

PROPUESTAS DE GAMIFICACIÓN EN LA ASIGNATURA DE FÍSICA Y QUÍMICA.

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

Ana Mechó Caballer

Especialidad de física y química

Curso 2018/2019

Tutor: José Antonio Badenes March



Resumen.

El presente trabajo se basa en la necesidad de cambiar la metodología de las clases durante la educación secundaria obligatoria, ya que, el alumno debe tener un papel más activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En concreto, en las asignaturas de ciencias, tales como física y química o matemáticas, los alumnos muestran un gran desinterés y como docentes debemos revertir dicha situación y acercar las ciencias al alumnado.

Por ello, se plantea el siguiente Trabajo Final de Máster perteneciente a la modalidad de Materiales Didácticos con el objetivo de proponer una metodología basada en la gamificación, en las TIC y en el aprendizaje cooperativo para aumentar la motivación y el interés de los alumnos y alumnas de 3º de la ESO.

En el trabajo se ha programado una aplicación informática que los alumnos pueden descargar en sus dispositivos y que consta de cuatro niveles que contienen ejercicios sobre formulación, nomenclatura y ajuste de reacciones.

Por otra parte, se ha creado un juego que se ha denominado Resolviendo el asesinato. Dicho juego se ha diseñado para que se pueda aplicar a cualquier tipo de asignatura y contenido. El objetivo es proponer recursos que los docentes puedan aplicar sin importar cual sea su asignatura.

Así mismo, se propone el mismo juego para trabajar la estequiometría. Para ello se proponen actividades previas basadas en Jcllic y kahoot y el juego de mesa adaptado para dicho contenido en concreto.

Los recursos que se presentan están orientados a utilizar una metodología de aprendizaje cooperativo, a implementar la gamificación en las aulas y hacer un mayor uso de las TIC.

Palabras clave: Gamificación, aprendizaje cooperativo, materiales didácticos.

Contenido

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	OBJETIVOS DEL TFM.....	2
3	METODOLOGÍAS APLICADAS.....	3
3.1	GAMIFICACIÓN.....	3
3.2	GAMIFICACIÓN Y APRENDIZAJE COOPERATIVO.....	6
4	CONTEXTUALIZACIÓN CURRICULAR.....	7
5	MATERIALES ELABORADOS.....	8
5.1	APLICACIÓN PARA MÓVIL: CHEMISTRY CHALLENGE.....	8
5.1.1	APP INVENTOR.....	8
5.1.2	INTRODUCCIÓN A LA APLICACIÓN CREADA.....	11
5.1.3	NIVEL 1.....	12
5.1.4	NIVEL 2.....	18
5.1.5	NIVEL 3.....	20
5.1.6	NIVEL 4.....	22
5.2	JUEGO DE MESA: RESOLVIENDO EL ASESINATO.....	24
5.2.1	OBJETIVO Y ELEMENTOS DEL JUEGO.....	24
5.2.2	FUNCIONAMIENTO DEL JUEGO.....	27
5.2.3	JUEGO ADAPTADO A LA ASIGNATURA DE FÍSICA Y QUÍMICA.....	28
	Actividad previa 1.....	29
	Actividad previa 2.....	32
	Actividad Previa 3.....	35
	Juego “Resolviendo el asesinato” adaptado a física y química.....	36
6	EVALUACIÓN DEL MATERIAL.....	43
7	CONCLUSIONES Y VALORACIÓN PERSONAL.....	44
8	BIBLIOGRAFÍA.....	46
	Anexo I.....	49
	Anexo II.....	50
	Anexo III.....	53
	Anexo IV.....	63

Anexo V.....	66
Anexo VI.....	72

1 INTRODUCCIÓN.

El presente Trabajo Fin de Máster propone una alternativa a la metodología tradicional, introduciendo la gamificación en las clases de Física y Química de la ESO. En este trabajo, se presenta una propuesta para gamificar los contenidos de formulación y nomenclatura según las normas de la IUPAC que corresponden al bloque 2 del Decreto 87/2015 y contenidos sobre las reacciones químicas y la ley de conservación de la masa del bloque 3 del Decreto 87/2015.

Los materiales didácticos que se presentan están diseñados para el curso de 3º de la ESO, puesto que es el último curso en el que los alumnos están obligados a cursar la asignatura de Física y Química y uno de los objetivos que se pretende alcanzar es que los estudiantes tengan mayor interés por las ciencias, ya que, en los últimos años se observa la tendencia contraria (Marbà Tallada, Anna; Márquez, 2010).

La motivación de los alumnos hacia las asignaturas de ciencias es muy baja, así como su interés, pero, la motivación de los alumnos no depende exclusivamente de ellos (Vázquez Pérez, 2011). El papel del profesorado y de la metodología aplicada son muy importantes para revertir dicha situación. Es por ello por lo que se plantean los materiales didácticos como una serie de juegos, con el objetivo de dar un enfoque más atractivo a dicha asignatura, y en especial, al tema de nomenclatura y formulación de compuestos binarios, las reacciones químicas y la estequiometría, siendo este uno de los que más desinterés y confusión generan entre los alumnos (Méndez Coca, 2015).

En este caso concreto, otro de los aspectos que se busca, es conseguir una mayor participación del alumnado, de este modo se pretende realizar una evaluación formadora, donde el alumnado, a través de la participación en los juegos, no tenga temor a equivocarse con sus respuestas, puesto que el error forma parte del proceso del aprendizaje (Sanmartí, 2007).

Por otra parte, con las actividades que se proponen en los presentes materiales didácticos, se pretende favorecer el aprendizaje cooperativo, el cual, tiene resultados muy positivos en cuanto al aumento de la motivación y la participación y mejora las habilidades sociales, además, favorece el aprendizaje entre iguales (Santos-Rego, Lorenzo-Moledo, & Maño, 2009).

Otro aspecto importante del material didáctico que se presenta es que pretende crear un buen clima en el aula en el que todos los alumnos, tengan cabida y formen parte del grupo y de la dinámica. De este modo, aparte de favorecer su propio aprendizaje, también se pretende desarrollar su empatía y sentimiento de

grupo, rebajando la competencia que muchas veces se encuentra en las aulas (Naranjo, Pedragosa, & Riera, 2008).

Por último, mediante la siguiente propuesta de gamificación se pretende potenciar el aprendizaje activo de los alumnos, con esta metodología el alumnado dedica más tiempo a entender los contenidos que se trabajan, ya que, no tiene que estar pendiente de copiar lo que dicta el profesor, sino de realizar ejercicios y trabajos más autónomos (Duit, 2006; Salemi, 2006).

Por la experiencia personal durante las prácticas, se ha observado que los cálculos estequiométricos y las reacciones químicas es uno de los temas que más les cuesta entender a los alumnos, ya que, deben realizar problemas con varios factores de conversión y con conceptos que son difíciles de entender para ellos, tales como el concepto de mol. Es por esto por lo que se presenta un material didáctico para dicho contenido.

2 OBJETIVOS DEL TFM.

Los objetivos de esta modalidad de trabajo de final de máster son principalmente tres. El primero de ellos es diseñar materiales didácticos correspondientes a la asignatura de Física y Química para el curso de tercero de la ESO. El objetivo secundario que se pretende alcanzar con la implementación de dicho material es motivar a los alumnos a la hora de estudiar la asignatura y aumentar su interés hacia ella. Además, en el presente trabajo, también se tiene como objetivo utilizar implementar la gamificación en el aula para conseguir una mayor participación de todos los alumnos.

Los materiales que se presentan son una alternativa al estudio tradicional de la asignatura. Con ellos se intenta conseguir el aprendizaje de los contenidos y la adquisición de las competencias propuestas en la LOMCE, fomentando el trabajo en grupo y el respeto hacia los compañeros. Para ello se diseñan una serie de acciones, basadas en la gamificación e implementación de una metodología cooperativa, mediante la cual la atmósfera del aula se convierte en un ambiente social, donde compartir y adquirir nuevas ideas (Naranjo et al., 2008).

3 METODOLOGÍAS APLICADAS.

El material didáctico que se presenta se basa en la gamificación en las aulas que se combina con el aprendizaje cooperativo y con las TIC, ya que, el objetivo es lograr una participación activa del alumnado para favorecer la comprensión de los conceptos tratados y aumentar la motivación del alumno.

3.1 GAMIFICACIÓN.

La gamificación se define como “la aplicación de estrategias de juegos en espacios o ámbitos cuya naturaleza no es lúdica” (Torres-Toukourmidis, Ramírez-Montoya, & Romero-Rodríguez, 2018). En otras palabras, la gamificación trata de adaptar e incorporar formas típicas de los juegos a otros contextos, por ejemplo, la educación, teniendo un objetivo diferente al entretenimiento, en este caso, mejorar la motivación en el aprendizaje de los alumnos, además, según algunos autores, trabajar con elementos familiares a los alumnos, tales como los juegos, facilita la comprensión del contenido (Bellocchi, 2012; Gonzalo-Iglesia, Lozano-Monterrubio, & Prades-Tena, 2018).

Teniendo en cuenta la definición, se podría pensar que la gamificación educativa tendría una gran acogida y un gran auge entre los docentes, pero no ha sido así, debido a que cuesta adaptar el contenido curricular a la forma de un juego, además se requiere un cambio en la organización y el modo de impartir las clases para poder utilizar los juegos como herramienta en la educación. (Kriz, Tuomas, & Clapper, 2018)

Por otra parte, cabe destacar que según la investigación educativa, los beneficios que ofrece esta metodología son numerosos (Kriz et al., 2018; Pérez, 2014; Sanders, 2016). Algunos de estos beneficios son:

- Los alumnos aprenden mientras se divierten.
- Relaciona la teoría con la práctica.
- Se pueden tratar casos reales y de este modo aumentar el interés de los alumnos.
- Desarrollar habilidades sociales al trabajar en equipo.
- Desarrollar nuevos modos de pensamiento.
- Aumentar la motivación del alumnado.
- Favorecer la participación de los alumnos durante las clases.

Dentro de la gamificación en las aulas se pueden distinguir tres líneas de trabajo (Pérez, 2016; Torres-Toukourmidis et al., 2018):

- La primera de ellas consiste en utilizar los juegos de forma controlada para que los alumnos adquieran ciertas habilidades o competencias. Es el profesor el que decide el juego que se va a utilizar y el momento en el que se va a realizar. Es decir, el juego se utiliza en un momento puntual de una sesión, sin tener ninguna conexión con el resto de las actividades a parte del contenido que se trabaja.
- La segunda corriente de la gamificación en las aulas utiliza los elementos propios de un juego, tales como los puntos, las medallas, los niveles... En este caso, el objetivo es utilizar la intención de los alumnos de participar en el sistema de recompensas como motivación para que los alumnos aprendan el contenido didáctico que se trabaja. En este caso, se utilizan sistemas de puntos o de recompensas para el alumnado, pero no están relacionadas con ningún juego.
- La tercera y última línea consiste en diseñar la asignatura completa, o parte de ella, como si se tratase de un juego. Esta es la más complicada, ya que, el alumno debe participar en dicho juego además de tener las recompensas propias del juego, se podría decir que es una combinación de las dos anteriores. Por tanto, en esta última corriente se desarrolla un sistema de recompensas que está relacionado con el juego que se implementa en el aula. Además, el resto de las actividades que se realizan también tienen relación con el propio juego.

En el caso concreto del presente trabajo se siguen dos de estas líneas, por una parte, se ha creado una aplicación para el móvil que los alumnos pueden utilizar en determinados momentos, por tanto, pertenece a la primera línea de trabajo explicaba anteriormente. Por otra parte, con el material didáctico que se ha desarrollado en la segunda parte de este trabajo, es decir, con el juego de mesa se pretende seguir la tercera estrategia y plantear los materiales didácticos como si fuesen un juego, integrando todas las partes de la unidad en el juego.

Para poder gamificar cualquier tipo de proceso, debe haber unos determinados aspectos que se deben tener en cuenta y se deben cohesionar para proporcionar intriga al juego, que son las dinámicas, las mecánicas y los componentes. Las dinámicas representan el concepto, la estructura del juego en sí, por ejemplo, las limitaciones que tiene. Las mecánicas, hacen referencia a los procesos que desarrollan el juego, tales como retos, recompensas... Por último, los componentes son todo aquello que “recibe” el alumno durante el juego como los puntos, los niveles (González, 2014).

Por otra parte, los materiales de gamificación educativa deben tener unas características comunes, unos determinados elementos del juego (Kapp, 2012; Pérez, 2016), tales como:

1. La base del juego. Se debe considerar la información que se desea transmitir al alumno y que existe un reto para que favorezca su motivación.
2. Mecánica del juego. Son recompensas para la persona o las personas que ganan, es importante para que los alumnos intenten superarse.
3. Estética. Hay que prestar atención a los elementos gráficos del juego.
4. Idea del juego u objetivo que se pretende conseguir con dicho juego.
5. Conexión juego-jugador. El juego debe estar adaptado para el alumno al que va dirigido, es decir, las instrucciones del juego deben ser claras y estar a su alcance, además los retos deben ser del nivel que tienen aquellos a los que va dirigido al juego. Si no se consigue dicha relación, el jugador pierde el interés y aumenta la frustración.
6. Jugadores. En este caso, los alumnos y alumnas.
7. Motivación. Los alumnos deben estar predispuestos a participar en el juego.
8. Promover el aprendizaje. El juego debe tener técnicas que favorezcan el aprendizaje, un ejemplo son los puntos que los jugadores ganan, de este modo se favorece el interés del alumnado por el contenido del juego. Además, hay que tener en cuenta el feedback del alumnado.
9. Resolución de problemas. Es el objetivo final del jugador, ya sea, resolver un problema como tal, llegar a la meta o conseguir el mayor número de puntos.

Finalmente, cabe destacar que la innovación tecnológica ha permitido desarrollar nuevas experiencias formativas, expresivas y educativas. En este sentido, se utilizan plataformas que permiten programar juegos sencillos sin necesidad de saber programar, tales como Kahoot o JClick Author (Soto, Senra, & Neira, 2009). Pero, en cuanto a la gamificación se debe procurar combinar los juegos digitales con los juegos tradicionales, ya que, en los segundos, los alumnos interactúan cara a cara con sus compañeros y, de este modo, pueden desarrollar valores relacionados con las habilidades sociales (Echeverri & Sadler, 2011).

En conclusión, la gamificación es una metodología con numerosos beneficios para aumentar la motivación y el interés de los alumnos por la asignatura, en este caso, de Física y Química, y es por esto por lo que se propone implementar la gamificación en los materiales didácticos que se han diseñado en este trabajo, en

los que se trabajan la nomenclatura y formulación de compuestos binarios, las reacciones químicas y la ley de la conservación de la masa.

3.2 GAMIFICACIÓN Y APRENDIZAJE COOPERATIVO.

El aprendizaje cooperativo es una metodología que se define como “el uso didáctico de grupos reducidos de alumnos y alumnas, por lo general de cuatro o cinco alumnos, que trabajan en clase en equipos con el objetivo de aprovechar la interacción entre ellos mismos y aprender los contenidos curriculares cada uno hasta el máximo de sus capacidades, y aprender, a la vez, a trabajar en equipo” (Pujolàs Maset, 2008).

En otras palabras, se puede entender el aprendizaje cooperativo como una metodología que consiste en organizar actividades en el aula en las que los estudiantes deben trabajar en grupo y completar las tareas de forma colectiva. A diferencia del aprendizaje individual, con el aprendizaje cooperativo, el proceso de aprendizaje de un alumno se enriquece por las habilidades o recursos de sus compañeros y de la relación que se establezca en el grupo. Del mismo modo, es el propio alumno el que proporciona sus recursos y habilidades al resto (Johnson & Johnson, 1987; Parker & Brown, 2009).

Por último, según (Johnson, Johnson, & Holubec, 1999) la metodología de aprendizaje cooperativo se puede dividir en tres subgrupos, dependiendo de la duración de la actividad:

- Grupos de base cooperativos: tienen un funcionamiento de medio año como mínimo, son grupos a largo plazo.
- Grupos formales: funcionan desde una hora a varias semanas de clase.
- Grupos informales: trabajan en dichos grupos desde unos minutos hasta una hora de clase, como máximo.

En el material didáctico que se presenta, se pretende trabajar con actividades propias del aprendizaje cooperativo basado en estructuras simples, para favorecer la motivación y el interés de los alumnos. Teniendo en cuenta los tipos de grupos cooperativos que existen, en las actividades propuestas se trabajará con grupos cooperativos formales, ya que, el grupo operará junto durante casi todos los materiales didácticos propuestos. Por otra parte, el aprendizaje cooperativo es una buena metodología para introducir en la gamificación, ya que, a la predisposición de los alumnos por los juegos, se suma un trabajo en grupo, de manera cooperativa para favorecer su aprendizaje.

