antídoto lleva el mismo radical que empieza por "a" de la molécula:



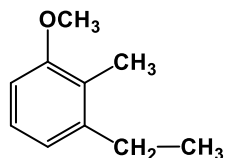
- **Tarjeta 11.** El primer código de desbloqueo es el localizador del radical cloro en esta molécula:



- **Tarjeta 18.** Los siguientes códigos de desbloqueo corresponden con la terminación del grupo funcional principal de la molécula:



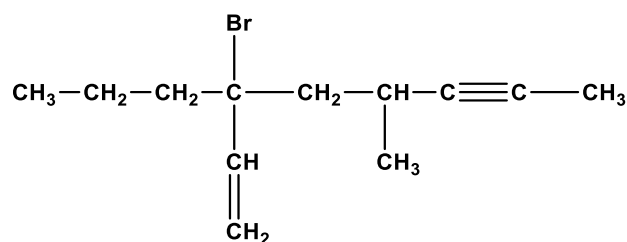
- **Tarjeta 25.** El antídoto lleva un radical idéntico al de la posición 1 de este compuesto:



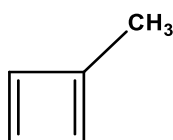
- **Tarjeta 30.** El antídoto lleva un radical idéntico a uno de los dos que tiene esta molécula:

2-cloro-2-hidroxibut-3-inal

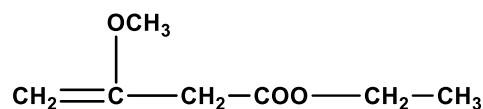
- **Tarjeta 41.** El último dígito del código de desbloqueo corresponde con el localizador del radical nombrado en tercer lugar en esta molécula:



- **Tarjeta 57.** Los caracteres que faltan para completar el código de desbloqueo corresponden a las últimas 5 letras de este compuesto, y van después de los de la tarjeta 18:



- **Tarjeta 62.** La clave del archivo corresponde al nombre del siguiente compuesto escrito sin espacios:



Importante decir que aquí se ha puesto a modo de ejemplo una combinación de tarjetas que lleva al código de desbloqueo de la pantalla del ordenador, pero en el juego hay otras combinaciones que llevan al mismo resultado para que tengan más oportunidades de lograr el objetivo. Del mismo modo hay varias tarjetas que ofrecen pistas similares que conducen a los radicales que posee el antídoto. Sin embargo, solo la tarjeta final ofrece la clave para abrir el archivo que se encuentra en el ordenador.

De esta forma el código para desbloquear el ordenador es: **2oicodieno3**.

La clave para abrir el archivo es: **3-metoxi-but-3-enoatodeetilo**.

Adicionalmente, se extrae la información del antídoto que contiene un radical alilo y un metoxilo, y que puede contener un radical cloro o hidroxilo.

En el juego se les recordará que quién no formule o nombre correctamente no avanza.

Puzle 4

Si logran abrir el archivo en el tiempo de 45 min, antes de que se apague el ordenador, se encontrarán con el siguiente mensaje:

“Chicos soy el Dr. Strange, buscando por el laboratorio destruido por Wanda he conseguido unos papeles de la investigación de la composición centesimal del antídoto, que indican que el porcentaje de carbono es de 73,15, el de hidrógeno 7,37, y el de oxígeno 19,49. No soy experto en la materia, pero creo que con eso podréis determinar la fórmula empírica.

También he descubierto otros datos que pueden ayudaros a determinar la fórmula molecular, al parecer 1,642 g de antídoto corresponden a 0,01 mol de dicha sustancia.

¡Ahh, se me olvidaba! la clave del candado que abre la caja verde corresponde a los litros obtenidos de CO₂ cuando se queman 82,1 g de antídoto con 107,52 L de O₂ en condiciones normales”

Si resuelven el enigma correctamente llegarán a que la fórmula empírica del antídoto es (C₅H₆O)_n, la fórmula molecular C₁₀H₁₂O₂ y la clave del candado que abre la caja verde es **896**.

También podrán deducir que el compuesto no lleva un radical cloro, puesto que el análisis elemental suma en conjunto 100%, y podrán descartar este, llegando a la conclusión, junto con el puzle anterior, que **el antídoto lleva un grupo metoxilo, uno hidroxilo y un alilo**.

Puzle 5

Al abrir la caja verde encontrarán el siguiente mensaje:

“Estáis ya muy cerquita del final. Seguir así, lo estáis haciendo muy bien, pronto seréis unos héroes. Daros prisa, he encontrado a Wanda y estoy librando una batalla con ella en el metaverso, su poder es muy superior al mío, no sé cuánto tiempo más podré aguantar, me está lanzando bolas de fuego y bloquea todos mis ataques, si sigue así pronto acabará conmigo e irá a por vosotros. Si la caja final deseáis abrir el mensaje debéis descubrir. Oculto tras las diez palabras relacionadas con la isomería escrito está.”

Sopa de letras misteriosa con mensaje oculto: palabras relacionadas con la isomería

“E	N	O	P	T	I	C	A	L	A	N	T	L	C	I	D
O	T	O	O	E	S	U	N	I	D	S	A	I	A	O	M
E	R	O	I	D	E	P	O	E	S	R	S	C	L	I	C
I	O	N	D	C	E	L	P	C	U	U	I	A	A	T	R
O	A	L	I	L	N	O	T	T	R	R	E	S	I	M	E
T	O	X	I	F	S	U	C	E	T	N	O	L	C	E	N
L	A	Q	U	I	E	U	F	E	L	O	S	G	A	R	U
P	O	S	C	A	R	L	M	E	I	L	O	Y	P	M	T
E	T	I	O	T	X	O	I	E	D	S	T	A	S	N	R
E	O	N	S	M	E	E	T	A	E	L	C	O	E	D	A
N	I	E	G	G	O	D	E	L	A	U	L	T	I	M	N
E	N	A	N	T	I	O	M	E	R	O	A	C	A	J	S
A	E	S	C	E	R	O	D	O	C	E	S	U	E	R	T
E	A	M	I	G	O	A	N	E	D	A	C	E	D	S	.”

Figura 17. Sopa de letras misteriosa: palabras relacionadas con la isomería. Elaboración propia.

-----,

-----.

-----!

Figura 18. Mensaje oculto tras la sopa de letras. Elaboración propia.

Encuentra en la sopa las respuestas a las preguntas siguientes:

1

Dos compuestos presentan isomería _____ cuando presentando la misma fórmula molecular se diferencian en la forma de enlazarse los átomos.

2

Dos compuestos presentan isomería _____ cuando tienen la misma fórmula molecular y los átomos están enlazados de la misma forma, pero difieren en la distribución de los átomos en el espacio.

3

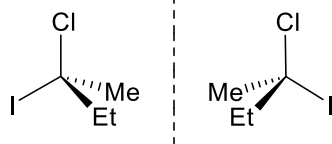
Esta isomería es típica de moléculas que tienen la misma fórmula molecular y poseen una rigidez en un enlace entre dos átomos que les impide girar. La presentan los alquenos.

4

Cuando dos moléculas exactamente iguales poseen un carbono con 4 sustituyentes distintos, pero no son superponibles entre sí, se dice que presentan isomería _____.

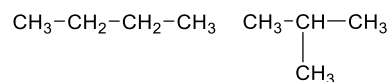
5

¿Estas dos moléculas son entre sí?



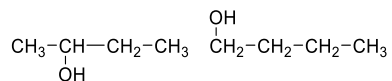
6

¿Qué isomería presentan estas dos moléculas?



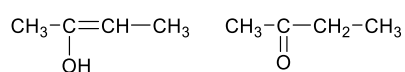
7

¿Qué isomería presentan estas dos moléculas?



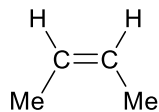
8

¿Qué isomería presentan estas dos moléculas?



9

En esta molécula la disposición relativa de los sustituyentes es _____.



10

En esta molécula la disposición relativa de los sustituyentes es _____.

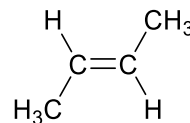
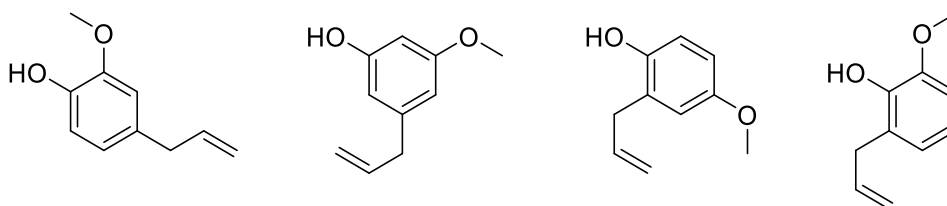


Figura 19. Cuestiones para resolver la sopa de letras. Elaboración propia.

El mensaje oculto tras la sopa de letras es (ANEXO 10):

“El antídoto es un isómero de posición del 4-alil-3-metoxifenol en la que los grupos alilo y metoxi están en meta. El código de la última caja es 012. ¡Suerte amigos!”

Con este mensaje los alumnos tendrán que deducir que el compuesto que curará a todos los niños será un isómero de ese compuesto en el que los radicales alilo y metoxilo están en disposición relativa meta. De esta forma deberán llegar a que las posibilidades son:

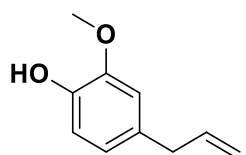


Puzle 6

Con este código abrirán la última caja morada en la que habrá un mensaje del Dr. Strange que dice lo siguiente:

“Si habéis llegado hasta aquí, ya habréis reunido casi todas las pistas y estaréis muy cerquita de averiguar cuál es el antídoto para salvar al mundo. En mis averiguaciones en el laboratorio encontré un trozo de papel roto, os lo lance desde otro universo y no sé exactamente donde ha caído, buscarlo, quizás esa sea la clave fundamental para anclar todas las pistas. Cuando lo encontréis escribir su nombre en el archivo que hay en el ordenador del aula para poder abrirlo”

Habrà un trozo de folio de papel arrugado en una de las cajas abiertas en el que está dibujaba una molécula en la que el **alilo está en posición relativa para al hidroxilo**. Con esta información podrán deducir que la fórmula del compuesto final es:



4-alil-2-metoxifenol

Introduciendo el nombre del compuesto en el archivo Word del ordenador podrán abrirlo. En ese archivo aparecerá el mensaje siguiente del Dr. Strange:

“¡Encesté eh!... Aunque no lo creáis veo todo lo que hacéis desde aquí. Ahora que tenéis el antídoto, correr todo lo que podáis. Ir al laboratorio y preparar jabón, allí os he dejado la receta de cómo prepararlo, lo necesitareis para lavaros bien las manos asiduamente y limpiar todas las superficies, es

la manera de prevenir el contagio. En cuanto esto salga a la luz, se formará un caos para comprarlo, así que os conviene tener. Además, recordar que Wanda no parará e intentará por todos los medios evitar que la transmisión cese, he conseguido zafarme antes de que me matase, pero no he logrado acabar con ella, es muy fuerte y muy buena hechicera. Importante mandar la fórmula del antídoto a todos los laboratorios de investigación para que lo preparen en gran cantidad. Lo habéis hecho muy bien, la humanidad está en deuda con vosotros, si os necesito alguna otra vez, os pediré ayuda. Gracias por todo y hasta pronto."