La combinación de las dos metodologías anteriormente citadas tiene una repercusión positiva en el proceso de enseñanza aprendizaje y en las impresiones que tienen los alumnos con respecto a ello. (Gonzalo-Iglesia et al., 2018)

Teniendo en cuenta las características de cada metodología, la gamificación crea una mayor motivación e interés por aprender por parte del alumnado, el objetivo en este caso no es la gamificación en sí, es el contenido que se trabaja mediante dicha metodología. Por otra parte, la aportación del aprendizaje cooperativo se basa en fomentar la dependencia y cooperación de los alumnos entre ellos, en lugar de un aprendizaje más competitivo e individualista (Jong, Lai, Hsia, Lin, & Lu, 2013).

Por tanto, con la gamificación mejora la predisposición del alumnado por aprender y mediante el aprendizaje cooperativo se aumenta el aprendizaje entre iguales y las habilidades de socialización y trabajo en grupo que también favorecen el aprendizaje (García Aretio, 2016; Naranjo et al., 2008).

Por otra parte, hay estudios que muestran que el interés de los alumnos varía entre aplicar una metodología tradicional, aplicar una metodología basada en la gamificación utilizando las TIC y utilizar metodologías basadas en el aprendizaje cooperativo, siendo el interés y la motivación de los alumnos mayor en los dos últimos casos (Méndez Coca, 2015). Dado que aumentar el interés de los alumnos y su predisposición a aprender es uno de los objetivos que se persigue en este TFM se han creado materiales didácticos que se basan en una metodología diferente a la tradicional.

4 CONTEXTUALIZACIÓN CURRICULAR.

El contenido que se presenta en el presente trabajo, según el Decreto 87/2015, es de la Asignatura de Física y Química, para el nivel de 3º de la ESO y está ubicado en el bloque 2 y 3.

En este trabajo se tratan contenidos que pertenecen al Bloque 2, tales como la formulación y nomenclatura de compuestos binarios siguiendo las normas IUPAC, en concreto se trabaja con óxidos, sales binarias e hidruros. Estos contenidos se trabajan mediante la aplicación Chemistry Challenge, que se ha creado para dispositivos con sistema operativo Android.

En cuanto a los contenidos del bloque 3 que se trabajan, son los relacionados con la ley de conservación de la masa y las reacciones químicas. Estos contenidos se trabajan mediante la aplicación que se ha creado y también a

partir del juego de mesa que se ha diseñado y de las actividades previas a dicho juego de mesa.

En el Anexo I, se incluye una tabla en la que se especifica el criterio de evaluación para cada una de las actividades que se proponen en los materiales didácticos.

5 MATERIALES ELABORADOS.

En este trabajo se incluyen varios materiales de elaboración propia siendo los principales una aplicación para dispositivos Android y un juego de mesa. Además, también se ha creado un JClic y un Kahoot que están incorporados dentro del juego. A continuación, se detalla la elaboración y funcionamiento de los materiales creados.

5.1 APLICACIÓN PARA MÓVIL: CHEMISTRY CHALLENGE.

5.1.1 APP INVENTOR.

App inventor es un entorno de desarrollo de aplicaciones para dispositivos Android, para poder desarrollar aplicaciones a través de esta plataforma solo se necesita un navegador web y un dispositivo Android, que puede ser un teléfono o una Tablet. Se trata de una herramienta de desarrollo visual muy fácil de usar, con la que incluso los no programadores podrán desarrollar sus aplicaciones («About Us.», s. f.).

App Inventor fue desarrollado por Google y en agosto de 2011 fue publicado como Software Libre bajo la licencia Apache 2.0 y su desarrollo se traspasó al Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Utilizando esta plataforma se programa usando bloques de programación. Dichos bloques están hechos con elementos comunes a la mayoría de los lenguajes de programación existentes («What is App Inventor?», s. f.)

Para construir las aplicaciones en dicha plataforma se dispone de dos herramientas. La primera es el App Inventor Designer, que se muestra en la Ilustración 1, en la que se construye el interfaz de usuario, es decir, se seleccionan y diseñan los elementos (situación en la pantalla, tamaño, tipo de elemento...) que estarán presentes en la pantalla del dispositivo electrónico en el que se va a descargar la aplicación.

En la parte derecha, en el recuadro 1, se observan los distintos tipos de elementos que se pueden añadir a la pantalla. La parte central, representada con el número 2, muestra la pantalla de un dispositivo móvil a modo de orientación del resultado final de la aplicación. Los componentes que son los que aparecen en el recuadro 3, tiene como función mostrar todos los componentes que se han arrastrado hasta la pantalla y, por tanto, forman parte de ella, para poder seleccionarlos. Finalmente, las propiedades del componente seleccionado, que aparecen dentro del número 4 y permiten modificar el tamaño y texto de los componentes, entre otros.



Ilustración 1. App Inventor Designer

La segunda herramienta es el App Inventor Blocks Editor, que se muestra en la Ilustración 2, mediante esta herramienta se programa el comportamiento de cada uno de los componentes que se han creado previamente, es decir, el funcionamiento de la aplicación utilizando una programación por bloques, de modo que facilita el proceso de programar la aplicación. La información sobre cada tipo de bloque y detalles sobre la programación se puede encontrar en («The MIT App Inventor Library: Documentation & Support», s. f.).

Con las dos herramientas que se han mostrado se crea la aplicación y se comprueba el resultado provisional de ésta mediante un emulador o mediante un dispositivo Android. Por tanto, a medida que se avanza con la realización de la aplicación se utiliza la misma en otro dispositivo y se observan los fallos y mejoras que necesita. El funcionamiento de la aplicación que se ha descrito se muestra a modo de resumen en la Ilustración 3, que se ha obtenido de («What is App Inventor?», s. f.)

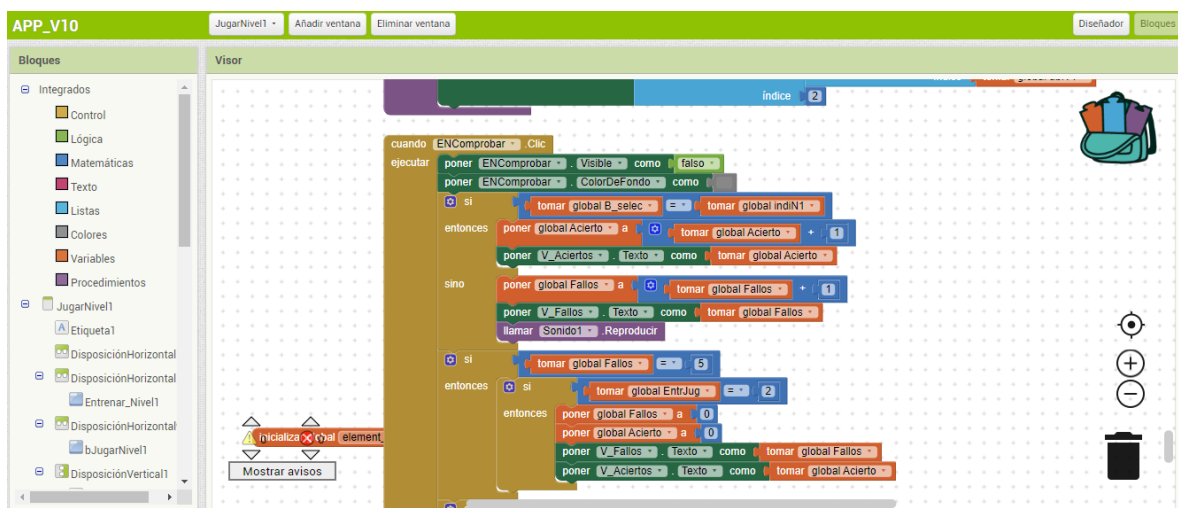


Ilustración 2. App Inventor Blocks Editor

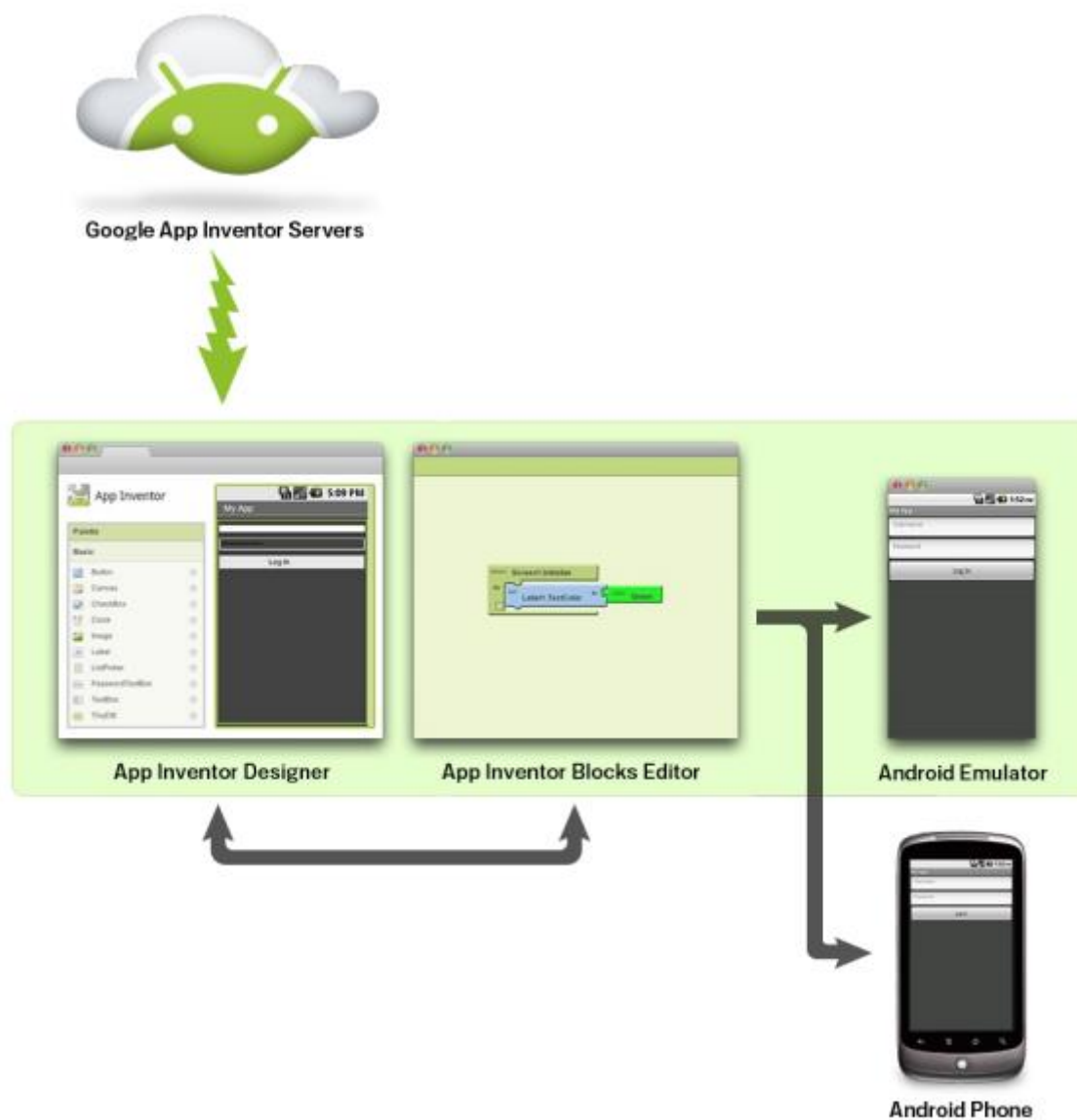


Ilustración 3. Diagrama de funcionamiento de App Inventor.

Por último, la aplicación se crea para que cualquier persona la pueda descargar e instalar en su dispositivo, siempre que tenga un sistema operativo Android.

5.1.2 INTRODUCCIÓN A LA APLICACIÓN CREADA.

En el caso concreto de este trabajo la aplicación que se ha creado se denomina Chemistry Challenge y se puede [descargar desde este enlace](#).

La aplicación consiste en un juego en el que se han programado y diseñado cuatro niveles. Cada nivel es un tipo de juego distinto que los alumnos deben completar para poder obtener la contraseña que les permite acceder al siguiente nivel.

Además, los niveles están ordenados de menor a mayor dificultad por una parte y, por otra, están ordenados según los contenidos que se tratan, ya que, los contenidos de cada nivel son necesarios para completar los niveles siguientes.

Hay algunos aspectos de la programación de los niveles que son comunes a todos ellos, la programación que se ha utilizado para cada uno de los elementos comunes del juego se muestra en el Anexo II y son las siguientes:

- Inicialización de la pantalla, es decir, aquello que debe aparecer en la pantalla del dispositivo cuando se accede a un nivel.
- Botón de información, que aparece en cada uno de los niveles en la parte superior izquierda. Al pulsar sobre él aparece información sobre el funcionamiento o sobre los objetivos de cada nivel.
- Funciones de hacer visibles e invisibles los elementos del nivel. Estas funciones se utilizan en muchos de los procesos que se han creado en la aplicación, ya que, son fundamentales para pasar del modo juego al modo entrenamiento y viceversa.
- Botones de entrenar y jugar que se muestran al acceder a la pantalla de cada uno de los cuatro niveles y muestran las dos opciones de juego que hay en cada nivel. El funcionamiento de ambas opciones es el mismo, a diferencia que en el modo entrenamiento los fallos pueden ser ilimitados, mientras que durante el juego hay un límite de fallos permitidos sin que el juego se reinicie por completo. La segunda diferencia que hay es que en el modo entrenamiento se muestra la solución correcta cuando se realiza un fallo, mientras que en el juego no.

Para ello se definen las funciones de los botones que se muestran al iniciar la pantalla, el de jugar y el de entrenar. De este modo, al pulsar sobre cada uno de los dos botones el programa muestra la pantalla correspondiente.

La última diferencia entre ambos modos de juego está en la programación final de las pantallas, ya que, en la de entrenar el jugador debe salir de la pantalla cuando haya finalizado, mientras que en la de juego hay dos opciones.

- Botón para salir a la pantalla de inicio del juego.
- Botón para reiniciar el nivel desde el principio, que permite volver a elegir la opción de juego o la de entrenamiento.

A continuación, se explica cada uno de los niveles que se ha programado. Para el primer nivel se detalla la programación, mientras que para el resto de los niveles se puede encontrar la programación detallada en el Anexo III.

5.1.3 NIVEL 1.

Contenido.

A través del material interactivo preparado se tratan contenidos propios de la materia. En concreto a diferenciar los átomos a partir de su expresión química, es decir, a diferenciar los átomos según sus símbolos químicos.

Explicación de la actividad.

El objetivo del nivel 1 es que los alumnos sepan relacionar el nombre de los elementos con su símbolo químico, ya que, tiene especial importancia para poder formular y nombrar compuestos mediante cualquier tipo de nomenclatura.

Al acceder a cualquiera de las dos opciones se observa en la pantalla del dispositivo el nombre del elemento y cuatro botones con distintos símbolos de elementos, tal y como se muestra en la Ilustración 4, que es una captura de pantalla del nivel 1 en el modo de jugar. En este nivel los alumnos deben seleccionar la respuesta que creen correcta, haciendo clic sobre el correspondiente botón, y pulsar a comprobar para observar si la respuesta es correcta o errónea. En la opción de juego deben relacionar correctamente siete nombres de elementos con sus símbolos y únicamente pueden realizar un fallo, ya que, los alumnos deben conocer todos los átomos representativos, de lo contrario vuelven a iniciar el nivel y el número de aciertos y fallos vuelve a ser 0 como al inicio.

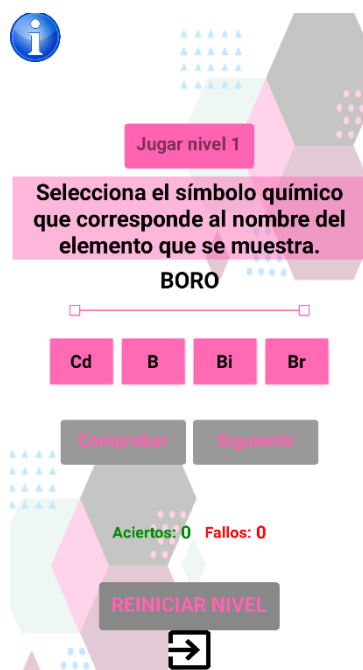


Ilustración 4. Captura de pantalla del nivel 1.

Para poder programar cada nivel, el primer paso es crear los elementos que deben aparecer en la pantalla del dispositivo mediante el App Inventor Designer. En el recuadro que aparece en la Ilustración 5 pueden observarse algunos de los botones y etiquetas que se necesitan para desarrollar dicho nivel.

- Botón información.
- Botón entrenar.
- Botón Jugar.
- Etiqueta con las instrucciones del juego.
- Etiqueta del componente, en el que aparecerá el nombre del elemento cuando se termine la programación.
- Cuatro botones en los que aparecerán los símbolos químicos, el alumno deberá seleccionar uno de los cuatro botones.
- Botón comprobar, al que se le asocia la función de comprobar cuya programación se explica más adelante.
- Botón siguiente.
- Etiqueta aciertos.
- Etiqueta número de aciertos.
- Etiqueta fallos.
- Etiqueta número de fallos.
- Botón salir.
- Botón reiniciar

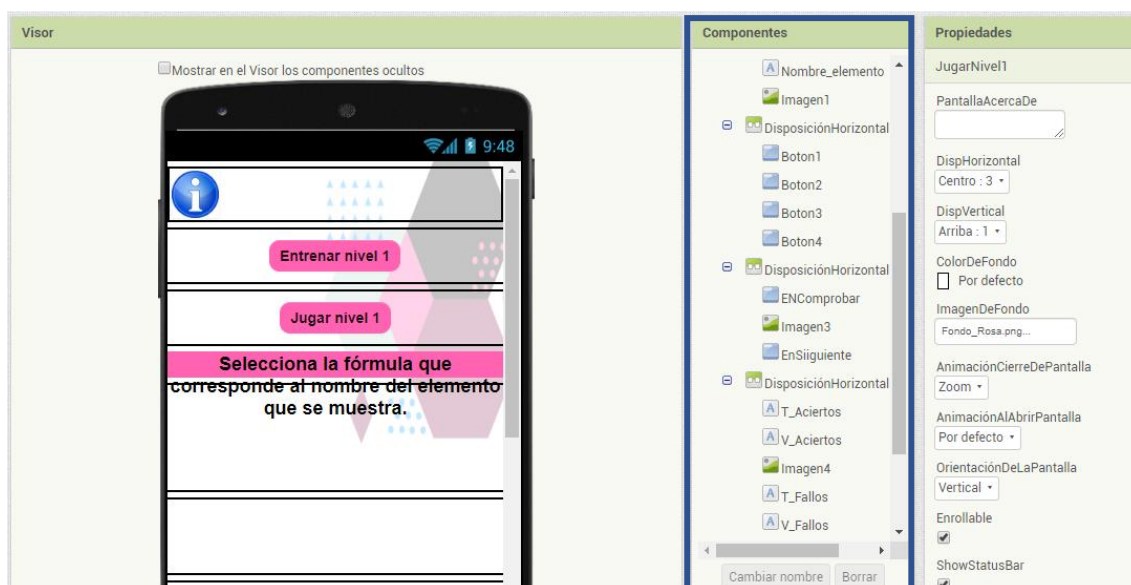


Ilustración 5. App Inventor Designer del nivel 1.

En cuanto a la programación del juego, en primer lugar, se ha creado una lista ordenada alfabéticamente, ver la Ilustración 6 con el nombre de los 44 elementos representativos y que los alumnos pueden encontrar con mayor probabilidad en los enunciados y problemas.

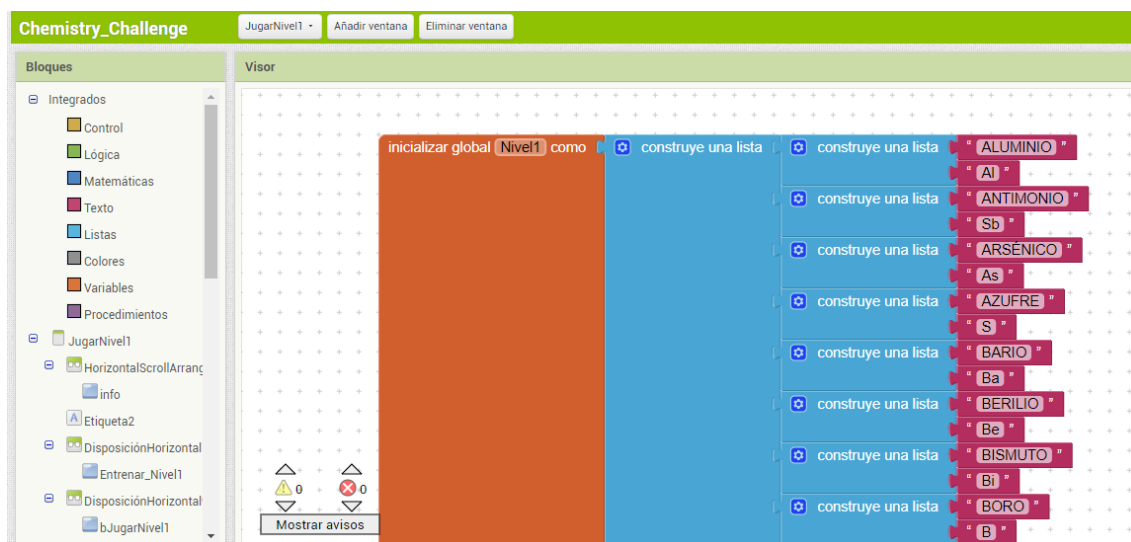


Ilustración 6. Lista ordenada de los elementos.

En cuanto al funcionamiento del juego, se define una función denominada nuevos botones, la programación de la función se representa en la Ilustración 7. Mediante la función nuevos botones, la aplicación selecciona un elemento al azar de la lista de elementos que se ha creado anteriormente, para ello se han programado los bloques del recuadro 1, y se indica que en la pantalla del nivel

debe aparecer el nombre del elemento seleccionado en la etiqueta del componente.

Dentro de la misma función, en la Ilustración 7 y en el recuadro 2, se puede observar que se ha especificado los elementos que debe tomar la función en caso de que el elemento de la lista elegido al azar sea el último o los dos primeros. Para el resto de los elementos, la función selecciona los dos elementos siguientes de la lista y el elemento anterior de la lista. De este modo se pretende aumentar la dificultad del juego, ya que, los elementos más próximos entre sí suelen tener símbolos químicos más parecidos, puesto que están ordenados alfabéticamente.

A continuación, en el recuadro 3 de la misma ilustración, se crea una sublista con los cuatro elementos que se han elegido de la lista de elementos principal. Los símbolos químicos de cada uno de estos elementos aparecerán en los cuatro botones destinados para ello, para evitar que los botones siempre estén en el mismo orden, se programa una función aleatoria, que es la que se observa en el recuadro como “cont” y de este modo se consigue que en cada ocasión los botones estén distribuidos de forma aleatoria. La última parte de la programación de la función nuevos botones indica a cada uno de los botones el símbolo químico que deberá mostrar en la pantalla.

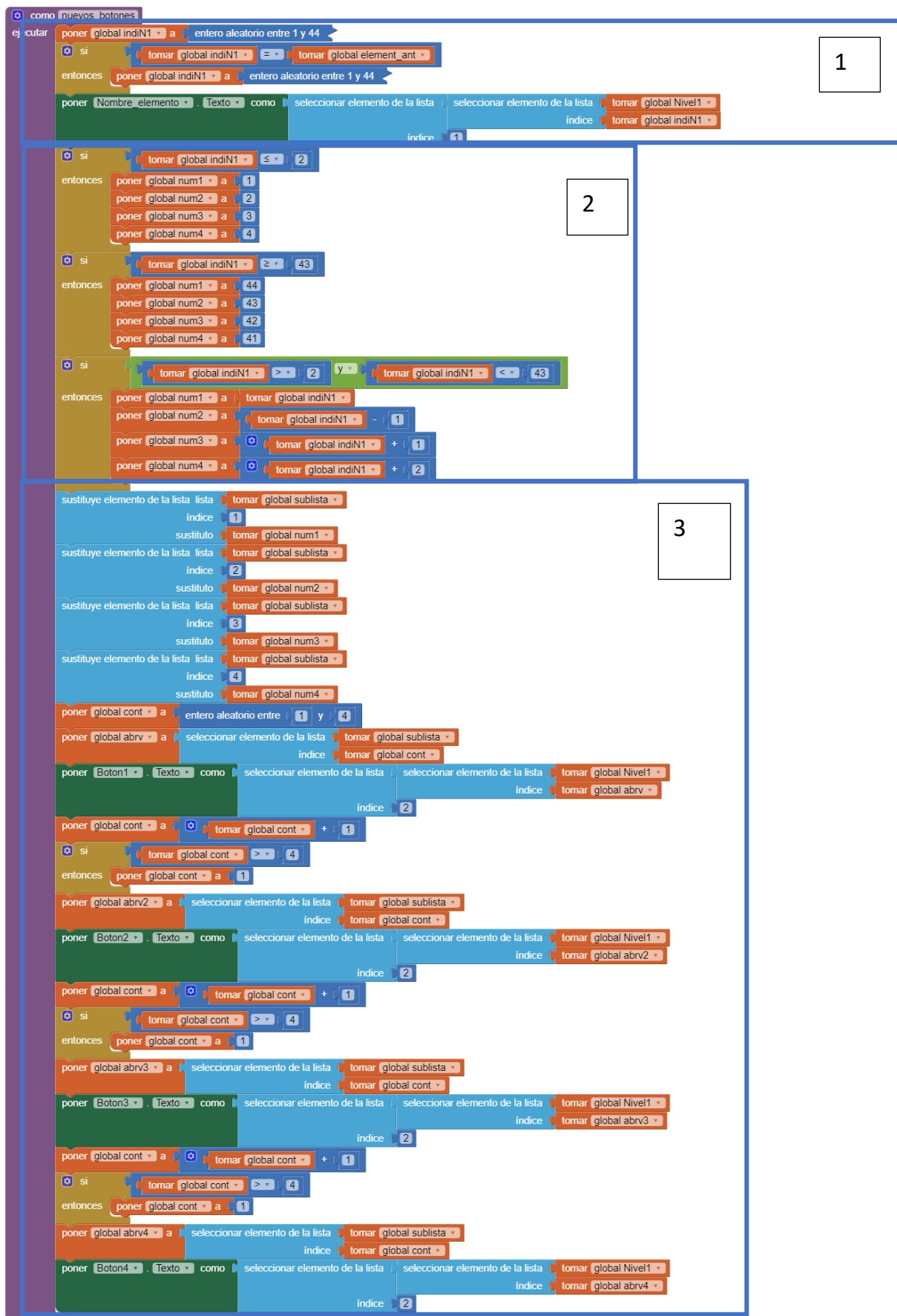


Ilustración 7. Función nuevos_botones

Por último, se ha creado la función ENComprobar, asociada al botón comprobar. Dicha función comprueba si la solución propuesta por el jugador es correcta o no y se muestra en la Ilustración 8. Para ello se compara el contenido del botón que ha seleccionado el alumno en la aplicación con el contenido que se había seleccionado al azar, está programado en el recuadro 1.

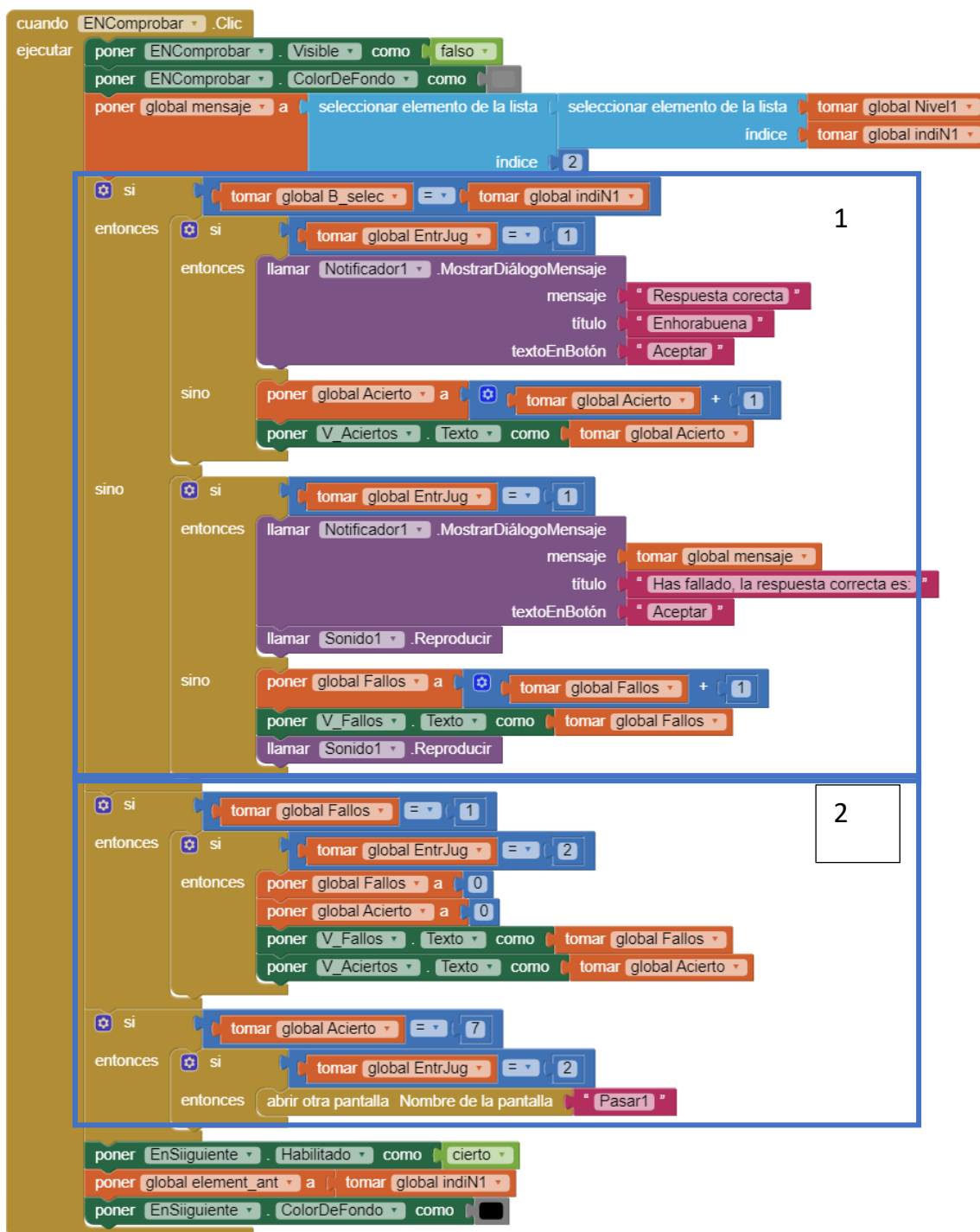


Ilustración 8. Programación de la función ENComprobar.

Si ambos coinciden es un acierto, de lo contrario se contabiliza como fallo. En ambos casos la función aumenta en 1 el valor de la etiqueta número de aciertos o fallos.

Por otra parte, en la misma función, se programa un notificador que aparecerá únicamente en el modo entrenar, los bloques que corresponden al notificador aparecen en el recuadro 1. Si la respuesta es correcta felicitará al alumno, de lo contrario mostrará la respuesta correcta.

Finalmente, dentro del recuadro 2 de la Ilustración 8, se programa la aplicación para que se reinicie si el alumno realiza un fallo y si el alumno acierta siete símbolos químicos seguidos ha superado el nivel, y acceder a una pantalla de felicitaciones que contiene la contraseña para pasar al nivel 2, dicha contraseña es "Elementos".

5.1.4 NIVEL 2.

Contenido.

A través del material interactivo preparado en el segundo nivel se trabaja la nomenclatura de compuestos binarios, en concreto, sales binarias, óxidos e hidruros, siguiendo las normas IUPAC.

Explicación de la actividad.

El nivel 2 tiene como objetivo que los alumnos sepan nombrar compuestos binarios sencillos siguiendo las normas IUPAC, ya que, la formulación de compuestos es necesaria para la resolución de problemas en química y para conocer los compuestos de especial interés.

Al acceder al segundo nivel, ya sea en modo entrenamiento o en modo juego, se observa en la pantalla del dispositivo la fórmula química de un compuesto y cuatro desplegables, mediante las opciones de dichos desplegables los alumnos deben nombrar el compuesto que se muestra. El primero y el tercero de los desplegables muestran prefijos, el segundo muestra el nombre del elemento que actúa como no metal, por tanto, tiene el sufijo -uro y el cuarto desplegable muestra el nombre de los elementos. En la Ilustración 9 se muestra un ejemplo con las soluciones correctas que los alumnos deberían seleccionar, es este caso la pantalla corresponde al modo entrenamiento.