Con esto último, saldremos de la clase e iremos corriendo al laboratorio para preparar el jabón (ver ANEXO 11 con la receta que nos dejó el Dr. Strange). En este caso realizarán la práctica de manera individual.

Trabajo para casa

Una vez terminada la actividad, se les proporcionará a los alumnos las cuestiones de la Figura 20, que deberán realizar en grupos de 4, salvo las cuestiones 12 y 13 que se conformarán de manera individual y se entregarán para la posterior evaluación.

CUESTIONES

1. **Puzle 1.** Rellena el crucigrama y completa el mensaje secreto.
2. **Puzle 2.** Nombra la molécula e indica los localizadores de los radicales.
3. **Puzle 3.** Fórmula o nombra cada una de las moléculas del juego de la oca.
4. **Puzle 3.** Indica cuál es la clave secreta para desbloquear la pantalla del ordenador, cuál es la clave del archivo y los posibles radicales que contiene el antídoto.
5. **Puzle 4.** Realiza los cálculos necesarios para determinar la fórmula empírica y la fórmula molecular.
6. **Puzle 4.** Plantea y ajusta la reacción de combustión del antídoto en presencia de oxígeno y calcula los litros de CO_2 que se forman al someter a combustión el antídoto.
 - a) ¿Hay reactivo limitante? En caso afirmativo, indicar ¿cuánta cantidad quedará sin reaccionar del reactivo en exceso?
 - b) ¿Cuál es la presión total y la presión parcial del CO_2 y H_2O cuándo la reacción ha terminado? Emplea fracciones molares para determinar las presiones parciales.
7. **Puzle 4.** En relación con la reacción de combustión anterior:
 - ¿se trata de un proceso reversible o irreversible?

- ¿es exotérmica o endotérmica? ¿cómo será la entalpía de la reacción ΔH_r , negativa o positiva? ¿por qué?
 - prediga si la entropía será mayor o menor al final de la reacción.
 - ¿es una reacción espontánea? Justifícalo empleando la energía de Gibbs y la ecuación que la relaciona con la entropía y la entalpía.
 - realiza un gráfico donde se represente en ordenadas la energía y en abscisas la coordenada de reacción, indicando todas las magnitudes energéticas implicadas (diagrama energético).
8. **Puzle 5.** Resuelve las preguntas relativas a la isomería para determinar las palabras a buscar en la sopa de letras. Resuelve la sopa y encuentra el mensaje oculto.
9. **Puzle 5.** El Dr. Strange no es experto en la materia y en el mensaje secreto que hay en la sopa de letras nombra uno de los radicales mal, ¿cuál es?. Indícalo y nómbralo correctamente.
10. **Puzle 5.** ¿Cuáles son los posibles isómeros del antídoto? Indícalos y nombra cada uno de ellos, empleando localizadores y también la nomenclatura *orto*, *meta* y *para*.
11. **Puzle 6.** Indica y razona cuál es la estructura y nombre del antídoto.
12. **Puzle 6.** Realiza un informe de laboratorio respecto a la realización de la práctica del jabón.
- Indica la reacción, debajo las cantidades en gramos o mililitros y justo debajo los moles correspondientes.
 - ¿Hay reactivo limitante?
 - Enumera el material empleado.
 - Describe el procedimiento de la reacción, con las cantidades de reactivos y producto obtenido, así como colores, aspecto, si se calienta...etc.
 - Calcula el rendimiento de la reacción.
 - Disuelve un poco de jabón en agua y mide su pH, ¿es apto para su uso doméstico?
 - ¿De qué tiempo de reacción orgánica se trata?
 - La saponificación es una reacción que podríamos decir “contraria” a la esterificación, conoces alguna reacción a nivel biológico relacionada con la formación de grasas. Sino la conoces emplea las TICs para descubrirla.
13. Rellena de manera individual el cuestionario final en relación con ambos escapes room ANEXO 12.

Figura 20. Trabajo para casa en grupos de 4 posteriores al desarrollo de la actividad. Elaboración propia.

6.2.8 Evaluación

Con base en la **ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo**, la evaluación será de manera continua, atendiendo a los criterios establecidos para cada unidad didáctica y teniendo en cuenta el grado de adquisición de las competencias clave enunciadas previamente, los estándares de aprendizaje evaluables, así como los criterios de evaluación que se recogen en el ANEXO 1 para el escape room 2.

Dicho esto, la evaluación de los alumnos de la actividad en su conjunto se realizará por medio de dos listas de cotejo y una rúbrica. Una de las listas de cotejo servirá para valorar la actividad grupal presencial y otra para la práctica de laboratorio. Por su parte el trabajo teórico se evaluará con una rúbrica graduada con 4 niveles de desempeño.

Escape Room 2	Método Evaluación	Porcentaje nota respecto evaluación
1. Actividad grupal presencial	Lista de Cotejo (ANEXO 5)	5 %
2. Práctica de laboratorio	Lista de Cotejo (ANEXO 5)	5 %
3. Trabajo teórico para entregar	Rúbrica (ANEXO 4)	10 %

La nota de la evaluación se completará con dos exámenes a lo largo de la evaluación, correspondientes respectivamente a los dos últimos Bloques temáticos de Química. De tal forma que la evaluación del trimestre quedará como sigue:

a) Grado de implicación del alumno en el aula. Participación y comportamiento. Resolución de ejercicios en el aula y realización de tareas para casa.	10 %
b) Actividad: Escape Room 2	20 %
c) Dos exámenes de los Bloques temáticos 4 y 5	70 %

Aunque el escape room comprende contenidos principalmente del Bloque 5, también involucra conceptos de otros Bloques, y precisamente en las tareas para casa bastantes del Bloque 4. Es por ello por lo que se ha decidido otorgar un peso del 20% en el conjunto de la nota del trimestre.

Cabe decir que durante el trimestre se realizará un feedback adecuado y a tiempo para que los alumnos puedan ir corrigiendo sus errores y mejorando su proceso de aprendizaje.

En último lugar con el objetivo de evaluar la actividad y valorar su impacto en los alumnos se ha confeccionado un cuestionario para que lo cumplimenten de manera anónima al terminar ambos escapes room (ANEXO 12).

7. CONCLUSIONES Y REFLEXIÓN FINAL

1. Se han confeccionado dos actividades innovadoras centradas en una metodología de gamificación de tipo escape room de diferente índole adecuando el tándem enseñanza-aprendizaje a los nuevos tiempos.
 - a) El primero de ellos más experimental y con carácter indagatorio centrado en un escenario que podría ocurrir en la vida real, como es una investigación de asalto o asesinato, inclinado a lo que viene siendo la “ciencia forense”.
 - b) El segundo de ellos de índole más teórico y que se combina con aprendizaje basado en juegos, se inspira en una película de Marvel famosa para el público adolescente, aunque con una historia inventada de elaboración propia, a priori irreal y bastante fantástica, pero con un guiño a la pandemia producida por el COVID.
2. Ambos escapes room se han adaptado a los currículos de 1º de Bachillerato haciendo uso de la legislación y se han diseñado de tal forma que se trabajan las competencias clave y los elementos transversales potenciando el trabajo en grupo, las interacciones sociales, la iniciativa propia y la motivación para conseguir un aprendizaje activo.
3. Se han diseñado pretendiendo que las actividades propuestas les ayuden a repasar conocimientos previos de otros cursos, a aumentar la experimentación de la asignatura de Física y Química (escape room 1), además de trabajar conceptos y contenidos, y relacionarlos entre unidades didácticas diferentes (escape room 2).
4. Se ha contribuido a aumentar los trabajos de investigación educativa respecto a las actividades de escape room adaptadas a los currículos de bachillerato en la asignatura de Física y Química.
5. Con la intención de evaluar su impacto en la motivación del alumnado y en su rendimiento académico, se ha confeccionado un test de evaluación. También para conocer su opinión para diseñar más adecuadamente las actividades por si les han resultado muy dificultosas, ya que eso podría provocar frustración y obtener el resultado contrario al deseado.

Durante la puesta en práctica de este tipo de actividades puede haber dificultades, sobre todo, en los escapes room más experimentales, por falta de disponibilidad horaria, de laboratorio o de material. Además, dependerá del número de alumnos de la clase, ya que pudiera ser necesario separarlos en diferentes sesiones, lo que dificultaría aún más su realización. No obstante, en mi opinión, merece la pena apostar por este tipo de actividades innovadoras, que pueden contribuir a un antes y un después en la metodología docente, en favor de un aprendizaje más interactivo con el alumno.

8. BIBLIOGRAFÍA

8.1 Referencias bibliográficas

- Antelm, A. M., Gil, A. J., Cacheiro, M. L. y Pérez, E. (2018). Causas del fracaso escolar: un análisis desde la perspectiva del profesorado y del alumnado. *Enseñanza & Teaching*, 36(1), 129–149.
- Ausubel, D. P. (1963). *The Psychology of Meaningful Learning*. Grune and Stratton.
- Ausubel, D. P. (2000). *The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive View*. Kluwer Academic Publishers.
- Avargil, S., Shwartz, G. y Zemel, Y. (2021). Educational Escape Room: Break Dalton's Code and Escape!. *Journal of Chemical Education*, 98(7), 2313–2322.
- Barni, F., Lewis, S. W., Berti, A., Miskelly, G. M. y Lago, G. (2007). Forensic application of the luminol reaction as a presumptive test for latent blood detection. *Talanta*, 72(3), 896–913.
- Bernabeu, N. (2009). *Creatividad y aprendizaje. el juego como herramienta pedagógica*. Narcea S.A. de ediciones, pp. 54.
- Bloom B. S. (1956), Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals, New York: D. McKay Co.
- Boyd S. L. (2007). Puzzling through general chemistry: A light-hearted approach to engaging students with chemistry content, *Journal of Chemical Education*, 84(4), 619–621.
- Bruder, P. (2015). Game on: Gamification in the Classroom. *Education Digest*, 80(7), 56–60.
- Buckley, P. y Doyle, E. (2016). Gamification and student motivation. *Interactive Learning Environments*, 24(6), 1162–1175.
- Cady S. G. (2012). Elements are everywhere: A crossword puzzle. *Journal of Chemical Education*, 89(4), 524–525.
- Clapson, M. L., Gilbert, B., Mozol, V. J., Schechtel, S., Tran, J. y White, S. (2020). ChemEscape: Educational Battle Box Puzzle Activities for Engaging Outreach and Active Learning in General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 97(1), 125–131.
- Clarke S., Peel D. J., Arnab S., Morini L., Keegan H. y Wood O. (2017). EscapED: A framework for creating educational escape rooms and interactive games for higher/further education. *International Journal of Serious Games*, 4(3), 73–86.
- Colin, M. J. (2021). *Gamificación con Escape Room en Física y Química para 3º ESO. 'Estructura de la materia'*. Editorial Inclusión. [TFM, Universidad Alfonso X El Sabio].
- Colomo, E., Sánchez, E., Ruiz, J. y Sánchez J. (2020). *La tecnología como eje del cambio metodológico*. UMA Editorial.
- Consejo Económico y Social (CES). (2009). *Informe sobre Sistema Educativo y Capital Humano*. Madrid: CES
- Consejo Escolar del Estado (CEE). (2009). *Informe anual sobre el estado y situación del sistema educativo español correspondiente al curso 2007/2008*.
- Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond boredom and anxiety*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Deci, E. L. (1975). *Intrinsic motivation*. Nueva York: Plenum.
- Deci, E. L., Koestner, R. y Ryan, R. M. (2001). Extrinsic rewards and intrinsic motivation in education: Reconsidered once again. *Review of Educational Research*, 71(1), 1–27.