Ilustración 9. Captura de pantalla del nivel 2.

En este nivel y en la opción de juego, los alumnos deben nombrar correctamente cinco compuestos y como máximo pueden realizar tres errores, de lo contrario vuelven a iniciar el nivel y el número de aciertos y fallos vuelve a ser 0 como al inicio. En este caso se permiten dos fallos más que en el nivel anterior debido a que la dificultad es mayor y con el objetivo de que los alumnos tengan margen para aprender del error.

En cuanto a la programación del juego, en primer lugar, se ha creado una lista, como ejemplo se muestran en la Ilustración 10 las tres primeras entradas de dicha lista. Para cada elemento de la lista se ha indicado la fórmula química, el nombre completo del compuesto y la opción correcta de cada uno de los cuatro desplegables.

Las fórmulas están escritas mediante el lenguaje de programación html, para que al escribirlas en la pantalla la aplicación reconozca los subíndices y los represente como tal.

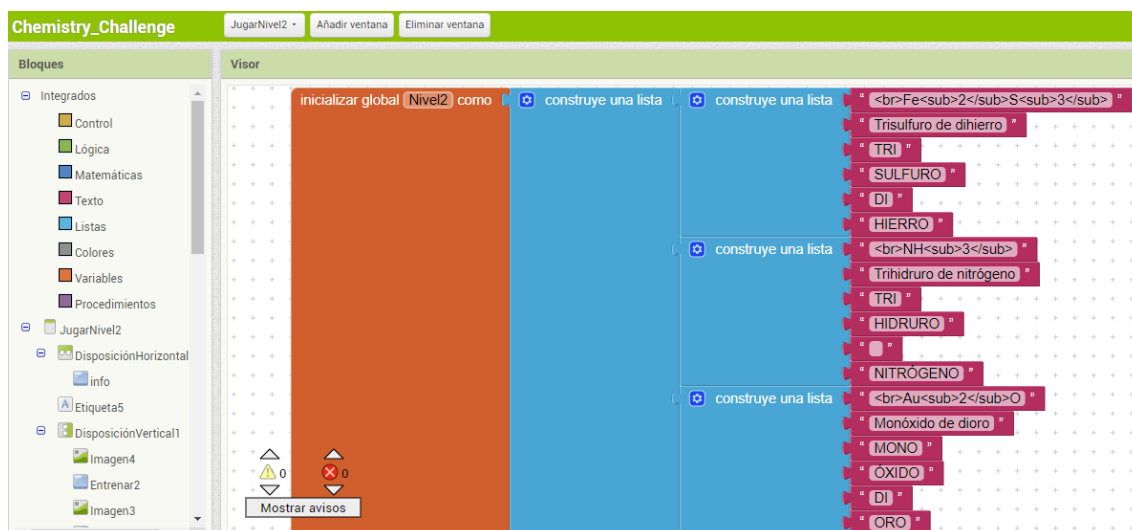


Ilustración 10. Lista creada para el nivel 2.

En el segundo paso se crean las sublistas, que son las que se muestran en los desplegados. Se indica que cada opción solo debe aparecer una vez en el desplegable, aunque en la lista aparezca en más de una ocasión. Por ejemplo, aunque el prefijo di- aparezca en cinco compuestos solo debe aparecer una vez en el desplegable.

A continuación, se define la función para seleccionar el elemento de la lista que será la incógnita. En la pantalla aparece la fórmula química que dicho compuesto y el alumno debe seleccionar la opción correcta de cada uno de los cuatro desplegados.

Por último, con el botón comprobar el programa comprueba si las opciones que se han seleccionado son correctas para dicha fórmula, dependiendo del resultado el juego suma un acierto o un fallo.

Finalmente, cuando el alumno nombra correctamente cinco compuestos, accede automáticamente a la pantalla de felicitaciones que permite pasar al tercer nivel utilizando la contraseña que se muestra, que es "Reactivo".

5.1.5 NIVEL 3.

Contenido.

A través del material interactivo preparado en el tercer nivel de la aplicación se trabaja la formulación de compuestos binarios, tales como, sales binarias, óxidos e hidruros, siguiendo las normas IUPAC.

Explicación de la actividad.

El objetivo del nivel 3 es formular compuestos binarios sencillos siguiendo las normas IUPAC, ya que, forma parte de la base en química y es necesario saber formular compuestos para poder resolver problemas de todo tipo.

Al acceder a cualquiera de los dos modos del juego, se observa en la pantalla del dispositivo desde el que se está jugando, el nombre de un compuesto químico que se ha escrito siguiendo las normas IUPAC. Además, también se observan cuatro desplegables, los alumnos deben seleccionar en cada desplegable la opción correcta para formular el compuesto que se le indica en cada caso.

Para formular compuestos químicos es necesario escribir el símbolo de los elementos y los subíndices de cada uno de los elementos. Por tanto, en el juego el primer y el tercer desplegable muestran los símbolos de los elementos químicos, mientras que el segundo y el cuarto muestran los posibles subíndices que pueden tener los elementos. En la Ilustración 11 se muestra una captura de pantalla del nivel 3 que se observa al acceder al modo entrenar. Además, en la Ilustración 12 se observan cuatro capturas de pantalla con los cuatro desplegables que hay en el tercer nivel, tal y como verían los alumnos mientras juegan en éste.



Ilustración 11. Captura de pantalla del nivel 3.

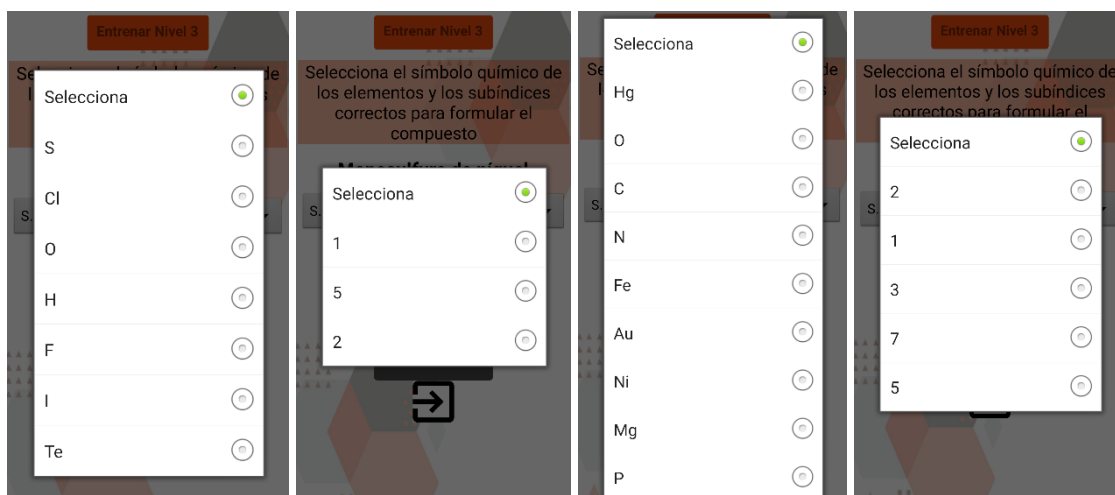


Ilustración 12. Desplegables del nivel 3.

La programación del tercer nivel es similar a la del segundo nivel. La principal diferencia es la lista inicial que contiene las opciones de los cuatro desplegados y las soluciones correctas para cada caso.

Para superar el tercer nivel, los alumnos deben acceder al modo juego y deben formular correctamente cinco compuestos, además como máximo pueden realizar tres errores, de lo contrario vuelven a iniciar el nivel y el número de aciertos y fallos vuelve a ser 0 como al inicio. Del mismo modo que en los niveles anteriores, se muestra la contraseña para acceder al cuarto nivel que es "Ciencia".

5.1.6 NIVEL 4.

Contenido.

En el cuarto nivel de la aplicación que se ha creado se trabajan las reacciones químicas, en concreto el ajuste de reacciones.

Explicación de la actividad.

El objetivo del cuarto nivel es ajustar reacciones químicas sencillas. Para crear el nivel se han seleccionado reacciones químicas que tengan dos reactivos y dos productos, se debe a que la estructura de la pantalla y los componentes que se utilizan para programar debe ser igual durante todo el nivel.

Al acceder a dicho nivel, en la pantalla aparece una reacción en la que delante de cada compuesto, ya sea reactivo o producto, aparece una casilla para que los alumnos escriban el número adecuado para que la reacción esté ajustada, en la

Ilustración 13 se muestra la pantalla que los alumnos verían del nivel (izquierda) y uno de los notificaciones que aparecen cuando la solución no es correcta en el modo entrenamiento (derecha).

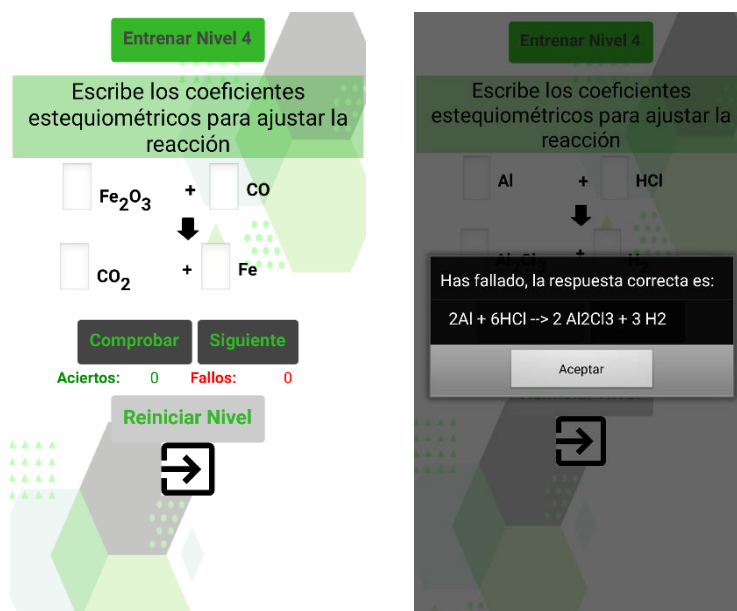


Ilustración 13. Captura de pantalla del nivel 4.

En cuanto a la programación del juego, en primer lugar, se ha creado una lista en la que en cada ítem hay una reacción química, a su vez, para cada elemento de la lista se han indicado las fórmulas químicas de los reactivos y los productos, así como los coeficientes estequiométricos correctos para ajustar la reacción.

A continuación, se define la función mediante la que la aplicación selecciona una reacción al azar y muestra todas las sustancias químicas de dicha reacción ordenados en la pantalla. En la primera línea están los reactivos y en la segunda los productos.

Por último, con el botón comprobar se ha creado una función para que el programa compruebe si los coeficientes que se han escrito los alumnos son correctos para el ajuste de la reacción, dependiendo del resultado el juego suma un acierto o un fallo.

En este nivel y en la opción de juego, los alumnos deben ajustar correctamente cuatro reacciones y como máximo pueden realizar dos errores, de lo contrario vuelven a iniciar el nivel y el número de aciertos y fallos vuelve a ser 0 como al inicio. Al superar el nivel aparece una pantalla de felicitaciones por haber superado el juego.

5.2 JUEGO DE MESA: RESOLVIENDO EL ASESINATO.

5.2.1 OBJETIVO Y ELEMENTOS DEL JUEGO.

Es un juego que se ha diseñado de forma general y que se puede adaptar a cualquier tipo de contenido. A continuación, se detalla el objetivo y los elementos del juego.

El juego se basa en que ha habido un asesinato en el interior de una casa, y los alumnos, agrupados en equipos, deben descubrir quién ha sido el asesino, con qué arma lo ha asesinado y en qué habitación.

Para poder incluir cualquier tipo de contenido al juego se deben cumplir dos requisitos:

- Debe basarse en una serie de conceptos concretos.
- Debe haber una relación entre los distintos conceptos.

En cuanto a la disposición del aula y organización de los alumnos, el juego se ha ideado para grupos de 5 o 6 alumnos, para que puedan en grupos siguiendo la metodología cooperativa “Uno por todos”. Durante el juego los grupos de alumnos resuelven problemas, actividades o ejercicios de los contenidos para los que se ha adaptado el juego, a partir de este momento, en el trabajo se les llama problemas, pero puede ser cualquier tipo de enunciado que el docente considere oportuno. Cada uno de los problemas se resuelven trabajando en grupo, por ello, el aula debe tener una disposición en la que cada grupo pueda trabajar en una parte de ella.

En el juego, el arma y la habitación la resuelven mediante las pistas que se les entregan al resolver los problemas mientras que el asesino lo resuelven por descarte, preguntando al resto de grupos, ya que, la carta de científicos que no tiene ningún grupo es la que corresponde al asesino.

Los materiales necesarios para diseñar el juego son un tablero del juego, que tiene varias habitaciones, cartas de beneficio, cartas de científicos, cartas de habitaciones y un sobre. La utilidad de cada uno de los materiales es la siguiente:

Tablero: Se puede observar en la Ilustración 14. Consta de cinco habitaciones, cada una de las habitaciones debe ser un concepto propio del contenido que se pretende tratar con el juego. Además, cada una de las habitaciones tiene asociado un problema que los alumnos deben resolver para poder obtener pistas que les permitan resolver el asesinato.



Ilustración 14. Tablero del juego general.

Cartas de beneficio: Son tres cartas que otorgan un privilegio al grupo que las tenga. Los alumnos deben tener las cartas de beneficio para poder utilizarlas durante el juego, a saber: carta de espionaje, carta de pista y carta de pregunta. Por tanto, los alumnos deben tener dichas cartas en su poder en el momento del juego, para ello el docente debe seleccionar el modo oportuno de repartirlas, por ejemplo, al inicio del juego mediante sorteo o utilizando las cartas como recompensa en los días previos al juego. Las cartas se han diseñado y se muestran en la Ilustración 15. Los privilegios que se pueden obtener son:

- Espionaje: el grupo puede ir a observar cómo otro de los grupos ha resuelto un problema asociado a una de las habitaciones.
- Pista extra: el grupo obtiene una pista adicional que le ayudará a resolver uno de los tres factores del asesinato.
- Pregunta: el grupo puede realizar una pregunta al profesor sobre la resolución de uno de los problemas.



Ilustración 15. Cartas de beneficio.

Cartas de científicos: Debe haber una carta para cada grupo y una que sobre. Para desarrollar el juego, el número de grupos dependerá del número de alumnos de la clase. Cada grupo de alumnos tendrá una carta de un científico desde el inicio del juego y la carta restante la tendrá el profesor. En la Ilustración 16, la primera carta es una plantilla de las cartas de científicos que el docente debe completar para adaptar al contenido que se pretende trabajar. El asesino es el científico que esté en la carta que tiene el profesor y los alumnos deben descubrir qué científico es a partir de las pistas que obtienen.

Cartas de habitaciones: En este caso hay una carta para cada habitación. Estas cartas no se reparten entre los alumnos, sirve para que el docente pueda introducir la carta de habitación que es la solución en el sobre. La plantilla para completar la carta se encuentra en la Ilustración 16 en la parte central.

Carta del arma: Su utilidad es la misma que la carta de habitación, el docente debe completarla con la solución e introducirla en el sobre. Se encuentra en la Ilustración 16 en la parte derecha.



Ilustración 16. Carta de científico, habitación y arma.

Sobre: En él se debe incluir desde el inicio del juego y sin que ninguno de los alumnos lo pueda ver las tres cartas que serán las que correspondan a la resolución del asesinato. Por tanto, dentro del sobre habrá una carta correspondiente a una habitación, una carta correspondiente a un asesino y una carta correspondiente a un arma.

5.2.2 FUNCIONAMIENTO DEL JUEGO.

El juego se lleva a cabo sobre el tablero que se ha mostrado en la Ilustración 14.