- Deci, E. y Ryan, R. (2004). *Handbook of Self-Determination Research*. Rochester, NY: University of Rochester Press.
- Delors, J. (1996.): “Los cuatro pilares de la educación” en “La educación encierra un tesoro”. Informe a la UNESCO de la Comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI, Madrid, España: Santillana/UNESCO. pp. 91-103.
- Deterding, S. (2011). *Gamification: toward a definition*. In: TAN, Desney; BEGOLE, Bo (Ed.). Design, ACM CHI 2011. Vancouver: [s. n.], pp. 12–15.
- Deterding, S. (2012). Gamification: designing for motivation. *Interactions*, 19(4), 14–17.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., y Nacke, L. (2011). *From Game Design Elements to Gamefulness: Defining Gamification*. Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments (pp. 9–15).
- Ferreiro-González, M., Amores-Arrocha, A., Espada-Bellido, E., Aliaño-Gonzalez, M. J., Vázquez-Espinosa, M., González-de-Peredo, A. V., Sancho-Galán, P., Álvarez-Saura, J. Á., Barbero, G. F., and Cejudo-Bastante, C. (2019). Escape Classroom: Can You Solve a Crime Using the Analytical Process? *Journal of Chemical Education*, 96(2), 267–273.
- Fullana J. (1995). *Una investigación sobre el éxito y el fracaso escolar desde la perspectiva de los factores de riesgo: implicaciones para la investigación y la práctica educativa*. [Tesis. Universitat de Girona. Departamento de Pedagogía.]
- García-Varcácel Muñoz-Repiso, A. y Basilotta Gómez-Pablos, V. (2017). Aprendizaje basado en proyectos (ABP): evaluación desde la perspectiva de alumnos de Educación Primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 35(1), 113–131.
- Garrido Macías, M., Jiménez Luque, N., Landa Sánchez, A., Páez Espinar, E. y Ruiz Barranco, M. (2013). Factores que influyen en el rendimiento académico: la motivación como papel mediador en las estrategias de aprendizaje y clima escolar. *Revista electrónica de investigación Docencia Creativa.*, 2, 17–25.
- Gartner (2011). *Maverick Research: Motivation, momentum and meaning: How Gamification can inspire engagement*. United Kingdom: Gartner Research.
- González, S. (2019). *La gamificación en el aula para la enseñanza-aprendizaje de la Física y la Química en la Educación Secundaria Obligatoria: una propuesta didáctica basada en el “Escape-Room”*. [TFM, Universidad de Valladolid, Tutora: Elena Charro]
- Hake, R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: a six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74.
- Hanson, R. M. (2002). What’s in a Name?. *Journal of Chemical Education*, 79(11), 1380.
- Hänze, M. y Berger, R. (2007). Cooperative learning, motivational effects, and student characteristics: An experimental study comparing cooperative learning and direct instruction in 12th grade physics classes. *Learning and Instruction*, 17(1), 29–41.
- Howard-Jones, P. A., Jay, T., Mason, A. y Jones, H. (2016). Gamification of Learning Deactivates the Default Mode Network. *Frontiers in Psychology*, 6(1891).
- INE. (2022). *Estadísticas de educación*. Instituto Nacional de Estadística.
- Joag S. D. (2014). An effective method of introducing the Periodic Table as a crossword puzzle at the high school level, *Journal of Chemical Education*, 91(6), 864–867.
- Kapp, K. M. (2012) *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. John Wiley & Sons.
- Lamas, H. (2015). Sobre el rendimiento escolar. *Propósitos y representaciones*, 3(1), 313–386.

- Lathwesen, C. y Belova, N. (2021). Escape Rooms in STEM Teaching and Learning-Prospective Field or Declining Trend? A Literature Review. *Education Science*, 11(6), 308–322.
- Lens, W. (1998). El rol de la perspectiva de tiempo futuro en la motivación estudiantil. *Ulima*, 0(001), 67–94.
- Lepper, M. R. y Hodell, M. (1989). *Intrinsic motivation in the classroom*. In C. Ames & R. Ames (Eds.), *Research on motivation in education* (Vol. 3, pp. 73–105). New York: Academic Press.
- Lepper, M. R., Corpus, J. H. y Iyengar, S. S. (2005). Intrinsic and extrinsic motivational orientations in the classroom: Age differences and academic correlates. *Journal of Educational Psychology*, 97(2), 184–196.
- Lozano, A. (2003). Factores personales, familiares y académicos que afectan al fracaso escolar en la Educación Secundaria. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 1(1), 43–66.
- Marbá-Tallada, A. y Márquez, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 19–30.
- Marczewski, A. (2013). *Gamification: A Simple Introduction and a Bit More*. E-Book.
- Marczewski, A. (2018). *Gamification. Even Ninja Monkeys Like to Play*. Gamified UK: Unicorn Edition.
- Martínez-Navarro, G. (2017). Tecnologías y nuevas tendencias en educación: aprender jugando. El caso de Kahoot. *Opción*, 33(83), 252–277.
- Méndez-Coca, D. (2015). Estudio de las motivaciones de los estudiantes de secundaria de física y química y la influencia de las metodologías de enseñanza en su interés. *Educación XX1*, 18(2), 215–235.
- Morales, N. (2020). *Enseñanza-aprendizaje de la Física y la Química mediante el juego: propuesta didáctica basada en un Escape room*. [TFM, Universidad de Granada, Tutor: Alicia Fernández].
- Most C. (1993). General chemistry crossword puzzle. *Journal of Chemical Education*, 70(12), 1039–1040.
- Navarro-Mateos, C., Pérez-López, I. J. y Femia-Marzo, P. (2021). La gamificación en el ámbito educativo español: revisión sistemática. *Retos*, 42, 507–516.
- Nicholson, S. (2015). *A RECIPE for Meaningful Gamification*. To be published in Wood, L & Reiners, T., eds. *Gamification in Education and Business*, New York: Springer.
- Nicholson, S. (2015). *Peeking behind the locked door: A survey of escape room facilities*. <http://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf>
- Ordás, A. (2018). *Gamificación en bibliotecas: El juego como inspiración*. Barcelona: UOC.
- Palomo, A. (2019). *Escape Room en el aula: Aprender a través del desafío*. *Campus educación revista digital docente*. <https://www.campuseducacion.com/blog/revista-digital-docente/escape-room-en-el-aula-aprender-a-traves-del-desafio/>
- Pekrun, R. (1992). The Impact of Emotions on Learning and Achievement: Towards a Theory of Cognitive/Motivational Mediators. *Applied Psychology: An International Review*, 41(4), 359–376.
- Peleg, R., Yayon, M., Katchevich, D., Moria-Shipony, M. y Blonder R. (2019). A Lab-Based Chemical Escape Room: Educational, Mobile, and Fun!. *Journal of Chemical Education*, 96(5), 955–960.
- Pintrich, P. y Schunk, D. (2006). *Motivación en contextos educativos: Teoría, investigación y aplicaciones* (2a ed). Madrid: Person Educación.
- PISA. (2018). *Informe PISA*.
- Quintanal Pérez, F. (2016). Gamificación y la Física-Química de Secundaria. *Education in the Knowledge Society*, 17(3), 13–28.

- Rau, M. A. Kennedy, K. Oxtoby, L. Bollom, M. y Moore, J. W. (2017). Unpacking 'Active Learning': A Combination of Flipped Classroom and Collaboration Support Is More Effective but Collaboration Support Alone Is Not. *Journal of Chemical Education*, 94(10), 1406–1414.
- Rodríguez Sánchez, M. (2011). Metodologías docentes en el EEES: de la clase magistral al portafolio. *Tendencias Pedagógicas*, 17, 83–103.
- Rodríguez, S., Núñez, José C., Valle, A., Blas, R., y Rosario, P. (2009). Auto-eficacia Docente, Motivación del Profesor y Estrategias de Enseñanza. *Escritos de Psicología*, 3(1), 1–7.
- Romero, E. y Hernández, M. (2019). Análisis de las causas endógenas y exógenas del abandono escolar temprano: una investigación cualitativa. *Educación XX1*, 22(1), 263–293.
- Rosales, P., Díaz, L. R., Tejedor, A. R., Conde, M. M., y Ramirez, J. (2022). *Design and Implementation of an Escape Room About the Discovery of the Periodic Table*. In Rivera-Trigueros, I., López-Alcarria, A., Ruiz-Padillo, D., Olvera-Lobo, M. y J. Gutiérrez-Pérez (Ed.), *Handbook of Research on Using Disruptive Methodologies and Game-Based Learning to Foster Transversal Skills* (pp. 397–422). IGI Global.
- Russell, J. V. (1999). Using Games To Teach Chemistry: An Annotated Bibliography. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 481–484.
- Sánchez, F. (2014). *Estrategia de motivación en educación primaria*. [Trabajo de fin de grado, Universidad de Valladolid.]
- Schunk, D. (2012). *Teorías del aprendizaje. Una perspectiva educativa*. México D.F.: Editorial Pearson.
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 67, 53–61.
- Solbes, J., Montserrat, R., y Furió Más, C. (2007). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 21, 91–117.
- Tajuelo, L. (2019). "Escape Classroom" en Educación Secundaria. [TFM, Universidad Politécnica de Madrid, Tutor: Gabriel Pinto]
- Tajuelo, L. y Pinto G. (2021). Un ejemplo de actividad de escape room sobre física y química en educación secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), 2205–2217.
- Taraldsen, L. H., Haara, F. O., Lysne, M. S., Jensen, P. R. y Jenssen E. S. (2020). A review on use of escape rooms in education – touching the void. *Education inquiry*, 13(2), 169–184.
- Torres Mattos P. de Souza, R, y Kasseboehmer, A. C. (2022). The Thalidomide Mystery: A Digital Escape Room Using Genially and WhatsApp for High School Students. *Journal of Chemical Education*, 99(2), 1132–1139.
- Uzcátegui, Y. y Betancourt, C. (2013). La metodología indagatoria en la enseñanza de las ciencias: una revisión de su creciente implementación a nivel de Educación Básica y Media. *Revista de Investigación*, 37(78), 109–127.
- Valsiner, J. (1994). *The Vygotsky reader*. Edited by René Van der Veer. Oxford: Blackwell.
- Vergne, M. J., Simmons, J. D. y Bowen, R. S. (2019). Escape the Lab: An Interactive Escape-Room Game as a Laboratory Experiment. *Journal of Chemical Education*, 96(5), 985–981.
- Watermeier, D. y Salzameda, B. (2019) Escaping Boredom in First Semester General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 96(5), 961–964.
- Werbach, K. y Hunter, D. (2012). *For the win: how game thin-king can revolutionize your business*. Philadelphia: Wharton Digital Press.
- Werbach, K. y Hunter, D. (2014). *Gamificación*. Madrid, España: Pearson Educación.