Las normas para poder desarrollar el juego son las siguientes:

1. En cualquier momento durante el juego, los alumnos pueden utilizar las cartas de beneficio que tengan en su grupo. Depende únicamente de su elección, para ello deben avisar al docente que les ayudará a obtener el beneficio asociado a la carta que el grupo tenga.
2. Al inicio de la actividad, se decide el orden de participación de los grupos mediante un dado o un sorteo. A partir de este momento, el turno de cada uno de los grupos depende de la resolución de los problemas, es decir, cuando un grupo de alumnos resuelva un problema debe avisar al profesor y vuelve a ser su turno.
3. Todos los grupos empiezan desde la habitación central. En el caso del tablero que se muestra en la Ilustración 14, en la Habitación 4.
4. Para poder desplazarse desde la habitación central a cualquier los alumnos deben decir la contraseña para poder pasar. Dicha contraseña es la relación que une las dos habitaciones, tal y como se ha comentado en el objetivo y elementos del juego, las relaciones entre los conceptos son necesarias para poder aplicarlo. Si el grupo de alumnos no sabe indicar la relación, debe buscar otra habitación a la que desplazarse.
5. Cuando los alumnos entran en una habitación por primera vez, se les entrega un problema asociado a la habitación que deben resolver. Dicho problema deben resolverlo utilizando la estructura de aprendizaje cooperativo “uno por todos”, es decir, todos deben resolver el problema en sus cuadernos y el profesor elegirá al azar a uno de ellos para observar el trabajo realizado (Naranjo et al., 2008). El resultado de dicho alumno valdrá por el de todo el grupo, por ello, todos los alumnos tienen interés en que todos los compañeros realicen los problemas.
6. Cuando resuelven el problema asociado a la habitación en la que se encuentran, se les entrega una pista, que está relacionada con la habitación en la que se ha realizado el asesinato o con el arma homicida.

Además, tienen la oportunidad de preguntar al grupo de compañeros que elijan por la carta de científico que dicho grupo tiene.

- Al completar los cinco problemas, uno por cada habitación, los alumnos tienen todas las pistas que les permiten resolver el asesinato.

En la Ilustración 17 se muestra a modo de esquema el funcionamiento del juego para una de las habitaciones, los alumnos lo repetirían cinco veces, una por habitación.

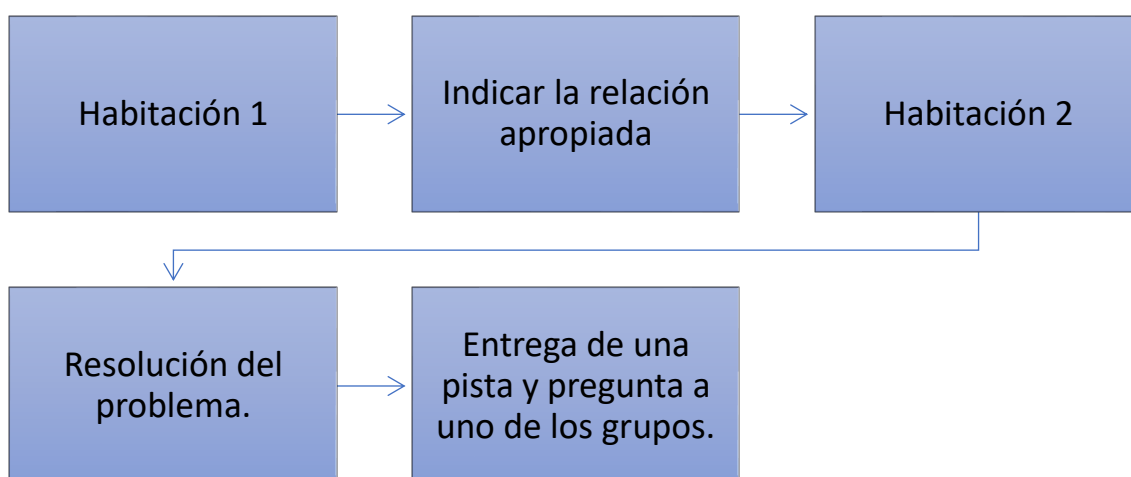


Ilustración 17. Esquema del funcionamiento del juego

5.2.3 JUEGO ADAPTADO A LA ASIGNATURA DE FÍSICA Y QUÍMICA.

Para poder desarrollar el juego se han planteado y diseñado unas actividades previas, puesto que durante el juego se utilizan unas cartas de beneficios, y en este caso, se ha propuesto que el modo de obtener dichas cartas sea mediante la resolución de algunas de las actividades previas. Además, las actividades previas que se proponen sirven también para trabajar los conceptos que los alumnos deben conocer para poder superar el juego. Para el juego que se ha creado los conceptos están relacionados con el concepto de mol, el ajuste de reacciones y la ley de la conservación de la masa.

Para el diseño y creación de las actividades previas se han utilizado varios recursos:

- **JClic.** Mediante la plataforma de JClic Author se han creado una serie de actividades para tratar contenidos haciendo uso de las TIC mediante juegos sencillos para emplear la gamificación en las aulas.

- **Kahoot.** A través de la página web kahoot.it se ha creado un cuestionario en el que se incluyen preguntas teóricas y problemas que los alumnos deben resolver. De este modo, se utiliza las TIC en el aula y se aumenta la motivación de los alumnos por ser los ganadores del juego.
- **Candados digitales.** Realizan la misma función que un candado. A través de la web los alumnos deben introducir una contraseña para poder abrirlos. Se han creado a partir de la siguiente plataforma <https://eduescaperoom.com/generador-candado-digital/>. En este trabajo, se han utilizado dos candados digitales para ocultar dos cartas de beneficios y cuyas claves de apertura son las soluciones de distintos problemas. De este modo, los alumnos tienen como motivación para resolver los problemas conseguir el código que abre el candado y la carta de beneficio que hay en su interior.

Actividad previa 1.

Contenido.

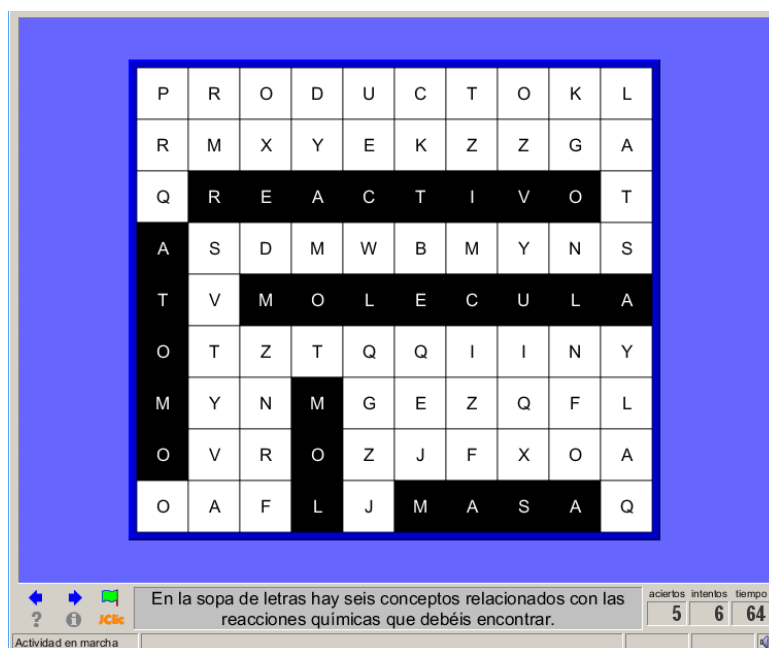
A través del material interactivo preparado se tratan contenidos propios de las reacciones químicas. En concreto las definiciones de conceptos básicos tales como mol, reactivo, producto, molécula, átomo y masa.

Explicación de la actividad.

La actividad tiene como objetivo motivar a los alumnos a estudiar el tema propuesto de manera autónoma, ya que, deben ir completando las distintas actividades de manera individual y conociendo los conceptos y relaciones que se trabajan.

La actividad, que se pueden descargar a partir del siguiente enlace, se ha creado mediante la plataforma JClíc Author y consta de tres pantallas que se detallan a continuación.

<https://drive.google.com/open?id=1oN1Ydm0kKWFf13IJ5dBq3jZvhESombP>

Pantalla 1.*Ilustración 18. Sopa de letras.*

La captura de pantalla que se muestra en la Ilustración 18 consiste en una sopa de letras, en la que los alumnos deben encontrar seis palabras relacionadas con las reacciones químicas, las cinco que se indican en la imagen y en la primera línea se puede encontrar PRODUCTO. Se pretende que adquieran vocabulario de una manera que aumente su motivación, además cinco de estas palabras son el nombre de las habitaciones del tablero del juego.

Pantalla 2.

En la segunda pantalla, que se muestra en la Ilustración 19, los alumnos deben unir cada uno de los conceptos con su definición. El objetivo de la actividad es que los alumnos trabajen el significado de las palabras que han encontrado en la primera pantalla. Cuando los alumnos unan cada concepto con su definición deben anotarla en sus libretas para que puedan acceder a dicha información en cualquier momento.

Conjunto definido de átomos que forma una sustancia con propiedades específicas	Partícula más pequeña de un elemento químico	Cantidad de cualquier sustancia que contiene el número de Avogadro de partículas	Masa	Mol	Producto
Magnitud que expresa la cantidad de materia de un cuerpo	Sustancia o compuesto añadido a un sistema para provocar una reacción química	Sustancia o compuesto que se produce en una reacción química	Átomo	Reactivo	Molécula

Relaciona cada concepto con su definición

aciertos: 0 intentos: 0 tiempo: 13

Actividad en marcha

Ilustración 19. Contenido de la actividad sobre relacionar los conceptos

Las soluciones de la pantalla son:

- Masa: Magnitud que expresa la cantidad de materia de un cuerpo.
- Mol: Cantidad de cualquier sustancia que contiene el número de Avogadro de partículas.
- Producto: Sustancia o compuesto que se produce en una reacción química.
- Átomo: Partícula más pequeña de un elemento químico.
- Reactivo: Sustancia o compuesto añadido a un sistema para provocar una reacción química.
- Molécula: Conjunto definido de átomos que forma una sustancia con propiedades específicas.

Pantalla 3.

En la última pantalla de la actividad, los alumnos deben identificar los conceptos que se relacionan mediante el número de Avogadro. Para ello deben seleccionar los conceptos adecuados de la Ilustración 20. En este caso, la solución es Mol, Átomo y Molécula, por tanto, los alumnos deben señalar los tres conceptos. Ya que, un mol es un “paquete” de $6.022 \cdot 10^{23}$ átomos o moléculas.

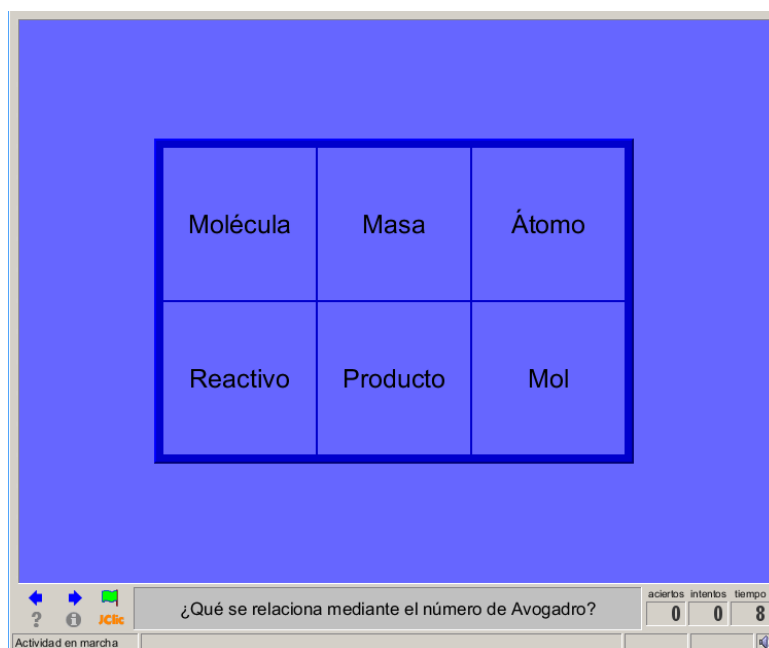


Ilustración 20. Actividad sobre identificar los conceptos.

Actividad previa 2.

Contenido.

A través de los problemas que se plantean para poder abrir los candados digitales se trabajan los siguientes contenidos:

- Resolución de problemas estequiométricos sencillos.
- Ajuste de reacciones
- Ley de la conservación de la masa.

Explicación de la actividad.

El objetivo de dicha actividad es abrir dos candados digitales, que se han creado a través de la plataforma [eduescaperoom](https://www.eduescaperoom.com/). Para crear los candados se rellena un formulario indicando la pregunta que se quiere introducir en el candado, los datos que los alumnos deben introducir como contraseña, así como el diseño de la pantalla que los alumnos observarán al acceder al candado digital y la pantalla que observarán al abrir el candado.

Para realizar la actividad se propone que los alumnos trabajen en grupos, que serán los mismos grupos que se utilizarán para el juego “Resolviendo el asesinato”.

Cada uno de los candados se ha utilizado para ocultar una carta de beneficios, cuando los alumnos introducen la contraseña, que es el resultado del problema que se les plantea, el candado se abre y muestra la carta que guardaba en su interior, como ejemplo en la Ilustración 21 se muestra la pantalla al abrir el segundo candado. El primer grupo que consiga resolver el problema de manera correcta y abrir el candado será el que gane la carta que podrá usar durante el juego de mesa “Resolviendo el asesinato”.

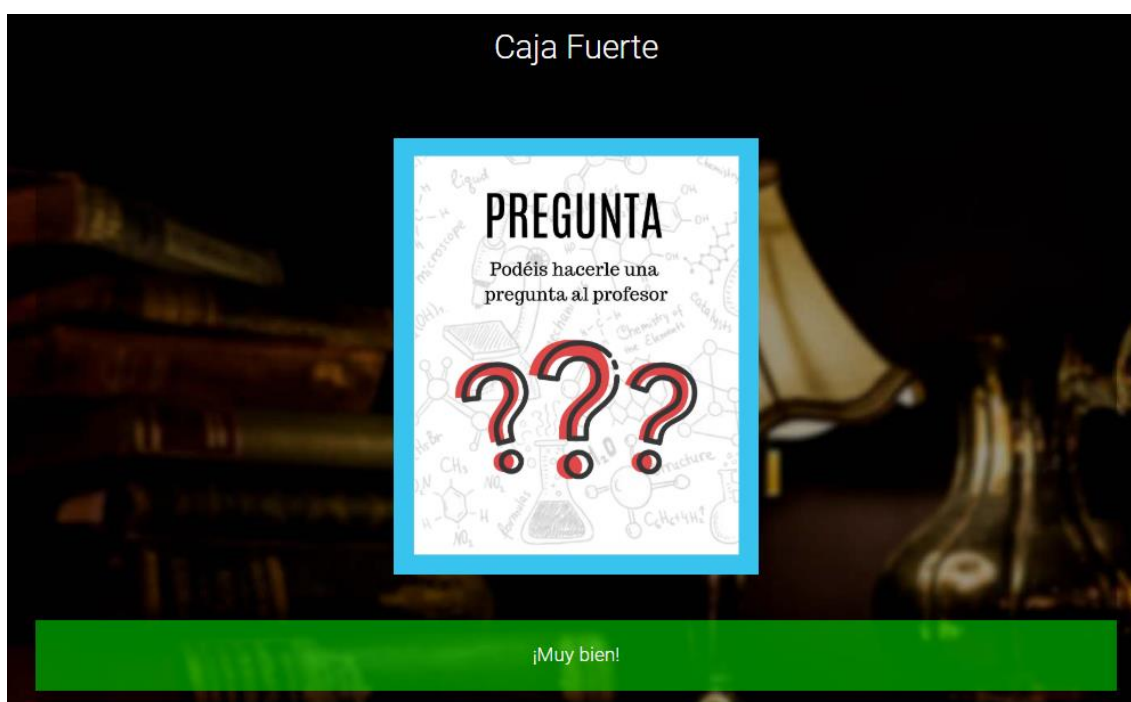


Ilustración 21. Contenido del candado digital.

A continuación, se muestran el enunciado y la solución del primer candado, y en la Ilustración 22 el código QR a partir del que se puede acceder al candado en caso de desarrollar el juego en el aula de clase y de utilizar los teléfonos móviles de los alumnos, y la carta de beneficios que se obtiene al abrir el primer candado. En caso de no poder acceder al candado mediante el código QR, también se puede acceder a partir del [siguiente enlace](#).

Enunciado del problema asociado al primer candado: Si tenemos 16 moles de agua oxigenada ¿Cuántos gramos hay?

$$M(H_2O_2) = 2 * 1 + 2 * 16 = 34 \text{ g/mol}$$

$$16 \text{ moles} * \frac{34 \text{ gramos}}{1 \text{ mol}} = 544 \text{ gramos}$$

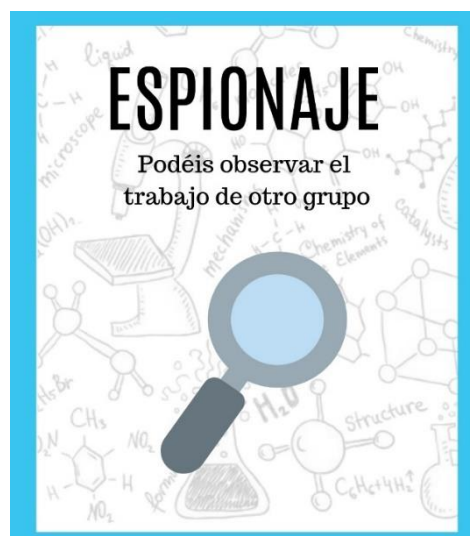


Ilustración 22. Código QR y carta de espionaje.