9. ANEXOS

ANEXO 1. TABLA 3: CONTENIDOS, CRITERIOS DE EVALUACIÓN, ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE Y CC DE LA ASIGNATURA DE FÍSICA Y QUÍMICA DE 1º BACHILLERATO INVOLUCRADOS EN LOS ESCAPES ROOM.

CONTENIDOS INVOLUCRADOS EN AMBOS ESCAPE ROOM				
	CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES	CC
BLOQUE 1. La Actividad Científica.	1. Sistema Internacional de Unidades. Transformación de unidades. Dimensiones. Análisis dimensional.	1. Elaborar estrategias de resolución de problemas y diseños experimentales y análisis de los resultados.	1.1. Efectúa el análisis dimensional de las ecuaciones que relacionan las diferentes magnitudes en un proceso físico o químico.	CMCT CPAA CD CCL
	2. Notación científica. Uso de cifras significativas.	2. Utilizar la notación científica.	2.1. Resuelve ejercicios numéricos expresando el valor de las magnitudes empleando la notación científica y contextualiza los resultados.	
	3. Las representaciones gráficas en Física y Química.	3. Elaborar estrategias de resolución de problemas y diseños experimentales y análisis de los resultados.	3.1. Elabora e interpreta representaciones gráficas de diferentes procesos físicos y químicos a partir de los datos obtenidos en experiencias de laboratorio o virtuales y relaciona los resultados obtenidos con las ecuaciones que representan las leyes y principios subyacentes.	
	4. Tecnologías de la Información y la Comunicación en el trabajo científico. Animaciones y aplicaciones virtuales interactivas. 5. Proyecto de investigación. Elementos de un Proyecto.	4. Conocer, utilizar y aplicar las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el estudio de los fenómenos físicos y químicos.	4.1. A partir de un texto científico, extrae e interpreta la información, argumenta con rigor y precisión utilizando la terminología adecuada. 4.2. Establece los elementos esenciales para el diseño, la elaboración y defensa de un proyecto, vinculado con la Física o la Química, utilizando preferentemente las TICs.	CMCT CD CCL CPAA SIE
BLOQUE 3. Reacciones Químicas.	1. Concepto de reacción química y ecuación química. Estequiometría de las reacciones. Ajuste de ecuaciones químicas. 2. Tipos de reacciones químicas más frecuentes.	1. Formular y nombrar correctamente las sustancias que intervienen en una reacción química dada y ajustar la reacción.	1.1. Escribe y ajusta ecuaciones químicas sencillas de distinto tipo (neutralización, oxidación, combustión, síntesis) y de interés bioquímico o industrial.	CMCT CPAA CCL
	3. Cálculos estequiométricos con relación masa-masa, volumen-volumen en gases y con relación masa-volumen; en condiciones normales y no normales de presión y temperatura.	2. Interpretar las reacciones químicas y resolver problemas.	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. 2.2. Realiza cálculos estequiométricos.	

ESCAPE ROOM 1. ABARCA CONTENIDOS DE LOS BLOQUES 1, 2 Y 3, 6 y 7 DE LA LEGISLACIÓN				
	CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES	CC
BLOQUE 1. La Actividad Científica.	1. El método científico. Estrategias necesarias en la actividad científica.	1. Reconocer y utilizar las estrategias básicas de la actividad científica como: plantear hipótesis, proponer modelos y análisis de los resultados.	1.1. Aplica habilidades necesarias para la investigación científica, planteando preguntas, identificando problemas, recogiendo datos, diseñando estrategias de resolución de problemas utilizando modelos y leyes, revisando el proceso y obteniendo conclusiones.	CCL CMCT CPAA CSC SIE
BLOQUE 2. Aspectos Cuantitativos de la Química.	1. Composición centesimal y fórmula de un compuesto. Determinación de fórmulas empíricas y moleculares.	1. Aplicar la ecuación de los gases ideales para calcular masas moleculares y determinar fórmulas moleculares.	1.1. Relaciona la fórmula empírica y molecular de un compuesto con su composición centesimal.	CCL CMCT CPAA
	2. Disoluciones: formas de expresar la concentración, preparación.	1. Realizar los cálculos necesarios para la preparación de disoluciones de una concentración dada y expresarla en cualquiera de las formas establecidas-	1.1. Expresa la concentración de una disolución en g/L, mol/L, % en peso y % en volumen. 1.2. Describe el procedimiento de preparación en el laboratorio de disoluciones de una concentración determinada y realiza los cálculos necesarios, tanto para el caso de solutos en estado sólido como a partir de otra de concentración conocida.	
	3. Propiedades coligativas. Variaciones en los puntos de fusión y ebullición.	2. Explicar la variación de las propiedades coligativas entre una disolución y el disolvente puro.	2.1. Interpreta la variación de las temperaturas de fusión y ebullición de un líquido al que se le añade un soluto relacionándolo con algún proceso de interés en nuestro entorno.	
BLOQUE 6: Cinemática	1. Movimientos rectilíneos. Tipos. Magnitudes: Velocidad media e instantánea. Aceleración media e instantánea. Ecuaciones.	1. Reconocer las ecuaciones de los movimientos rectilíneo y aplicarlas a situaciones concretas.	1.1. Resuelve ejercicios prácticos de cinemática en dos dimensiones (movimiento de un cuerpo en un plano), aplicando las ecuaciones de movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (M.R.U.A.).	CCL CMCT CPAA
BLOQUE 7: Dinámica	1. Fuerzas elásticas. Ley de Hooke. Dinámica del M.A.S. Movimiento horizontal y vertical de un muelle elástico.	1. Reconocer las fuerzas elásticas en situaciones cotidianas, calcular su valor y describir sus efectos relacionándolos con la dinámica del M.A.S.	1.1. Determina experimentalmente la constante elástica de un resorte aplicando la ley de Hooke y calcula la frecuencia con la que oscila una masa conocida unida a un extremo del citado resorte.	CCL CMCT CPAA

ESCAPE ROOM 2. ABARCA CONTENIDOS DE BLOQUE 1,2, 3, 4 Y 5 DE LA LEGISLACIÓN

	CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES	CC
BLOQUE 2. Aspectos Cuantitativos de la Química.	1. Gases ideales. Ecuación de estado de los gases ideales. Presiones parciales.	1. Utilizar la ecuación de estado de los gases ideales para establecer relaciones entre la presión, volumen y la temperatura.	1.1. Determina las magnitudes que definen el estado de un gas aplicando la ecuación de estado de los gases ideales. 1.2. Determina presiones totales y parciales de los gases de una mezcla relacionando la presión total de un sistema con la fracción molar y la ecuación de estado de los gases ideales.	CMCT CCL CPAA
	2. Composición centesimal y fórmula de un compuesto. Determinación de fórmulas empíricas y moleculares.	2. Aplicar la ecuación de los gases ideales para calcular masas moleculares y determinar fórmulas moleculares.	2.1. Relaciona la fórmula empírica y molecular de un compuesto con su composición centesimal.	
BLOQUE 3. Reacciones Químicas.	1. Reactivo limitante y rendimiento en una reacción.	1. Resolver problemas en los que intervengan reactivos limitantes, reactivos impuros y cuyo rendimiento no sea completo.	1.1. 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. 1.2. Considera el rendimiento de una reacción en la realización de cálculos estequiométricos.	CMCT CCL
BLOQUE 4. Transformaciones energéticas y espontaneidad de las reacciones químicas	1. La energía en las reacciones químicas. Calor de reacción. Entalpía. Diagramas entálpicos.	1. Interpretar ecuaciones termoquímicas y distinguir entre reacciones endotérmicas y exotérmicas.	1.1. Expresa las reacciones mediante ecuaciones termoquímicas dibujando e interpretando los diagramas entálpicos asociados.	CMCT CPAA CD CCL
	2. Segundo principio de la termodinámica. Entropía. Variación de entropía en una reacción.	2. Dar respuesta a cuestiones conceptuales sencillas sobre el 2º ppio. de la termodinámica en relación a los procesos espontáneos.	2.1. Predice la variación de entropía en una reacción química dependiendo de la molecularidad y estado de los compuestos que intervienen.	
	3. Procesos espontáneos y no espontáneos. Factores que intervienen en la espontaneidad de una reacción química. Energía de Gibbs.	3. Predecir, de forma cualitativa, la espontaneidad de un proceso químico en determinadas condiciones a partir de la energía de Gibbs.	3.1. Identifica la energía de Gibbs con la magnitud que informa sobre la espontaneidad de una reacción química. 3.2. Justifica la espontaneidad de una reacción química en función de los factores entálpicos, entrópicos y de la T.	
	4. Reacciones de combustión.	4. Distinguir los procesos reversibles e irreversibles y su relación con la entropía y el segundo principio de la termodinámica.	4.1. Relaciona el concepto de entropía con la espontaneidad de los procesos irreversibles.	

ESCAPE ROOM 2. ABARCA CONTENIDOS DE BLOQUE 1,2, 3, 4 Y 5 DE LA LEGISLACIÓN				
	CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES	CC
BLOQUE 5. Química del Carbono.	1. Compuestos de carbono: Grupos funcionales y funciones orgánicas. Clasificación de los compuestos orgánicos. Hidrocarburos, compuestos nitrogenados y oxigenados. 2. Formulación y nomenclatura IUPAC de los compuestos del carbono.	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.	2.1. Formula y nombra según las normas IUPAC: hidrocarburos de cadena abierta y cerrada y derivados aromáticos. 2.2. Formula y nombra según las normas de la IUPAC: compuestos orgánicos sencillos con una función oxigenada o nitrogenada.	CMCT CCL CPAA
	3. Isomería. Tipos.	3. Representar los diferentes tipos de isomería.	3.1. Representa los diferentes isómeros de un compuesto orgánico.	
	4. Tipos de reacciones orgánicas más frecuentes.	4. Valorar el papel de la química del carbono en nuestras vidas.	4.1. Justifica la importancia de la química del carbono y su incidencia en la calidad de vida. 4.2. Relaciona las reacciones de condensación y combustión con procesos que ocurren a nivel biológico.	

ANEXO 2. TABLA 4. CONOCIMIENTOS PREVIOS DE ESO DE RELEVANCIA INVOLUCRADOS EN EL ESCAPE ROOM 1 QUE NO APARECEN EN EL CURRÍCULO DE 1º BACHILLERATO

CONOCIMIENTOS PREVIOS DE ESO DE RELEVANCIA INVOLUCRADOS EN EL ESCAPE ROOM 1				
	CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES	CC
2º Y 3º ESO BLOQUE 1. La actividad científica.	1. El trabajo en el laboratorio.	1. Reconocer los materiales e instrumentos presentes en los laboratorios de Física y de Química. 2. Conocer, y respetar las normas de seguridad en el laboratorio y de eliminación de residuos para la protección del medioambiente.	1.1. Reconoce e identifica los símbolos más frecuentes utilizados en el etiquetado de productos químicos e instalaciones, interpretando su significado. 2.1. Identifica material e instrumentos básicos de laboratorio y conoce su forma de utilización para la realización de experiencias, respetando las normas de seguridad e identificando actitudes y medidas de actuación preventivas.	CMCT CCL CSC CPAA SIE

CONOCIMIENTOS PREVIOS DE ESO DE RELEVANCIA INVOLUCRADOS EN EL ESCAPE ROOM 1				
	CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES	CC
2º ESO BLOQUE 2. La materia	1. Propiedades de la materia.	1. Reconocer las propiedades generales y características específicas de la materia y relacionarlas con su naturaleza y sus aplicaciones.	1.1. Distingue entre propiedades generales y propiedades características de la materia, utilizando estas últimas para la caracterización de sustancias. 1.2. Describe la determinación experimental del volumen y de la masa de un sólido y calcula su densidad.	CMCT CCL CSC CPAA SIE
	2. Estados de agregación. Cambios de estado. Modelo cinético-molecular.	2. Justificar las propiedades de los diferentes estados de agregación de la materia y sus cambios de estado, a través del modelo cinético-molecular.	2.1. Justifica que una sustancia puede presentarse en distintos estados de agregación dependiendo de las condiciones de presión y temperatura en las que se encuentre. 2.2. Deducir a partir de las gráficas de calentamiento de una sustancia sus puntos de fusión y ebullición, y la identifica utilizando las tablas de datos necesarias.	
	3. Sustancias puras y mezclas. Mezclas de especial interés: disoluciones, aleaciones y coloides.	3. Identificar sistemas materiales como sustancias puras o mezclas (homogéneas y heterogéneas) y valorar la importancia y las aplicaciones de mezclas de especial interés.	3.1. Distingue y clasifica sistemas materiales de uso cotidiano en sustancias puras y mezclas, especificando en este último caso si se trata de mezclas homogéneas, heterogéneas o coloides. 3.2. Identifica el disolvente y el soluto al analizar la composición de mezclas homogéneas de especial interés.	
	4. Métodos de separación de mezclas homogéneas y heterogéneas	4. Proponer métodos de separación de los componentes de una mezcla homogénea y heterogénea.	4.1. Diseña métodos de separación de mezclas según las propiedades características de las sustancias que las componen, describiendo el material de laboratorio adecuado.	
4º ESO BLOQUE 5. Los cambios	1. Características de los ácidos y las bases. Indicadores para averiguar el pH. Neutralización ácido-base.	1.1. Identificar ácidos y bases, conocer su comportamiento químico y medir su fortaleza utilizando indicadores y el pH-metro digital. 1.2. Realizar experiencias de laboratorio en las que tengan lugar reacciones de neutralización, interpretando los fenómenos observados.	1.1. Establece el carácter ácido, básico o neutro de una disolución utilizando la escala de pH. 1.2. Diseña y describe el procedimiento de realización una volumetría de neutralización entre un ácido fuerte y una base fuertes, interpretando los resultados.	CMCT CCL CPAA SIE CSC

ANEXO 3. TABLA 5. RÚBRICA DE EVALUACIÓN ALUMNOS PARA EL ESCAPE ROOM 1: TRABAJO PARA CASA

INDICADORES	GRADO DE DESEMPEÑO EXCELENTE	GRADO DE DESEMPEÑO ALTO	GRADO DE DESEMPEÑO SUFICIENTE	GRADO DE DESEMPEÑO INSUFICIENTE
REDACCIÓN DEL INFORME CIENTÍFICO (5%)	Redacta perfectamente el informe y preguntas, atendiendo a la gramática, ortografía y puntuación, con una presentación limpia y ordenada y se expresa en un lenguaje escrito cualificado. La narración y final de la historia concuerda con las pruebas experimentales. Lo entrega en el tiempo indicado.	Redacta el informe y preguntas, atendiendo a la gramática, cometiendo algún pequeño error de ortografía y puntuación, con una presentación limpia y ordenada y se expresa en un lenguaje escrito bastante cualificado. La narración y final de la historia concuerda bastante bien con las pruebas experimentales. Lo entrega en el tiempo indicado.	Redacta el informe y preguntas, atendiendo a la gramática, pero cometiendo faltas de ortografía y puntuación, con una presentación algo desordenada y se expresa en un lenguaje escrito poco cualificado. La narración y final de la historia concuerda en parte con las pruebas experimentales. Lo entrega en el tiempo indicado.	Redacta el informe de manera deficiente, apenas contesta a las preguntas, y comete bastantes faltas de ortografía y puntuación, con una presentación desordenada y se expresa en un lenguaje escrito poco cualificado. La narración y final de la historia no concuerda con los datos experimentales. No lo entrega en el tiempo indicado.
USO DE LAS TICs (10%)	Busca, extrae e identifica la información que se le pide existente en las TICs con contenido fiable y recomendada, y presenta el informe del proyecto empleando las TICs con el software más apropiado y con buena presentación.	Busca, extrae e identifica la información que se le pide existente en las TICs en páginas poco fiables, y presenta el informe del proyecto empleando las TICs con el software más apropiado y con buena presentación.	No consigue encontrar la información que se le pide en las TICs, pero presenta el informe del proyecto empleando las TICs con el software más apropiado.	No consigue encontrar la información que se le pide en las TICs, y presenta parte del informe del proyecto en papel.
MAGNITUDES, UNIDADES, FACTORES DE CONVERSIÓN Y NOTACIÓN CIENTÍFICA (10%)	Asigna a cada magnitud su unidad, efectúa los cambios de unidades empleando factores de conversión y realiza la conversión entre la forma decimal y la notación científica correctamente. Utiliza cifras significativas.	Asigna a todas las magnitudes su unidad, comete algún error en los cambios de unidades empleando factores de conversión y realiza la conversión entre la forma decimal y la notación científica correctamente. No tiene en cuenta las cifras significativas.	Asigna algunas magnitudes su unidad, efectúa de manera incorrecta los cambios de unidades empleando factores de conversión y realiza la conversión entre la forma decimal y la notación científica correctamente. No tiene en cuenta las cifras significativas.	No asigna a cada magnitud su unidad, efectúa los cambios de unidades empleando factores de conversión y la conversión entre la forma decimal y la notación científica de manera incorrecta. No tiene en cuenta las cifras significativas.
DETERMINACIÓN DENSIDAD. ESTADOS DE AGREGACIÓN Y SUS CAMBIOS (5%)	Conoce las propiedades de la materia y las magnitudes para su caracterización, determina perfectamente la densidad de líquidos, y maneja correctamente los conceptos de cambio de estado.	Conoce las propiedades de la materia y las magnitudes para su caracterización, determina la densidad de líquidos y disoluciones con algún error, y maneja los conceptos de cambio de estado.	Conoce las propiedades de la materia y las magnitudes para su caracterización, no sabe determinar la densidad de líquidos y disoluciones, y presenta lagunas en los conceptos de cambio de estado.	Desconoce las propiedades de la materia y las magnitudes para su caracterización, no sabe determinar la densidad de líquidos y disoluciones, y no maneja los conceptos de cambio de estado.
PREPARACIÓN DE DISOLUCIONES Y CÁLCULOS (20%)	Diferencia perfectamente las sustancias puras de mezclas, y estas en homogéneas y heterogéneas. Sabe expresar la concentración de una disolución de diferentes formas y conoce el material necesario para	Diferencia perfectamente las sustancias puras de mezclas, y estas en homogéneas y heterogéneas. Tiene dificultades en alguna forma para expresar la concentración de una disolución, pero conoce el material	Diferencia perfectamente las sustancias puras de mezclas, y estas en homogéneas y heterogéneas. No sabe expresar la concentración de una disolución de diferentes formas y presenta algún fallo en el material	Tiene dificultades para diferenciar entre mezclas homogéneas de heterogéneas. No sabe calcular la concentración de una disolución y apenas conoce el material necesario y el procedimiento experimental.

INDICADORES	GRADO DE DESEMPEÑO EXCELENTE	GRADO DE DESEMPEÑO ALTO	GRADO DE DESEMPEÑO SUFICIENTE	GRADO DE DESEMPEÑO INSUFICIENTE
	prepararla y su procedimiento experimental.	necesario y el procedimiento experimental.	necesario y el procedimiento experimental,	
PROPIEDADES COLIGATIVAS Y DETERMINACIÓN DE FÓRMULAS EMPÍRICAS (10%)	Determina correctamente la fórmula empírica y la fórmula molecular a partir de la composición centesimal y la masa molar. Sabe que, a partir de las propiedades coligativas, como el descenso crioscópico, se puede determinar la masa molar de una sustancia.	Determina correctamente la fórmula empírica y la fórmula molecular a partir de la composición centesimal y la masa molar. Sabe que, a partir de las propiedades coligativas, como el descenso crioscópico, se puede determinar la masa molar de una sustancia.	Determina la fórmula empírica a partir de la composición centesimal. No sabe que, a partir de las propiedades coligativas, como el descenso crioscópico, se puede determinar la masa molar de una sustancia.	No sabe determinar fórmulas empíricas ni fórmulas moleculares. Tampoco cómo calcular la masa molar a partir del descenso crioscópico de una mezcla.
DISEÑO MÉTODOS DE SEPARACIÓN MEZCLAS (15%): 5% CROMATOGRAFÍA Y 10% DESTILACIÓN	Propone y conoce perfectamente métodos de separación de mezclas según las propiedades características de las sustancias que las componen, describe el material de laboratorio necesario y los pasos del procedimiento experimental.	Propone y conoce métodos de separación de mezclas según las propiedades características de las sustancias que las componen, describe la mayor parte del material de laboratorio necesario y los pasos del procedimiento experimental	Propone inadecuadamente, pero conoce métodos de separación de mezclas según las propiedades características de las sustancias que las componen, describe parte del material de laboratorio necesario y desordenadamente los pasos del procedimiento experimental.	No conoce los métodos de separación de mezclas según las propiedades características de las sustancias que las componen, describe parte del material de laboratorio necesario y muy desordenadamente los pasos del procedimiento experimental.
VALORACIÓN: PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL Y CÁLCULOS (15%)	Diseña el procedimiento experimental y conoce perfectamente el material de laboratorio necesario para realizar una valoración, escribe correctamente la reacción ácido-base ajustada y realiza correctamente los cálculos.	No sabe diseñar el procedimiento experimental, pero conoce el material de laboratorio necesario para realizar una valoración, escribe correctamente la reacción ajustada y realiza correctamente los cálculos.	No sabe diseñar el procedimiento experimental y tampoco conoce todo el material de laboratorio necesario para realizar una valoración, escribe correctamente la reacción ajustada y tiene comete errores al realizar los cálculos.	No sabe diseñar el procedimiento experimental y tampoco conoce todo el material de laboratorio necesario para realizar una valoración, no escribe correctamente la reacción ajustada y no sabe realizar los cálculos.
CINEMÁTICA Y DINÁMICA (10%)	Emplea vectores para expresar las expresiones matemáticas de movimiento y fuerza Conoce perfectamente la ley de Hooke. Indica las expresiones bien y realiza los cálculos correctamente.	No emplea vectores para expresar las expresiones matemáticas de movimiento y fuerza Conoce perfectamente la ley de Hooke. Indica las expresiones bien y realiza los cálculos correctamente.	No emplea vectores para expresar las expresiones matemáticas de movimiento y fuerza Conoce la ley de Hooke. Indica las expresiones con algún errorcillo y comete errores en el cálculo.	No emplea vectores para expresar las expresiones matemáticas de movimiento y fuerza No conoce la ley de Hooke. No realiza los cálculos que se le piden o lo hace mal y no indica las fórmulas.