Por último, se muestra el enunciado y la solución del segundo candado, que consiste en ajustar de una reacción química, se puede acceder al candado mediante el [siguiente enlace](#) o mediante el código QR que se muestra en la Ilustración 23. En este caso, al abrir la caja fuerte la carta de beneficios que los alumnos obtienen es la de pregunta al profesor, tal y como se muestra en la Ilustración 21.

La ecuación, ya ajustada se muestra a continuación y el código para abrir el candado son los coeficientes estequiométricos, es decir, 21221.

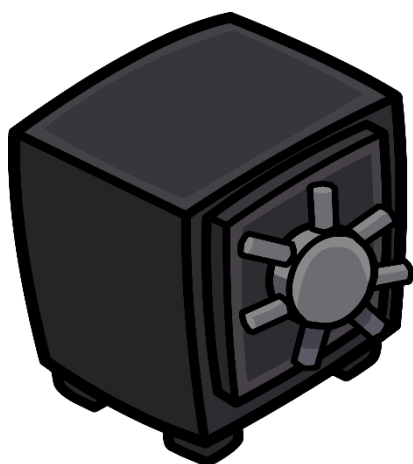
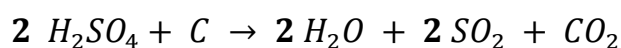


Ilustración 23. Caja fuerte y código QR del candado

Actividad Previa 3.

Contenido.

A través del Kahoot que se plantea para la actividad se tratan contenidos propios de las reacciones químicas. En concreto:

- Resolución de problemas estequiométricos sencillos.
- Ajuste de reacciones
- Ley de la conservación de la masa.
- Uso de conceptos básicos tales como mol, molécula, átomo y masa.

Explicación de la actividad.

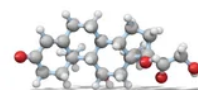
La actividad consiste en completar un cuestionario que se ha creado con la plataforma Kahoot, el cual se puede descargar desde el [siguiente enlace](#). Los alumnos deben agruparse en los equipos de aprendizaje cooperativo que ya se utilizaron en la actividad previa 2 y son los mismos grupos con los que se trabajará para resolver el juego de mesa

Durante la resolución del cuestionario, el móvil lo tendrá únicamente uno de los miembros del grupo, que será el encargado de resolver el problema con la ayuda de sus compañeros. Una vez finalizado el problema el móvil desde el que están jugando debe pasar al compañero de la derecha, para que todos los miembros del grupo participen en la resolución de las preguntas del cuestionario. Por este motivo, los alumnos disponen de mucho tiempo para resolver cada pregunta, ya que, no se trata de contestar rápido a las preguntas, sino de hacerlo bien entre todos. De este modo, todos participan y se ayudan, favoreciendo el aprendizaje entre iguales.

El cuestionario consta de seis preguntas, dos de ellas están relacionadas con el ajuste de ecuaciones, tres cuestiones son problemas estequiométricos sencillos y la última es una cuestión teórica acerca de la conservación de la masa en las reacciones químicas. En la Ilustración 24 se muestra, a modo de ejemplo, una de las cuestiones que los alumnos deben resolver, se trata de ajustar una reacción química. El resto de las preguntas y las soluciones de cada pregunta se recogen en el Anexo IV.

1 - Quiz

Ajustad la reacción de formación de agua a partir de hidrógeno y oxígeno



120 sec





	$\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$	✗
	$\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$	✗
	$\text{H}_2 + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$	✗
	$2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$	✓

Ilustración 24. Primera pregunta del Kahoot

A medida que los alumnos resuelven las preguntas, obtienen una puntuación en Kahoot que se basa en el tiempo que han tardado en contestar a la pregunta y si la respuesta es correcta o no.

Al finalizar el cuestionario, el grupo que obtenga la mayor puntuación obtendrá la última carta de beneficio que hay para el juego de mesa y que se muestra en la Ilustración 25. De este modo, se pretende que los alumnos contesten al cuestionario centrándose en las preguntas y no en ser los primeros que las resuelven.



Ilustración 25. Carta de beneficio "Pista extra".

Juego "Resolviendo el asesinato" adaptado a física y química.

Contenido.

Durante el juego se tratan los contenidos que se corresponden con las reacciones químicas y la ley de conservación de la masa. En concreto:

- Formulación de compuestos.
- Concepto de mol, moléculas, átomos, masa y las relaciones entre ellos.
- Ajuste de reacciones.
- Cálculos estequiométricos sencillos.

Explicación de la actividad.

La actividad tiene como objetivo resolver el asesinato que se ha producido en el interior de la casa donde están los científicos. Por ello, los alumnos deben descubrir la habitación donde se ha realizado el asesinato, el tipo de veneno que se ha utilizado como arma y quién de los científicos ha sido el asesino.

El fundamento del juego es que cada habitación tiene un problema asociado, cada uno de los problemas que se plantean para este juego y sus soluciones se muestran al final de este mismo apartado. Además, al resolver cada uno de los problemas los alumnos obtienen pistas para la resolución del asesinato.

Durante el juego, los alumnos deben trabajar de forma cooperativa siguiendo la metodología uno por todos. Dicha metodología consiste en que el profesor pide la resolución del problema a uno de los alumnos y de dicho resultado depende el de todo el grupo. De este modo, hay un interés generalizado de todo el grupo por lo que cada uno de los miembros resuelva el problema correctamente.

A continuación, se detalla cómo se resuelven cada una de las incógnitas que se plantean en el juego.

Asesino.

En este caso, la actividad se ha adaptado para una clase en las que hay 24 alumnos, por tanto, hay cuatro grupos de trabajo. Por este motivo, hay cinco cartas de científicos que se encuentran en el interior de la casa, en cada caso se puede adaptar el número de científicos al número de grupos que participan en el juego. Los científicos para el juego que se plantea son:

- Marie Curie, descubrió la radioactividad y consiguió dos premios Nobel.
- Alfred Nobel quien descubrió la dinamita.
- Albert Einstein que demostró la existencia de los átomos.
- Lise Meitner quien descubrió la fisión nuclear y tiene un elemento químico en su nombre, el Meitnerio.
- Blaise Pascal, investigó sobre el vacío y la presión.

El profesor esconde una carta elegida al azar en un sobre y reparte a cada grupo de alumnos una de las cartas de los científicos. Cada uno de los grupos de

alumnos, cuando sea su turno, puede preguntar a otro grupo cuál es el científico que tienen en su carta, de este modo, pueden saber quién ha sido el asesino, ya que, ninguno de los grupos tendrá dicha carta.

Cuando los alumnos resuelvan uno de los problemas, que están asociados a las habitaciones del tablero, se les proporcionará una de las pistas. En el caso concreto del juego que se plantea para la asignatura de física y química has dos pistas relacionadas con el veneno y tres pistas relacionadas con las habitaciones.

Veneno.

Al tratarse de la asignatura de física y química, el arma del crimen es un veneno. Las pistas para que los alumnos encuentren el veneno son:

1. Es un óxido.
2. Está formado por carbono.
3. El nombre del compuesto empieza con el prefijo DI.

De este modo, se pretende que los alumnos nombren el compuesto, siendo la solución el dióxido de carbono.

Habitación.

Las pistas para que los alumnos resuelvan esta parte del asesinato se basan en las relaciones que hay entre las habitaciones. En este caso, las pistas propuestas son:

1. Se puede acceder a la habitación mediante la relación entre átomos y moles, el número de Avogadro. (De esta pista sabemos que puede que la habitación sea átomos o moles)
2. Se puede acceder a la habitación mediante la relación entre átomos y su masa en umas. (De esta pista se deduce que la habitación es la de masa o átomos).

Dadas ambas relaciones la única habitación posible es la habitación denominada Átomos.

Todo el material necesario para poder realizar el juego, es decir, las cartas de habitaciones, las cartas de científicos, las cartas de beneficio y el tablero que se han diseñado para el juego adaptado a la asignatura de física y química se puede encontrar listo para imprimir en el Anexo V.

Al inicio de la actividad, se decide el orden de participación de los grupos mediante un dado o un sorteo. Todos los alumnos parten de la habitación central del tablero que se muestra en la Ilustración 26, denominada Mol. A continuación, cada grupo de alumnos elige la habitación a la que se quiere desplazar para resolver el primer problema.



Ilustración 26. Tablero del juego adaptado a Física y química.

Tal y como se indica en la descripción de la actividad, para moverse entre las distintas habitaciones, los alumnos deben indicar al profesor la relación que hay entre la habitación de partida y la de llegada. Por ejemplo, si un grupo se encuentra en la habitación de los moles y pretende ir a la de la masa, la relación entre ambas es la masa molar. Si el grupo de alumnos no sabe indicar la relación, debe buscar otra habitación a la que desplazarse.

Las relaciones que se utilizan para desplazarse entre dos habitaciones son las mismas que los alumnos utilizan durante la resolución de los problemas asociados a cada una de las habitaciones del tablero y se muestran en la Ilustración 27.

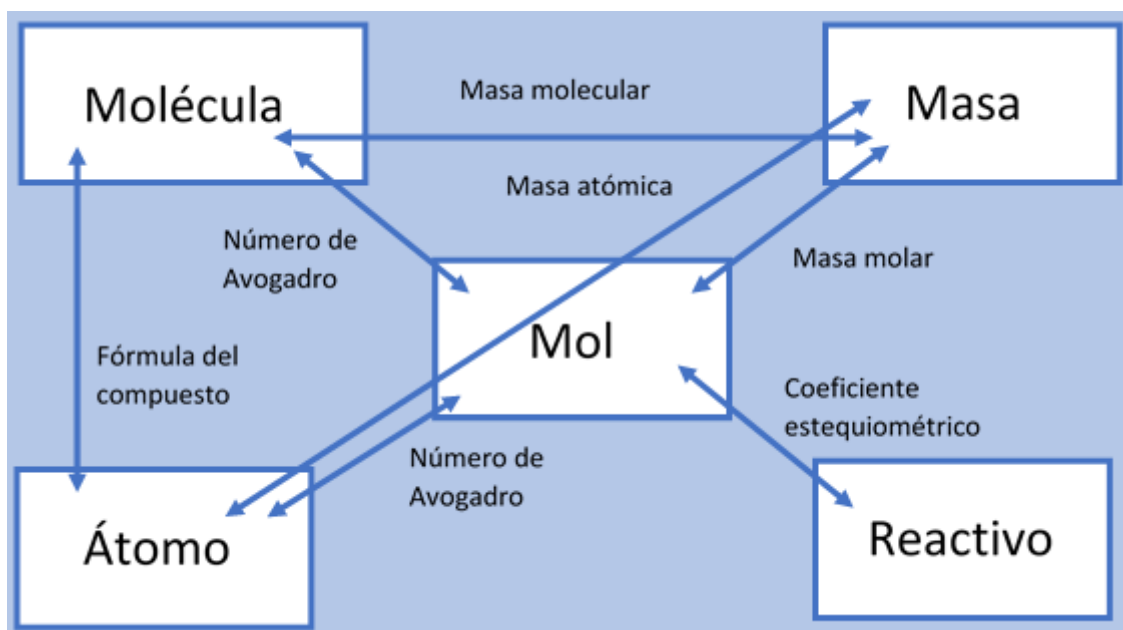


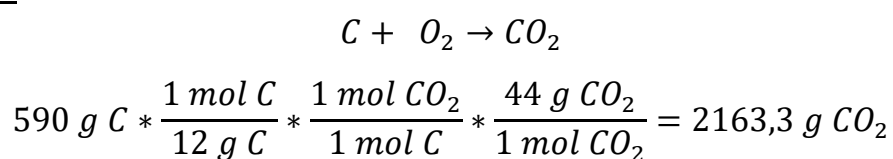
Ilustración 27. Relaciones entre las habitaciones.

A continuación, se encuentran cada uno de los problemas propuestos para las habitaciones, sus soluciones y las pistas que los alumnos reciben al resolver cada uno de los problemas.

1. Habitación gramos.

Problema: Calcular los gramos de dióxido de carbono que se pueden obtener a partir de 590 g de carbono.

Solución:



Pista asociada: El veneno es un óxido.

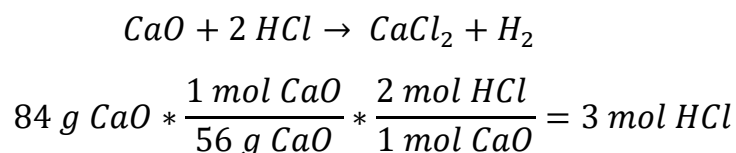
2. Habitación mol.

Problema: Dada la siguiente reacción química:

Óxido de calcio + cloruro de hidrógeno \rightarrow cloruro de calcio + agua

- a) Escribe y ajusta la ecuación química correspondiente.
 b) Si reaccionan 84 g de óxido de calcio, ¿qué cantidad de sustancia en mol de cloruro de hidrógeno será necesaria?

Solución:



Pista asociada: A la habitación en la que lo han asesinado se puede acceder mediante la relación entre átomos y moles.

3. Habitación moléculas.

Problema: El número de moles y de moléculas que hay en 204,1 g de una sustancia cuya masa molecular es de 774,5.

Solución:

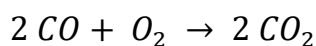
$$204,1 \text{ g} * \frac{1 \text{ mol}}{774,5 \text{ g}} = 0,26 \text{ mol}$$

$$204,1 \text{ g} * \frac{1 \text{ mol}}{774,5 \text{ g}} * \frac{6.022 * 10^{23} \text{ moléculas}}{1 \text{ mol}} = 1,59 * 10^{23} \text{ moléculas}$$

Pista asociada: Está formado por carbono.

4. Habitación átomos.

Problema: De acuerdo con la siguiente reacción, completa los huecos.



- Dos _____ de monóxido de carbono reaccionan con _____ molécula de _____ y se forman _____ moléculas de dióxido de carbono.
- _____ moles de monóxido de carbono reaccionan con un _____ de oxígeno y se forman _____ de dióxido de carbono.

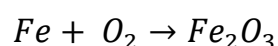
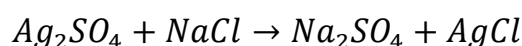
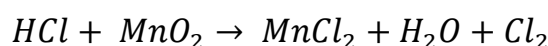
Solución: Dos **moléculas** de monóxido de carbono reaccionan con **una** molécula de **oxígeno** y se forman **dos** moléculas de dióxido de carbono.

Dos moles de monóxido de carbono reaccionan con un **mol** de oxígeno y se forman **dos moles** de dióxido de carbono.

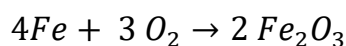
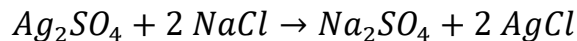
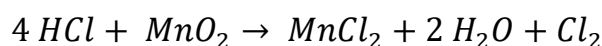
Pista asociada: Se puede acceder a la habitación en la que se ha producido el asesinato mediante la relación entre átomos y su masa en umas.

5. Habitación reactivos.

Problema: Ajusta las siguientes reacciones:



Solución:



Pista asociada: El nombre del compuesto empieza con el prefijo Di.

Por último, cabe destacar que el tipo de veneno puede variar en función de los contenidos relacionados con la formulación que se hayan tratado antes de poner en práctica el recurso. Además, se propone la alternativa de utilizar los nombres de los modelos atómicos como nombres de los científicos, de manera que las pistas sobre los científicos sean características de dichos modelos y, de este modo, trabajar más contenidos mediante el juego.

6 EVALUACIÓN DEL MATERIAL.

Los materiales didácticos que se han creado y desarrollado en el trabajo deben ser evaluados, ya que son materiales que se proponen como nuevos, y cuyo objetivo es mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para poder mejorar se debe conocer los posibles fallos que los materiales tienen y para ello, es necesaria una evaluación de dicho material (Bautista Liébana, Martínez Romero, & Sainz Ibáñez, 2012).

Con el fin de realizar una evaluación de los materiales es necesaria la colaboración de los alumnos, que son a quienes van dirigidos los materiales que se presentan y, por tanto, son quienes deben dar su opinión acerca del trabajo que han realizado con los mismos y las impresiones que han tenido en el proceso (Santos, 1991).