ANEXO 4. TABLA 6. RÚBRICA DE EVALUACIÓN ALUMNOS PARA EL ESCAPE ROOM 2: TRABAJO PARA CASA

Se emplearán los 3 primeros indicadores que se describen en el ANEXO 3 cada uno con un 5% además de los siguientes:

INDICADORES	GRADO DE DESEMPEÑO EXCELENTE	GRADO DE DESEMPEÑO ALTO	GRADO DE DESEMPEÑO SUFICIENTE	GRADO DE DESEMPEÑO INSUFICIENTE
FORMULACIÓN ORGÁNICA (25%)	Formula y nombra según las normas IUPAC perfectamente sin ningún error.	Formula y nombra según las normas IUPAC con algún error de menor importancia.	Identifica los grupos funcionales y sus terminaciones, así como radicales, pero no numera correctamente la cadena principal o comete errores en su elección en algún caso.	No identifica la cadena principal y apenas reconoce los grupos funcionales.
ISOMERÍA (15%)	Distingue perfectamente el tipo de isomería existente entre dos compuestos orgánicos, ya sea estructural, geométrica u óptica.	Distingue el tipo de isomería existente entre dos compuestos orgánicos, ya sea estructural o geométrica, pero se lía un poco cuando es óptica.	Distingue el tipo de isomería existente entre dos compuestos orgánicos solamente cuando es estructural y no en todos los casos.	La mayor parte de las veces no distingue el tipo de isomería existente entre dos compuestos orgánicos.
DETERMINACIÓN DE FÓRMULAS EMPÍRICAS Y MOLECULARES (10%)	Determina perfectamente la fórmula empírica y molecular a partir de la composición centesimal y la masa molar.	Determina la fórmula empírica y molecular a partir de la composición centesimal y la masa molar con algún error de cálculo.	No llega a determinar la fórmula empírica y molecular a partir de la composición centesimal pero el planteamiento está bastante bien enforcado.	No llega a determinar la fórmula empírica ni molecular y el planteamiento es un desastre.
AJUSTE REACCIONES Y CALCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS (10%)	Ajusta de manera correcta las reacciones químicas, efectúa cálculos estequiométricos en presencia de un reactivo limitante y determina el rendimiento de la reacción.	Ajusta de manera correcta las reacciones químicas, efectúa cálculos estequiométricos en presencia de un reactivo limitante y determina el rendimiento de la reacción con algún error de cálculo o confusión.	Ajusta de manera correcta las reacciones químicas, efectúa cálculos estequiométricos sencillos, pero no tiene en cuenta la presencia de un reactivo limitante o se equivoca al determinarlo. No sabe calcular el rendimiento de una reacción.	Se equivoca en el ajuste de la reacción química, y los cálculos estequiométricos además están mal planteados. No sabe calcular el rendimiento de una reacción.
TERMOQUÍMICA (10%)	Distingue entre reacciones endotérmicas y exotérmicas. Dibuja diagramas entálpicos correctamente. También distingue entre procesos reversibles e irreversibles como las reacciones de combustión. Justifica y predice la espontaneidad de una reacción química.	Distingue entre reacciones endotérmicas y exotérmicas. Dibuja diagramas entálpicos correctamente. También distingue entre procesos reversibles e irreversibles como las reacciones de combustión. No justifica ni predice del todo bien la espontaneidad de una reacción química.	Distingue entre reacciones endotérmicas y exotérmicas. Los diagramas entálpicos están incompletos. Distingue entre procesos reversibles e irreversibles como las reacciones de combustión. No justifica ni predice bien la espontaneidad de una reacción química.	No distingue entre reacciones endotérmicas y exotérmicas. Los diagramas entálpicos están mal dibujados y sin variables. Distingue entre procesos reversibles e irreversibles como las reacciones de combustión. No justifica ni predice la espontaneidad de una reacción química.
INFORME PRÁCTICA DE LABORATORIO (15%)	El informe contiene el procedimiento experimental, los resultados obtenidos, todos los cálculos realizados y las cuestiones completadas con una redacción científica impecable y rigurosa.	El informe contiene el procedimiento experimental, los resultados obtenidos, los cálculos realizados con algún error de menor importancia y las cuestiones con alguna pequeña deficiencia.	El informe contiene el procedimiento experimental, los resultados obtenidos, los cálculos mal realizados y alguna de las cuestiones sin completar.	El informe contiene el procedimiento experimental con deficiencias, los resultados obtenidos, los cálculos mal realizados y bastantes cuestiones sin completar.

ANEXO 5. LISTA DE COTEJO PARA EVALUAR EL TRABAJO GRUPAL PRESENCIAL DEL ESCAPE ROOM Y DE LABORATORIO. *Elaboración propia.*

Evaluación del escape room: actividad grupal

Alumno: _____ Grupo: _____

A: perfecto, completado

B: regular, de forma parcial

C: insuficiente, inacabado

Indicadores	A	B	C	Observaciones
1. Atiende las explicaciones del profesor.				
2. Comprende y respeta las normas del juego.				
3. Colabora activamente en el grupo.				
4. Considera las opiniones de sus compañeros.				
5. Proporciona ayuda a sus compañeros si alguno tiene alguna duda.				
6. Respeta los turnos de palabra y espera que su compañero o profesor terminen de hablar.				
7. Muestra interés por el juego.				
8. Motiva a sus compañeros a participar en la actividad.				
9. Muestra iniciativa para comenzar las tareas.				
10. Maneja los conceptos de grupo funcional y serie homóloga, y formula y nombra correctamente.				
11. Conoce los tipos de isomería e identifica el tipo de isomería existente entre dos compuestos orgánicos.				
12. Sabe calcular la fórmula empírica y fórmula molecular a partir de la composición centesimal y la masa molar.				
13. Ajusta correctamente una reacción química y maneja los conceptos de reactivo limitante y en exceso.				
14. Emplea factores de conversión para los cálculos y expresa el resultado en notación científica con las cifras significativas adecuadas y las unidades correspondientes.				

NOTA: La lista de cotejo se empleará para ambos Escape room. Para el **Escape room 1**, se evaluarán **indicadores del 1 al 9, 12, 13 y 14**. Para el **Escape room 2** se evaluarán **todos los indicadores propuestos**.

Evaluación del trabajo en el laboratorio

Alumno: _____

A: perfecto, completado

B: regular, de forma parcial

C: insuficiente, inacabado

Indicadores	A	B	C	Observaciones
1. Conoce los pictogramas de seguridad y las normas de laboratorio.				
2. Respeta las normas de laboratorio y seguridad.				
3. Identifica material e instrumentos básicos de laboratorio.				
4. Mantiene limpio el material y la zona de trabajo: balanzas, mesa y material empleado.				
5. Escucha al profesor atentamente cuando explica o da pautas de la práctica.				
6. Lee las indicaciones del guion otorgado con detenimiento antes de comenzar.				
7. Sigue la receta de preparación tal como viene descrita o se ha explicado.				
8. Utiliza el material correctamente.				
9. En caso de incidencia avisa de inmediato al profesor.				
10. Consigue terminar la práctica o prácticas adecuadamente, realizando los ensayos posteriores.				
11. Determina adecuadamente cuál es la llave que abre el cofre con la ley de Hooke empleando el montaje dado.				
12. Realiza la TLC de acuerdo a las indicaciones y deduce cuál es bolígrafo con el que se escribió la nota.				
13. Conoce el material necesario para preparar una disolución (matraz aforado) y diseña y efectúa el procedimiento adecuadamente.				
14. Diseña el procedimiento y conoce el material necesario para realizar una valoración. Enrasa la bureta correctamente y obtiene un valor reproducible y parecido al que debería en la valoración.				
15. Realiza el montaje de la destilación adecuadamente y avisa al profesor antes de iniciarla para que compruebe que está todo correcto.				

Nota: Esta lista de cotejo se empleará para evaluar toda la actividad práctica de los escapes room. Para el **Escape room 1** se evaluarán **todos los indicadores descritos**. Para el **escape room 2** se evaluarán los indicadores del 1 al 10 de la tabla.

ANEXO 6. NORMAS DE LABORATORIO Y PICTOGRAMAS DE SEGURIDAD. *Elaboración propia.*

El trabajo en el laboratorio químico entraña unos riesgos asociados a la manipulación de sustancias y material, en caso de incidente avisar inmediatamente al profesor.

Personales

- 1) Obligatorio el uso permanente de:



como medidas elementales de seguridad, ya que por mucho cuidado que se tenga al trabajar, las salpicaduras de los productos químicos son inevitables y muchos de estos compuestos son tóxicos, irritantes o corrosivos.

- 2) No utilizar lentes de contacto, pueden quedar adheridas si ocurre una salpicadura de algún producto químico.
3) No beber ni comer dentro del laboratorio, tampoco se debe correr.



- 4) Antes de ir al laboratorio se debe leer detenidamente el fundamento de la práctica correspondiente y las instrucciones para realizarla, aclarando cualquier duda antes de realizar la práctica.
5) Los alumnos deben abstenerse de realizar experimentos por propia iniciativa, así como modificar los que se propongan. Siempre realizar lo que dice el profesor de la manera que lo dice o exactamente como indica el guion de la práctica. No se juega en el laboratorio y no se mezclan sustancias que no se deben.
6) Cualquier duda que surja durante el desarrollo de las prácticas se debe consultar con el profesor, al que debe comunicarse cualquier accidente o incidencia que se produzca por pequeño que parezca.
7) Si cae cualquier producto sobre la piel u ojos lavar inmediatamente con agua durante 20 minutos y avisar al profesor de inmediato. Si cae sobre la ropa, quitar si fuera posible, y si no lavar con agua.
8) Hay que trabajar con atención y cuidado para evitar accidentes.
9) No tire nada por las pilas salvo lo que indique el profesor.

Productos y material

- 1) Antes de utilizar un producto, hay que asegurarse bien de que efectivamente es el que nos interesa. Leer las etiquetas, nombre del producto, concentración del mismo o pureza, así como los pictogramas y descargar las hojas de datos de seguridad del producto (SDS).
- 2) No separe nunca un tapón de su correspondiente frasco para evitar confusiones y la consiguiente contaminación de los productos.
- 3) Después de cada operación, debe limpiar bien el material con agua y detergente y, una vez terminada la práctica, es obligatorio dejar el lugar de trabajo perfectamente limpio.