Para evaluar los materiales se ha elaborado el cuestionario, que se muestra en la Tabla 1, que los alumnos deben resolver cuando ya han trabajado con el material que en este trabajo se presenta. Los aspectos que se deben evaluar son la forma del material y los requisitos de aprendizaje de dicho material, es decir, la opinión de los alumnos sobre los contenidos que se trabajan y el nivel de dificultad para trabajar con dichos materiales (Cesteros, Romero, & Ranero, 2012).

En el cuestionario que se muestra a continuación los alumnos deben marcar la respuesta que creen más adecuada, siendo 1 Completamente en desacuerdo y 5 Completamente de acuerdo. Se debería realizar el cuestionario tras el uso de la aplicación y tras la finalización del juego de mesa, con el objetivo de evaluar cada uno de los materiales por separado.

Tabla 1. Cuestionario de los materiales.

Aspecto que evaluar	1	2	3	4	5
Los conocimientos previos me han ayudado a trabajar con el material.					
Mi motivación por trabajar ha aumentado con el material.					
Con el material he aprendido de mis errores.					
Trabajar con el material ha aumentado mi interés por la asignatura.					
Las explicaciones del material son claras.					
La presentación de las actividades es atractiva.					
Con el material he trabajado de manera más activa.					
¿Qué cambiarías o mejorarías del material con el que has trabajado?					

A partir de los resultados obtenidos en el cuestionario se debería realizar una reflexión crítica y modificar aquellos aspectos que hayan obtenido una calificación menor que 3. Con el objetivo de mejorar el material creado y conseguir el objetivo secundario con el que se ha creado que son aumentar la motivación y el interés de los alumnos hacia la asignatura de Física y Química.

Por último, cabe destacar que en el Anexo VI, se propone la evaluación del trabajo de los alumnos con cada uno de dichos materiales.

7 CONCLUSIONES Y VALORACIÓN PERSONAL.

En el presente Trabajo de Final de Máster (TFM), se presentan recursos didácticos que se centran en la gamificación. De este modo, se pretende que los alumnos participen de una manera más activa en el proceso de aprendizaje y aumentar su

motivación. Los recursos elaborados se pueden agrupar en dos bloques. El primer de ellos es la aplicación Chemistry Challenge, que combina la gamificación con las TIC. El segundo bloque es el juego de mesa Resolviendo el asesinato en el que se usan estructuras de aprendizaje cooperativo.

Es importante destacar que es necesario realizar cambios en el modo en el que se desarrollan las clases de física y química para conseguir que los alumnos aumenten su interés hacia dicha materia. Los recursos que se presentan pueden ser una opción para lograr dicho cambio, ya que, intentan involucrar al alumno en el proceso de enseñanza y aprendizaje y utilizar actividades que son más comunes para los adolescentes, es decir, juegos y videojuegos para facilitar dicho proceso.

La limitación principal que tiene este trabajo es que es puramente teórico, ya que, no se ha podido llevar a cabo en un aula para observar el resultado real que se obtendría al desarrollar las actividades en el aula. Sería muy interesante comprobar si los juegos que se plantean aumentan la motivación de los alumnos y favorecen un aprendizaje más activo por su parte. Además, se podría valorar si los alumnos aumentan el interés hacia la asignatura de física y química y hay más alumnos que eligen estudiar ciencias en cuarto de la ESO, ya que, es cuando los estudiantes empiezan a tomar sus propias elecciones y a encaminar su futuro.

En cuanto a la aplicación que se ha programado, se pueden realizar mejoras con las contraseñas, para no tener que introducirlas cada vez y también se puede mejorar tanto el diseño como los cambios entre las pantallas, pero para ello se debe tener más conocimientos sobre programación de los que yo poseo. Además, se podría tomar como base para crear futuras aplicaciones e incluso se podría utilizar la plataforma App Inventor para que los alumnos creen aplicaciones relacionadas con la asignatura de física y química sencillas, así se trabajaría en conjunto con la asignatura de Informática para obtener un producto final que sería la aplicación.

Desde mi punto de vista, el TFM me ha ayudado a plantear la asignatura desde una perspectiva diferente y ha sido un acercamiento a la creación de nuevos materiales didácticos y nuevas formas de enseñar la asignatura. Por otra parte, al realizar el trabajo he tenido mi primera experiencia programando, por tanto, he ampliado mis conocimientos en campos nuevos que me servirán en un futuro para crear otras aplicaciones como docente.

8 BIBLIOGRAFÍA.

- About Us. (s. f.). Recuperado de <http://appinventor.mit.edu/about-us>
- Bautista Liébana, J. R., Martínez Romero, R., & Sainz Ibáñez, M. (2012). La evaluación de materiales didácticos para la educación a distancia. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 4(1), 73-96. <https://doi.org/10.5944/ried.4.1.1192>
- Bellocchi, A. (2012). Practical considerations for integrating alternate reality gaming into science education. *Teaching Science*, 58(4), 43-46.
- Cesteros, A., Romero, E., & Ranero, I. (2012). Diez criterios para mejorar la calidad de los materiales didácticos digitales. *Actas de las VII Jornadas Campus Virtual UCM: valorar, validar y difundir Campus Virtual*, 25-34.
- Decreto 87/2015, de 5 de junio, del Consell. Diari Oficial de la Comunitat Valenciana, 10 de junio de 2015, núm. 7544. 1145p. (s. f.).
- Duit, R. (2006). LA INVESTIGACIÓN SOBRE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: Un requisito imprescindible para mejorar la práctica educativa. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(30), 741-770.
- Echeverri, J. F., & Sadler, T. D. (2011). Gaming as a Platform for the Development of Innovative Problem-Based Learning Opportunities. *Science Educator*, 20(1), 44-48. Recuperado de <https://search.proquest.com/docview/896624428?accountid=15297>
- García Aretio, L. (2016). El juego y otros principios pedagógicos. Su pervivencia en la educación a distancia y virtual. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 19(2), 9. <https://doi.org/10.5944/ried.19.2.16175>
- González, C. (2014). Estrategias de gamificación aplicadas a la educación y a la salud. *SIVE - Simposio Internacional de Videojuegos y Educación*.
- Gonzalo-Iglesia, J.-L., Lozano-Monterrubio, N., & Prades-Tena, J. (2018). *Noneducational board games in University Education. Perceptions of students experiencing Game-Based Learning methodologies*. *Revista Lusófona de Educação* (Vol. 41). <https://doi.org/10.24140/issn.1645-7250.rle41.03>
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1987). *Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning*, 2nd ed.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (1999). *El Aprendizaje cooperativo en el aula*. Buenos Aires [etc.] : Paidós.
- Jong, B. S., Lai, C. H., Hsia, Y. T., Lin, T. W., & Lu, C. Y. (2013). Using game-based cooperative learning to improve learning motivation: A study of online game

- use in an operating systems course. *IEEE Transactions on Education*, 56(2), 183-190. <https://doi.org/10.1109/TE.2012.2207959>
- Kapp, K. (2012). «The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies For Training And Education». *John Wiley & Sons*.
- Kriz, W. C., Tuomas, H. J., & Clapper, T. C. (2018). Game Science: Foundations and Perspectives. *Simulation & Gaming*, 49(3), 199-206. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1177/1046878118781631>
- Marbà Tallada, Anna; Márquez, C. (2010). Enseñanza de las ciencias : revista de investigación y experiencias didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 0019-0030.
- 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. <https://doi.org/0.5944/educXX1.14016>
- Naranjo, M., Pedragosa, O., & Riera, G. (2008). El Programa CA/AC (“Cooperar para Aprender / Aprender a Cooperar”) para enseñar a aprender en equipo. Implementación del aprendizaje cooperativo en el aula.
- Parker, D. C., & Brown, H. (2009). *Foundational Methods: Understanding Teaching and Learning*. Pearson.
- Pérez, F. Q. (2014). EL USO DE MINIJUEGOS EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE FÍSICA Y QUÍMICA DE BACHILLERATO. *Teoría de la Educación ; Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 15(3), 4-23.
- Pérez, F. Q. (2016). Gamificación y la Física – Química de Secundaria, 17, 6-9.
- Pujolàs Maset, P. (2008). El Aprendizaje cooperativo: 9 ideas clave. Barcelona: Graó.
- Salemi, M. (2006). An Illustrated Case for Active Learning. *Southern Economic Journal*. <https://doi.org/10.2307/1061730>
- Sanders, V. (2016). *The implementation and evaluation of teacher training in gaming instruction for secondary science: An action research project*. ProQuest Dissertations and Theses. Capella University, Ann Arbor.
- Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave : evaluar para aprender*. Barcelona : Graó.
- Santos-Rego, M. A., Lorenzo-Moledo, M. D. M., & Maño, D. P. C. (2009). Aprendizaje cooperativo: Práctica pedagógica para el desarrollo escolar y cultural. *Magis*.
- Santos, M. A. (1991). ¿Cómo evaluar los materiales? *Cuadernos de Pedagogía*, 194, 29-31.

Soto, C. F., Senra, A. I. M., & Neira, M. C. O. (2009). Ventajas del uso de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. *EDUTEC. Revista electrónica de Tecnología educativa*, (29), a119-a119.

The MIT App Inventor Library: Documentation & Support. (s. f.). Recuperado de <http://appinventor.mit.edu/explore/library>

Torres-Toukoumidis, Á., Ramírez-Montoya, M. S., & Romero-Rodríguez, L. M. (2018). Valoración y evaluación de los Aprendizajes Basados en Juegos (GBL) en contextos e-learning TT - Assessment and evaluation of Games-Based Learning (GBL) in e-learning contexts. *Education in the Knowledge Society*, 19(4), 109-128. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14201/eks2018194109128>

Vázquez Pérez, A. (2011). Plan-do-check-act en una experiencia tic en el aula: desde la idea a la evaluación. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (36), a162-a162. <https://doi.org/10.21556/EDUTEC.2011.36.398>

What is App Inventor? (s. f.). Recuperado de <http://appinventor.mit.edu/explore/content/what-app-inventor.html>

Anexo I**CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Criterio de evaluación	Actividad
3º.FQ.BL2.11 Diferenciar entre átomos y moléculas, y entre elementos y compuestos conocidos, a partir de su expresión química y presentar, utilizando las TIC, las propiedades y aplicaciones de algún elemento y/o compuesto químico de especial interés a partir de una búsqueda guiada de información.	Nivel 1 de la aplicación.
3º.FQ.BL2.12 Nombrar y formular compuestos binarios siguiendo las normas IUPAC.	Nivel 2 de la aplicación. Nivel 3 de la aplicación.
3º.FQ.BL3.1 Explicar las reacciones químicas como cambios de unas sustancias en otras: identificando cuales son los reactivos y los productos de reacciones químicas sencillas representadas mediante ecuaciones químicas, interpretando la reacción química partir de la teoría atómico-molecular y la teoría de colisiones, comprobando experimentalmente que se cumple la ley de conservación de la masa, ajustando ecuaciones químicas sencillas utilizando el concepto de mol para realizar cálculos estequiométricos básicos.	Nivel 4 de la aplicación. Actividad previa 1. Actividad previa 2. Actividad previa 3. Juego de mesa adaptado a la asignatura de Física y química.

Anexo II

PROGRAMACIÓN DE LOS ELEMENTOS COMUNES.

La programación para inicializar la pantalla del juego se muestra en la Ilustración 28.



Ilustración 28. Programación al inicializar el nivel.

Mediante los bloques de programación del botón información, Ilustración 29, al mantener pulsado el botón aparece el texto de la información y al soltar desaparece.



Ilustración 29. Programación del botón información.

Una de las funciones que se ha creado y se ha utilizado para ayudar en el diseño de las pantallas es la de hacer visibles los elementos, ver Ilustración 30. En el cambio de modos de juego o al iniciar las pantallas siempre se utiliza dicha función. Por otra parte, se ha programado la función hacer invisible, con la que se ocultan todos los elementos de los niveles, la función hacer invisible es muy similar a la de la Ilustración 30, la diferencia es que en lugar de cierto se indica que es falso. De este modo la aplicación no muestra los elementos en la pantalla.

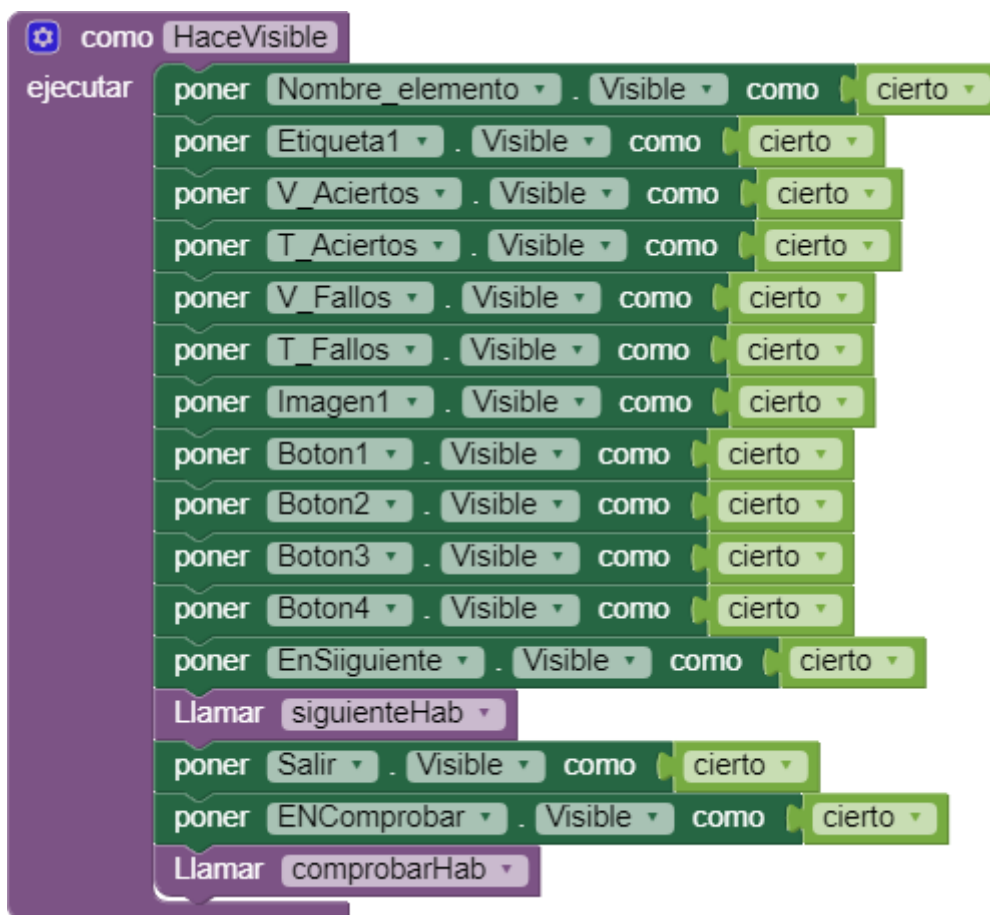


Ilustración 30. Bloques de la función hacer visible.

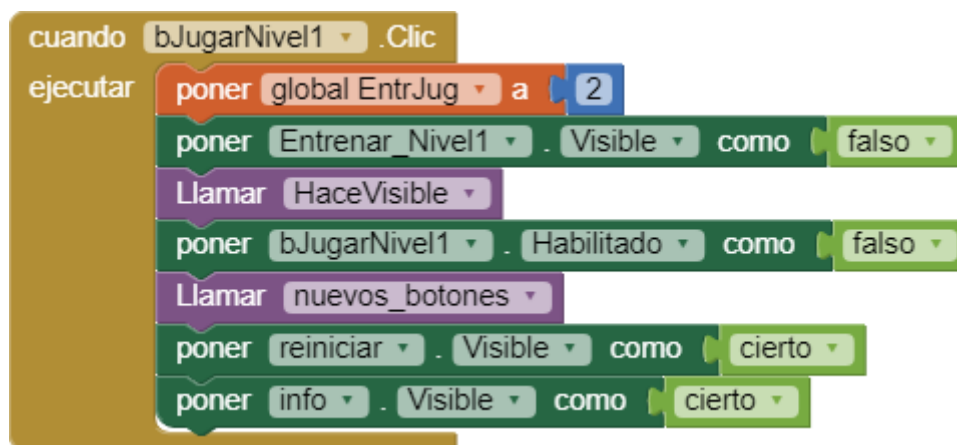


Ilustración 31. Bloques asociados al botón jugar.



Ilustración 32. Bloques asociados al botón entrenar.