Manipulación

- 1) No hay que introducir pipetas, varillas de vidrio ni cualquier otro objeto en los frascos de los reactivos, salvo que se le indique específicamente. Ello puede producir la contaminación de los productos.
- 2) Añadir el ácido sobre la base y nunca al revés.
- 3) Nunca calentar líquidos inflamables directamente en una placa.
- 4) Nunca caliente un recipiente cerrado, se crearía sobrepresiones con riesgo de explosión.
- 5) No deben olerse directamente los vapores desprendidos en ningún caso, ni probar ningún producto. Para oler un producto asegurarse primero que no es tóxico ni irritante por inhalación, al hacerlo mover la mano sobre el recipiente que lo contenga y nos lleguen los vapores lentamente.

SGA - Pictogramas de peligro y riesgo químico

Peligros físicos



Inflamable



Comburente



Explosivo



Gas comprimido



Corrosivo

Peligros para la salud



Corrosivo

Irritante
Nocivo

Tóxico

Mutagénico
Cancerígeno

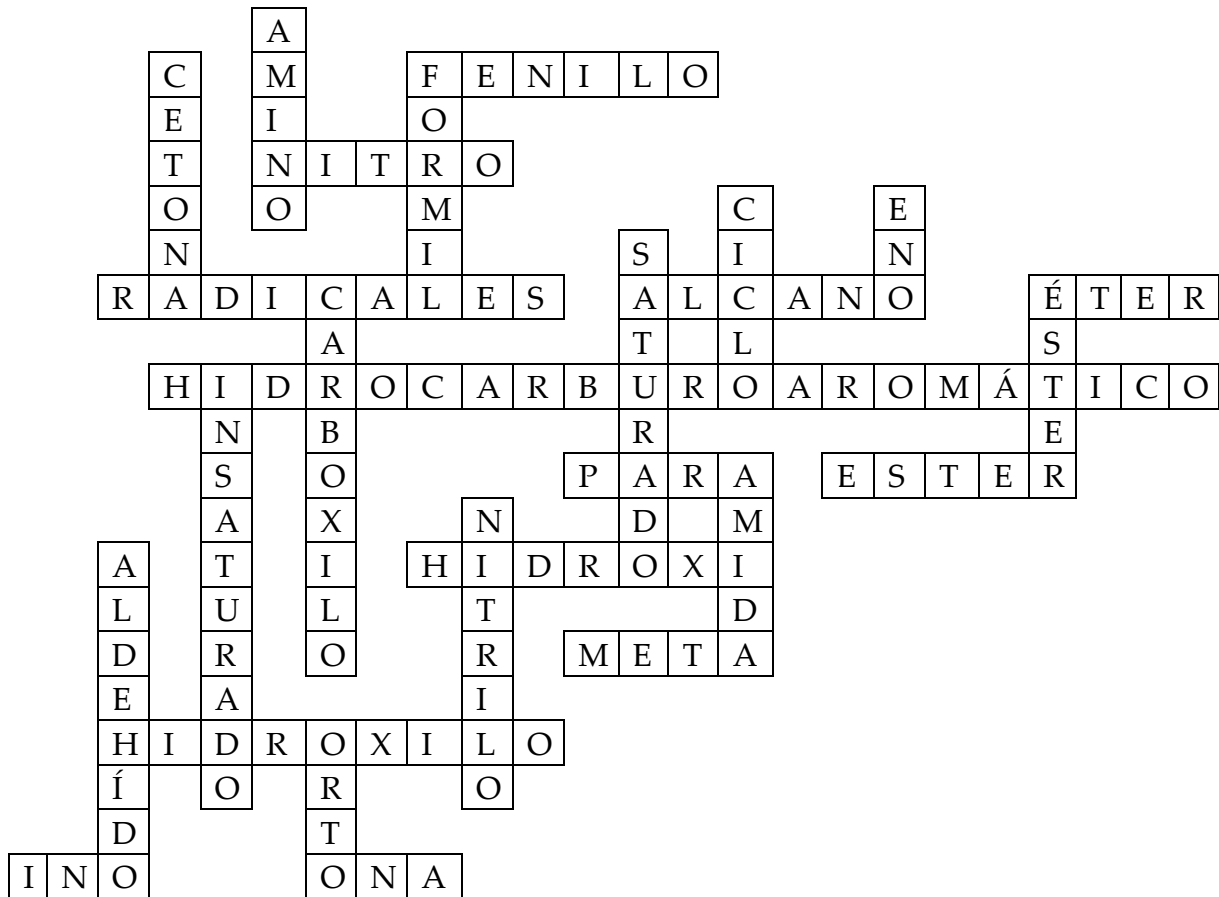
Peligros para el medio ambiente

Nocivo para el
medio ambiente

ANEXO 7. CLASIFICACIÓN DE LOS COMPUESTOS DE CARBONO SEGÚN PRIORIDAD CRECIENTE DEL GRUPO PRINCIPAL. *Elaboración propia.*

Tipos de átomos	Serie homóloga	Grupo funcional	Nombre grupo funcional	Nombre como radical prefijo	Nombre como grupo principal sufijo	Ejemplo
C, H	Alcanos	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}- \\ \end{array}$		-il	-ano	CH_3-CH_3 etano
C, H, N, O	Nitroderivados	$-\text{NO}_2$	nitro	nitro-		$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NO}_2$ nitroetano
C, H, X	Halogenuros de Alquilo	$-\text{X}$	haluro	halo-		$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{Cl}$ cloroetano
C, H	Alquinos	$-\text{C}\equiv\text{C}-$	alquino	alquini-	-ino	$\text{HC}\equiv\text{CH}$ etino
C, H	Alquenos	$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \end{array}$	alqueno	alqueni-	-eno	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$ eteno
C, H, O	Éteres	$-\text{O}-$	oxi	alcoxi-	-éter	$\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$ dimetiléter
C, H, N	Aminas	$-\text{NH}_2$	amino	amino-	-amina	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NH}_2$ etanoamina
C, H, O	Alcoholes	$-\text{OH}$	hidroxilo	hidroxi-	-ol	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ etanol
C, H, O	Cetonas	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}- \end{array}$	carbonilo	oxo-	-ona	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \end{array}$ propanona
C, H, O	Aldehídos	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}-\text{H} \end{array}$	carbonilo	formil-	-al	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{H} \end{array}$ etanal
C; H, N	Nitrilos	$-\text{C}\equiv\text{N}$	ciano	ciano-	-nitrilo	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{N}$ propanonitrilo
C, H, O, N	Amidas	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}-\text{NR}_2 \end{array}$	amida	carbamoil-	-amida	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$ etanoamida
C, H, O	Ésteres	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}-\text{OR} \end{array}$	éster	alcoxicarbonil-	-oato de alquilo	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3 \end{array}$ etanoato de metilo
C, H, O	Ácidos	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$	carboxilo	carboxi-	Ácido -oico	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \end{array}$ ácido etanoico

ANEXO 8. Figura 21. RESOLUCIÓN DEL CRUCIGRAMA DE LA Figura 12 Y EL MENSAJE SECRETO DE LA Figura 13. Elaboración propia



W A N D A E S T Á D E C A M I N O
 A B C A D E F A C D G A H I B J
 M U Y E N F A D A D A F I J A R O S
 H K L A C A C A L I A M J E
 E N L A P A R E D , H A Y U N A
 D B N A O A M D C P A K B A
 M O L É C U L A , F O R M U L A R L A ,
 H J N D G K N A L J M H K N A M N A
 S U S L O C A L I Z A D O R E S S O N
 E K E N J G A N I Z A C J M D E E J B
 L A C L A V E P A R A E N C O N T R A R
 N A G N A V D O A M A D B G J B F M A M
 L A S I G U I E N T E P I S T A
 N A E I K I D B F D O I E F A

ANEXO 9. INSTRUCCIONES DEL JUEGO DE LA OCA PARA LOS ALUMNOS.

Elaboración propia

El diseño del juego, así como sus reglas, tarjetas con las fórmulas y configuración son de elaboración propia. Las fórmulas y nombres se configuraron con el programa ChemDraw atendiendo a la dificultad y el currículo de primero de Bachillerato. El tablero se obtuvo de la siguiente página web y se modificó posteriormente.

Los alumnos jugaran en grupos de 4 personas (mismo grupo que para todo el escape room) en parejas 2 contra 2, pero con el objetivo común de encontrar las pistas para resolver el enigma.

Las reglas del juego, que se encontrarán en la caja, son las siguientes:

- 1) Jugaréis por parejas, así que primero elegir una del grupo con el que estéis realizando la actividad.
- 2) Después los 4 jugadores tiran el dado para ver quien empieza. El que saque el número más alto juega primero, y después se sigue en sentido horario, pero siempre trabajando por parejas a la hora de resolver las fórmulas.
- 3) El primer jugador lanza el dado y se sitúa con su ficha en la casilla que corresponda avanzando tantas casillas como el número que le haya salido en el dado.
- 4) A continuación, otro de los jugadores de la pareja contraria busca la tarjeta correspondiente a esa casilla, que contiene una fórmula para nombrar o un nombre para formular. La pareja que juega junta tiene que **resolverlo correctamente para poder mantenerse en la casilla**, sino tendrá que volver a la casilla anterior (en este caso la salida). La pareja contraria debe que cerciorarse y vigilar que lo haga correctamente para permitirle quedarse en la casilla. Si hay dudas preguntar al profesor.

Importante: algunas casillas contienen pistas para desbloquear el ordenador antes de que se acabe el tiempo, la clave para abrir el archivo codificado y los grupos funcionales que posee el antídoto.

- 5) Si se cae en Oca, igualmente se tiene que resolver la tarjeta que pertenece a la oca para poder ir de oca a oca. Lo mismo ocurre de puente a puente.
- 6) Si se cae en la cárcel, el pozo o la muerte. Se tiene que resolver la tarjeta de esa casilla. En el caso del pozo o la muerte. Si se resuelve bien la del pozo podrá tirar en la siguiente ronda, si no podrá volver a intentar resolverlo en vez de esperar a que alguien pase para tirar. Para la muerte si se resuelve bien podrá continuar tirando en la siguiente ronda y no volver al inicio, si se hace mal se vuelve a la casilla de salida.

Recordar, en el juego no hay ganadores dentro de un grupo por llegar al final de la Oca, el objetivo es común.

ANEXO 10. FIGURA 22. SOLUCIÓN DE LA SOPA DE LETRAS DE LA FIGURA 17 Y EL MENSAJE SECRETO DE LA FIGURA 18. *Elaboración propia*

"E	N	O	P	T	I	C	A	L	A	N	T	L	C	I	D
O	T	O	O	E	S	U	N	I	D	S	A	I	A	O	M
E	R	O	I	D	E	P	O	E	S	R	S	C	L	I	C
I	O	N	D	C	E	L	P	C	U	U	I	A	A	T	R
O	A	L	I	L	N	O	T	T	R	R	E	S	I	M	E
T	O	X	I	F	S	U	C	E	T	N	O	L	C	E	N
L	A	Q	U	I	E	U	F	E	L	O	S	G	A	R	U
P	O	S	C	A	R	L	M	E	I	L	O	Y	P	M	T
E	T	I	O	T	X	O	I	E	D	S	T	A	S	N	R
E	O	N	S	M	E	E	T	A	E	L	C	O	E	D	A
N	I	E	G	G	O	D	E	L	A	U	L	T	I	M	N
E	N	A	N	T	I	O	M	E	R	O	A	C	A	J	S
A	E	S	C	E	R	O	D	O	C	E	S	U	E	R	T
E	A	M	I	G	O	A	N	E	D	A	C	E	D	S	."

E L A N T Í D O T O E S U N I S Ó M E R O

D E P O S I C I Ó N

D E L 4 - A L I L - 3 - M E T O X I F E N O L

E N L A Q U E L O S G R U P O S A L I L O

Y M E T O X I E S T Á N E N M E T A .

E L C O D I G O D E L A Ú L T I M A

C A J A E S 0 1 2 . i S U E R T E A M I G O S !

ANEXO 11. PRÁCTICA DE LA PREPARACIÓN DE UN JABÓN. *Elaboración propia*

Introducción

La síntesis de los primeros jabones se remonta a la antigua Mesopotamia, se han encontrado tablillas datadas en más de 4000 años que describen su procedimiento a partir de una mezcla que se obtenía de hervir aceites con potasio, resinas y sal. Sin embargo, no fue hasta bien pasada la edad media cuando su uso se generalizó debido a las investigaciones de Luis Pasteur que indicaban que el aseo personal reducía la expansión de enfermedades.

La obtención de un jabón se realiza por medio de una reacción denominada saponificación, empleando para ello fuentes naturales como son las grasas animales o vegetales y una base fuerte, normalmente hidróxido sódico o potásico.

Estas grasas se componen de triglicéridos, cuya hidrólisis de sus grupos éster empleando una disolución acuosa básica proporcionan glicerina y una sal de los ácidos grasos, la cual constituye lo que llamamos jabón (Figura 1). Por tanto, los jabones son sales de ácidos grasos provenientes de los triglicéridos que contienen las grasas.

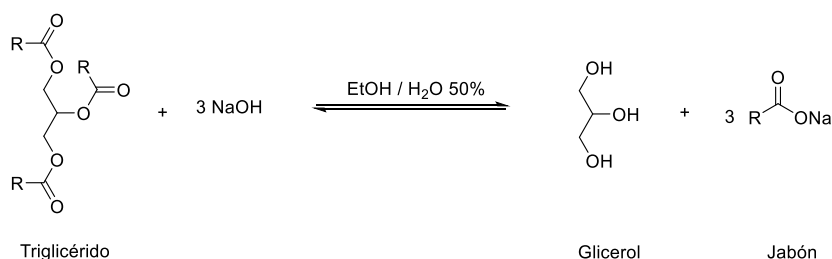
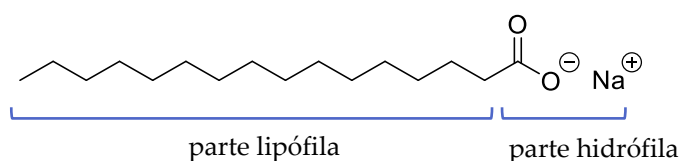


Figure 1. Reacción de síntesis de un jabón a partir de grasa e hidróxido de sodio.

Las propiedades de los jabones radican en su estructura química, estas moléculas son anfifílicas (Figura 2), es decir poseen una parte polar (grupo carboxilato) en la cabeza, capaz de disolverse en agua y una cola no polar muy larga (cadenas alquílicas del ácido graso) capaz de disolverse en la grasa.



Los jabones forman parte de lo que se llama tensioactivos aniónicos, constituidos principalmente por jabones y detergentes, debido a que la parte orgánica del compuesto tiene carga negativa. Los tensioactivos aniónicos representan el 55% de todos los tensioactivos producidos anualmente, aproximadamente se consumen en el mundo unos 6000 millones de toneladas de compuestos tensioactivos cada año, consumo que se ha visto incrementado con creces debido a la actual situación pandémica producida por el SARS-CoV2.

Gracias a su carácter anfifílico los jabones poseen una serie de propiedades, como son el poder detergente, el poder emulgente y poder espumógeno. Su principal uso radica en la capacidad para limpiar la grasa, de manera que las moléculas de jabón atrapan a las gotitas de grasa formando micelas

con las cadenas alquílicas orientadas al interior y la cabeza polar en el exterior disuelta en el medio acuoso. De esa manera los jabones tienen la capacidad para disolver la grasa de las superficies y al mismo tiempo estar disueltos en agua arrastrando así la suciedad (Figura 3).

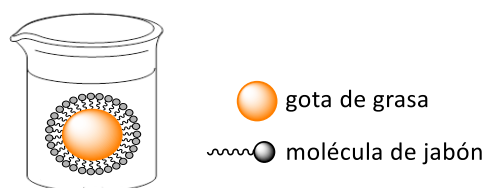


Figure 2. Micela de jabón formada con una gota de grasa disuelta en su interior en medio acuoso.

Material y reactivos necesarios

Material	Reactivos
- 2 vasos de precipitados	- Aceite de girasol
- espátula	- Hidróxido de sodio
- balanza	- Disolución etanol/agua 50%
- probeta	- Disolución saturada de NaCl
- cuentagotas	- Agua
- pipeta pasteur	
- varilla de vidrio	
- embudo Büchner	
- junta cónica	
- kitasato	
- tubo de ensayo	
- papel pH	

Propiedades físicas y riesgo químico de los compuestos de la práctica

Compuesto	M (g/mol)	T _{fusión} (°C)	T _{ebullición} (°C)	d (g/mL)	Riesgo químico
NaOH	40,00	318	-	-	
CH ₃ CH ₂ OH	46,07	-114	78	0,789	
NaCl	58,44	801	1465	-	No es una sustancia peligrosa
H ₂ O	18,01	0	100	1	No es una sustancia peligrosa
Aceite de girasol	870	-16 - -18	-	0,913	No es una sustancia peligrosa
Jabón	298	-	-	-	Dependiendo del pH

Procedimiento experimental

En un vaso de precipitados de 100 mL se pesan en una balanza con ayuda de una espátula 7.145 g de NaOH y se añaden 20 mL de una disolución de etanol-agua al 50% medido con probeta (preparada previamente). Se agita con una varilla hasta total disolución con cuidado evitando cualquier salpicadura.

Por otro lado, en otro vaso de precipitados se introducen 6.135 g de aceite de girasol también pesados en la balanza con la ayuda de una pipeta Pasteur y se adiciona la disolución de hidróxido sódico preparada anteriormente con cuidado. La mezcla se agita durante 15 minutos con la varilla. Progresivamente se observa la formación de una pasta correspondiente al jabón formado.

Transcurrido ese tiempo se vierte sobre una disolución saturada de NaCl preparada previamente (60 mL de disolución en un vaso de 250 mL) y el jabón precipita como un sólido. Se filtra a vacío con embudo Büchner, se lava con agua fría (2 x 10 mL) y se seca. Se pesa en balanza para calcular el rendimiento obtenido.

Ensayo medida del pH del jabón: Se coloca un poco de jabón sintetizado en un tubo de ensaño con ayuda de una espátula, se añade agua y se agita hasta disolución. Se introduce una varilla de vidrio en la disolución y se impregna el papel pH proporcionado por el profesor. Se compara el color con la referencia para saber el pH.

Cuestiones

1. Realiza un informe de laboratorio respecto a la realización de la práctica del jabón.
 - a) Escribe la reacción, indicando las cantidades en gramos o mililitros y moles de cada reactivo.
 - b) Enumera el material empleado.
 - c) Describe el procedimiento de la reacción, con las cantidades de reactivos y producto obtenido, así como colores, aspecto, si se calienta...etc.
 - d) Calcula el rendimiento de la reacción.
2. ¿Hay reactivo limitante?
3. De acuerdo al pH del jabón, ¿es apto para su uso doméstico?
4. ¿De qué tiempo de reacción orgánica se trata?
5. La saponificación es una reacción que podríamos decir "competitiva" a la esterificación, conoces alguna reacción a nivel biológico relacionada con la formación de grasas. Si no la conoces emplea las TICs para descubrirla.

ANEXO 12. CUESTIONARIO PARA EVALUAR LAS PROPUESTAS POR PARTE DE LOS ALUMNOS AL FINALIZARA LAS ACTIVIDADES DE ESCAPE ROOM.

Elaboración propia.

Test evaluación propuesta

Con el fin de conocer vuestra opinión y poder valorar la puesta en marcha de este tipo de actividades de gamificación en el aula, si os han sido útiles para trabajar los conceptos y os han motivado a estudiarlos, os pido por favor que rellenéis este cuestionario de manera sincera y anónima.

Sexo: Femenino Masculino NC

Repetidor ESO: Sí No

Repetidor Bachillerato: Sí No

¿Has realizado alguna vez alguna actividad de tipo escape room en el aula? Sí No

En el cuestionario marca lo que corresponda de acuerdo con el siguiente baremo:

Estoy de acuerdo o Mucho	Medianamente de acuerdo o A medias	No estoy de acuerdo o Nada	Escape room 1 o Escape room 2
1	2	3	ER

Hay preguntas en las que hay que elegir entre el escape room 1 o 2. En ese caso rellena la casilla ER:

- Pon un **número 1** para elegir el Escape Room: Víctima en el laboratorio
- Pon un **número 2** para el elegir el Escape Room: Wanda en el multiverso traslada bacteria moral.

Cuestionario

Por favor atento al baremo y responde sinceramente lo que te hayan parecido las actividades. En alguna pregunta **se puede marcar la casilla del 1 al 3, y también la ER. Nunca marques dos casillas del 1 al 3.**

Pregunta	1	2	3	ER
1. ¿Te han gustado los escapes room realizados? ¿Cuál de los dos escapes te ha gustado más?				
2. ¿Crees que este tipo de actividades contribuyen a tu aprendizaje mejor que las actividades tradicionales?				
3. ¿Te han resultado motivadoras para participar en ellas? ¿cuál de los dos escapes te parece más motivador?				
4. ¿Te han resultado dificultosas? ¿cuál de las dos te ha parecido más difícil?				

Pregunta	1	2	3	ER
5. ¿Te gustaría realizar más actividades como esta durante el curso?				
6. ¿Crees que los profesores deberían emplear más este tipo de juegos en clase?				
7. ¿Consideras que con estas actividades a los alumnos no les parecería tan aburrida la asignatura de Física y Química?				
8. ¿Estudiarías más con tal de ganar el juego?				
9. ¿Prefieres actividades más experimentales como el escape room 1?				
10. ¿Prefieres actividades más teóricas como el escape room 2?				
11. ¿Cuál de las dos crees que contribuye mejor a tu aprendizaje?				
12. ¿Consideras que estos escapes room fomentan el aprendizaje activo?				
13. ¿Te han ayudado para aprender conceptos y contenidos? ¿cuál de los dos escapes crees que te ha ayudado más?				
14. ¿Las tareas para casa de los escapes room te han parecido excesivas? En caso afirmativo indica cuál de los dos o ambos.				
15. ¿Te has sentido cómodo trabajando en grupo?				
16. ¿Crees que las actividades en grupo fomentan un mejor aprendizaje al ayudaros unos a otros?				
17. ¿En tu opinión, han sido positivas las experiencias?				