La programación al hacer clic sobre los botones entrenar y jugar se muestra en la Ilustración 31 e Ilustración 32, indica las etiquetas y botones que se deben hacer visibles en cada caso.

Por último, en la Ilustración 33 se muestra la programación de los botones reiniciar, dentro de un mismo nivel, y salir a la pantalla inicial.

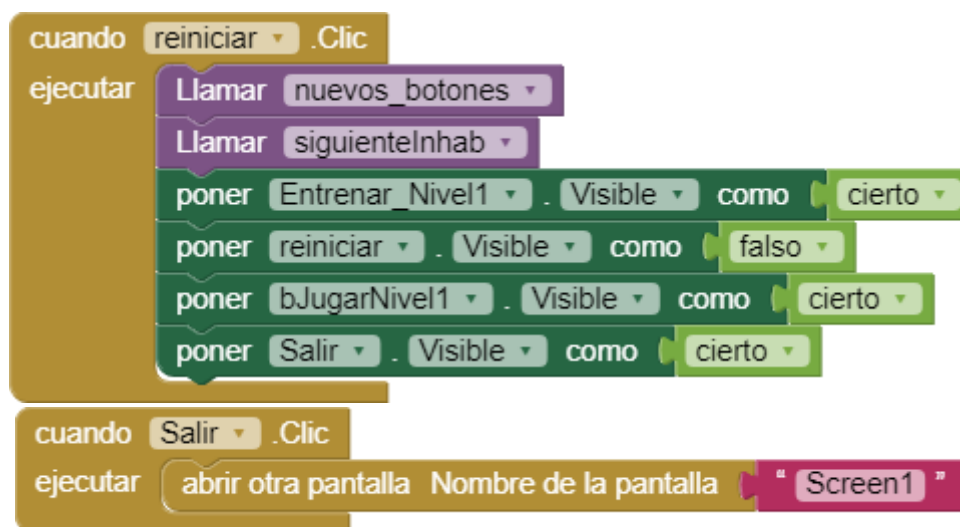


Ilustración 33. Bloques asociados a los botones reiniciar y salir.

Anexo III

PROGRAMACIÓN DE LOS DISTINTOS NIVELES.

Nivel 2.

Los elementos que se han diseñado con la herramienta del App Inventor Designer específicamente para este nivel son:

- Etiqueta de texto en la que se mostrará la fórmula del compuesto seleccionado al azar.
- Desplegable 1 en el que aparecen todas las opciones que hay en la lista de los compuestos para el primer prefijo.
- Desplegable 2 en el que aparecen todas las opciones que hay en la lista de los compuestos para el primer elemento.
- Etiqueta de texto con la palabra DE, ya que, es necesaria para nombrar adecuadamente un compuesto.
- Desplegables 3 y 4 iguales que los dos primeros desplegables, pero para el segundo elemento de la fórmula.

En el este nivel la primera función que se programa es la de rellenar, cuyos bloques de programación se muestran en la Ilustración 34, el objetivo de dicha función es crear las sublistas con las que se completarán los desplegables.

En primer lugar, se elige un elemento aleatorio de la lista inicial, que en este caso tiene 15 ítems y se adjudica la fórmula del compuesto que se ha seleccionado aleatoriamente a la etiqueta que se observará posteriormente en la pantalla del dispositivo.

Además, se crean cuatro sublistas. Para entender cómo se crean las sublistas hay que observar cómo se ha creado la lista inicial, que se muestra en la Ilustración 10, se puede ver que para cada elemento de la lista más de una entrada, la primera contiene la fórmula del compuesto, la segunda el nombre del compuesto, la tercera el primer prefijo, la cuarta el primer elemento con la terminación -uro, la quinta el segundo prefijo y la sexta el nombre del segundo elemento.

En la función ordenar se seleccionan todos las entradas que están en la tercera posición de la lista (señalado en la imagen en el recuadro 1), es decir, todos los primeros prefijos y se indica que se debe añadir a la sublista una única vez. Por tanto, cada prefijo solo aparece una vez. Del mismo modo se realiza con las entradas cuatro, cinco y seis. De este modo se crean las cuatro sublistas.

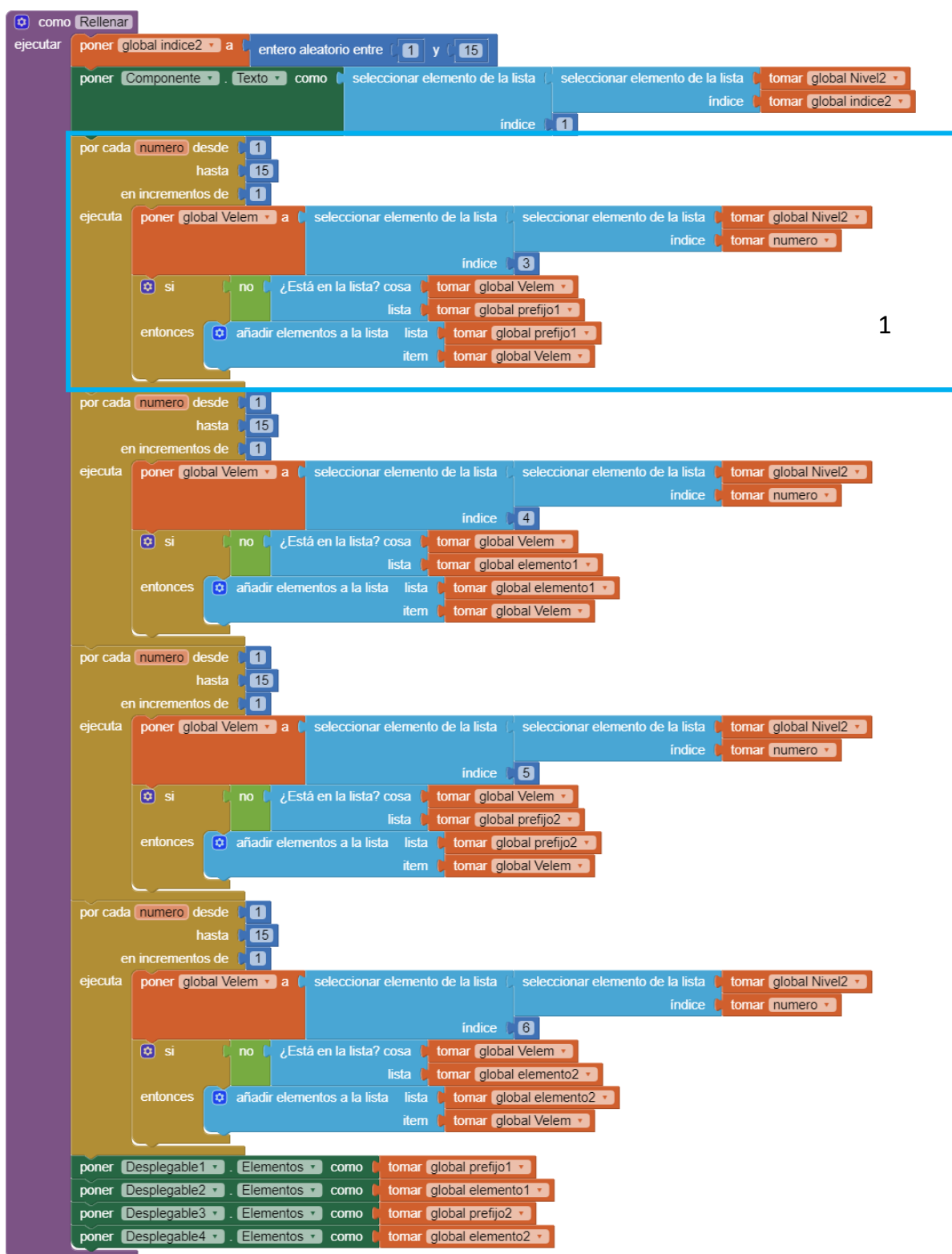


Ilustración 34. Función rellenar del nivel 2.

Para asignar cada una de las sublistas a su correspondiente desplegable se programa el bloque que se observa en la Ilustración 35, en este caso es para el desplegable 1, pero se realiza el mismo procedimiento con el resto de desplegables. En dicho bloque se añade cada una de las sublistas que se han creado anteriormente al desplegable en cuestión.

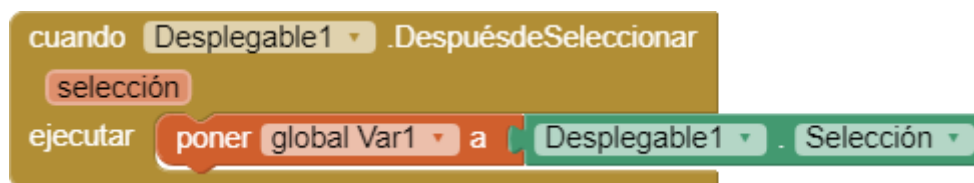


Ilustración 35. Asignar el contenido del desplegable.

Finalmente, se crea la función programar que se muestra en la Ilustración 36. El primer recuadro de la función sirve para que el programa reconozca cuales son los valores correctos para cada caso. Para ello toma de la lista inicial el valor que corresponde con el número aleatorio que se ha tomado en la función rellenar.

En el segundo recuadro se ordena a la aplicación que empiece a comprobar si la opción que se ha tomado en cada uno de los desplegables corresponde a la respuesta correcta. Se indica que por cada desplegable debe contabilizar un punto en su propia función comprobar.

Cuando la función comprobar tiene cuatro puntos, es decir, cuando cada uno de los desplegables tiene seleccionada la opción correcta, el juego suma un punto al acierto, y de lo contrario suma un fallo. El final de la función es muy similar a la del nivel 1 y sirve para el notificador que aparece en el modo entramiento y para acceder a la contraseña que permite pasar al nivel 3 cuando se han nombrado correctamente cinco compuestos.

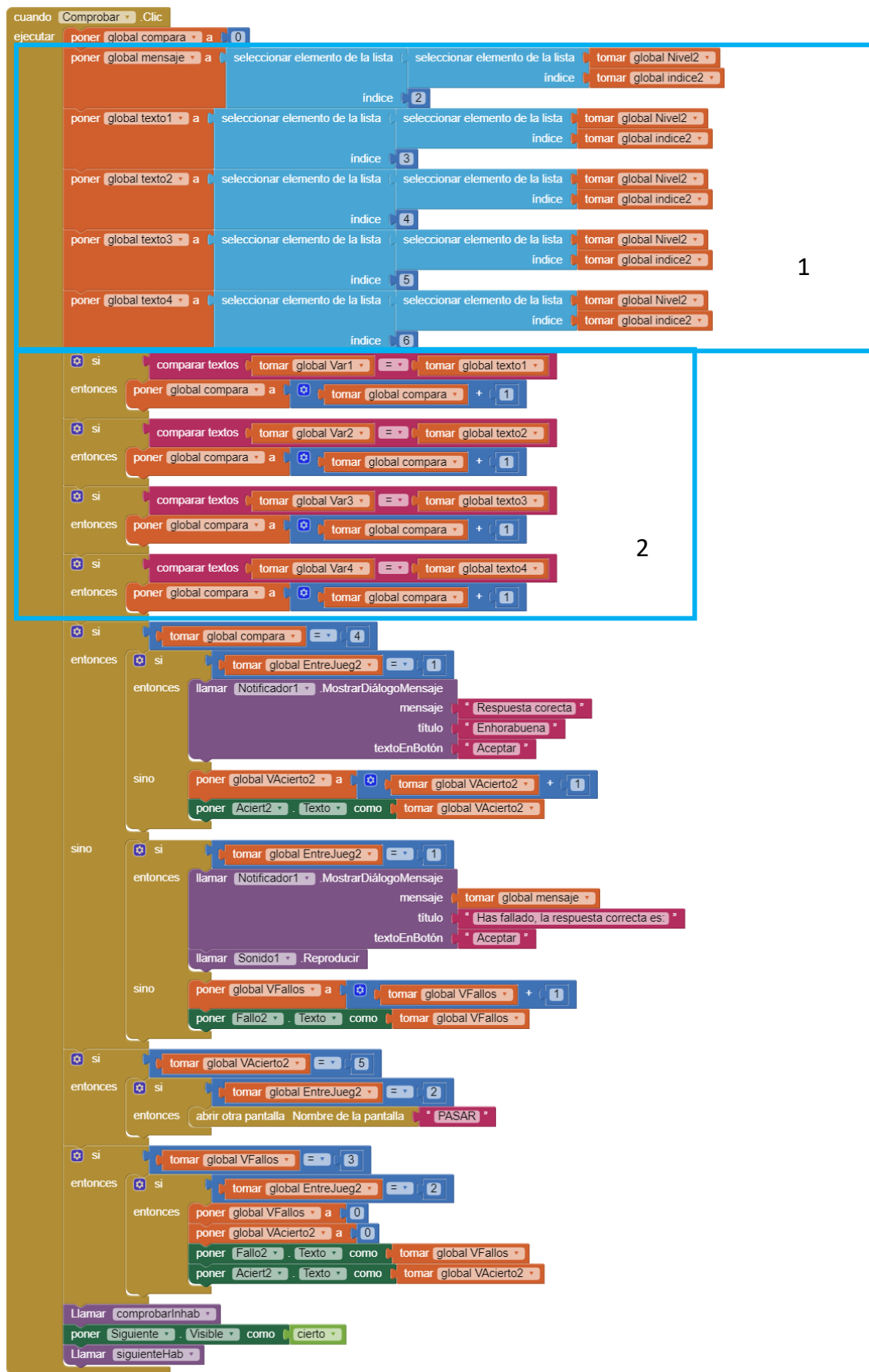


Ilustración 36. Función comprobar del nivel 2.

Nivel 3.

Los elementos que se han diseñado con la herramienta del App Inventor Designer específicamente para este nivel son los mismos que para el nivel 2 con dos diferencias. La primera de ellas es que la etiqueta DE no existe en el nivel 3, la segunda diferencia es que los desplegables contienen los símbolos de los elementos y sus subíndices.

La programación que se ha utilizado para el nivel 3 es muy similar a la del segundo nivel, la principal diferencia está en la lista inicial, ya que, en este nivel el objetivo es formular los compuestos, tal y como se muestra en la Ilustración 37. En este caso, para cada elemento de la lista, la primera entrada es la fórmula del compuesto, la segunda es el nombre del compuesto según la nomenclatura IUPAC, la tercera entrada es el primer elemento de la fórmula, el que tiene menor electronegatividad, la cuarta el subíndice de dicho elemento, la quinta el segundo elemento, el de mayor electronegatividad, y por último, el subíndice de dicho elemento.

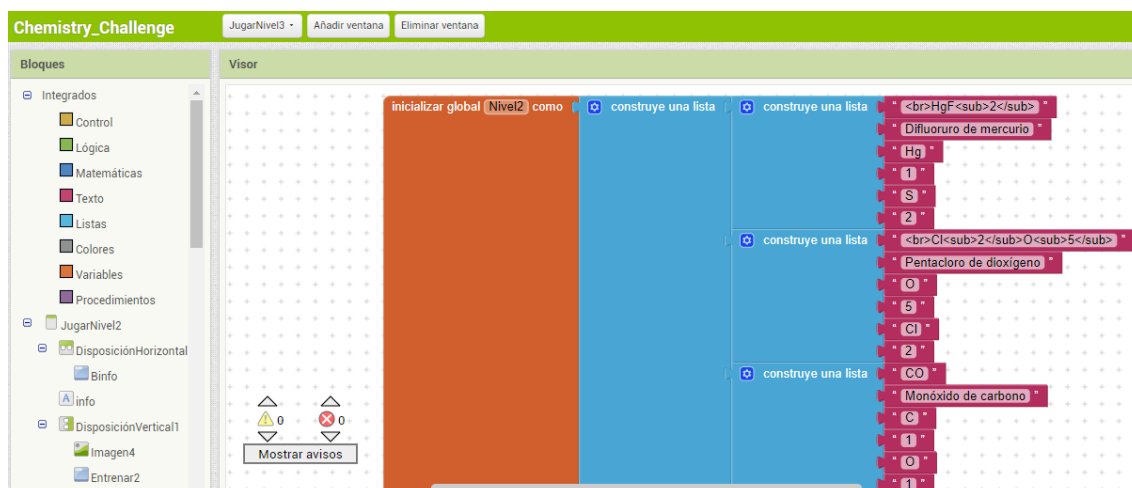


Ilustración 37. Lista principal del nivel 3.

A continuación, en la Ilustración 38 y en la Ilustración 39 se muestran las funciones rellenar y comprobar para el tercer nivel. La principal diferencia es que en este nivel hay dos desplegables que son números y, por tanto, se comprueba comparando valores numéricos y no únicamente texto, como en el nivel anterior.

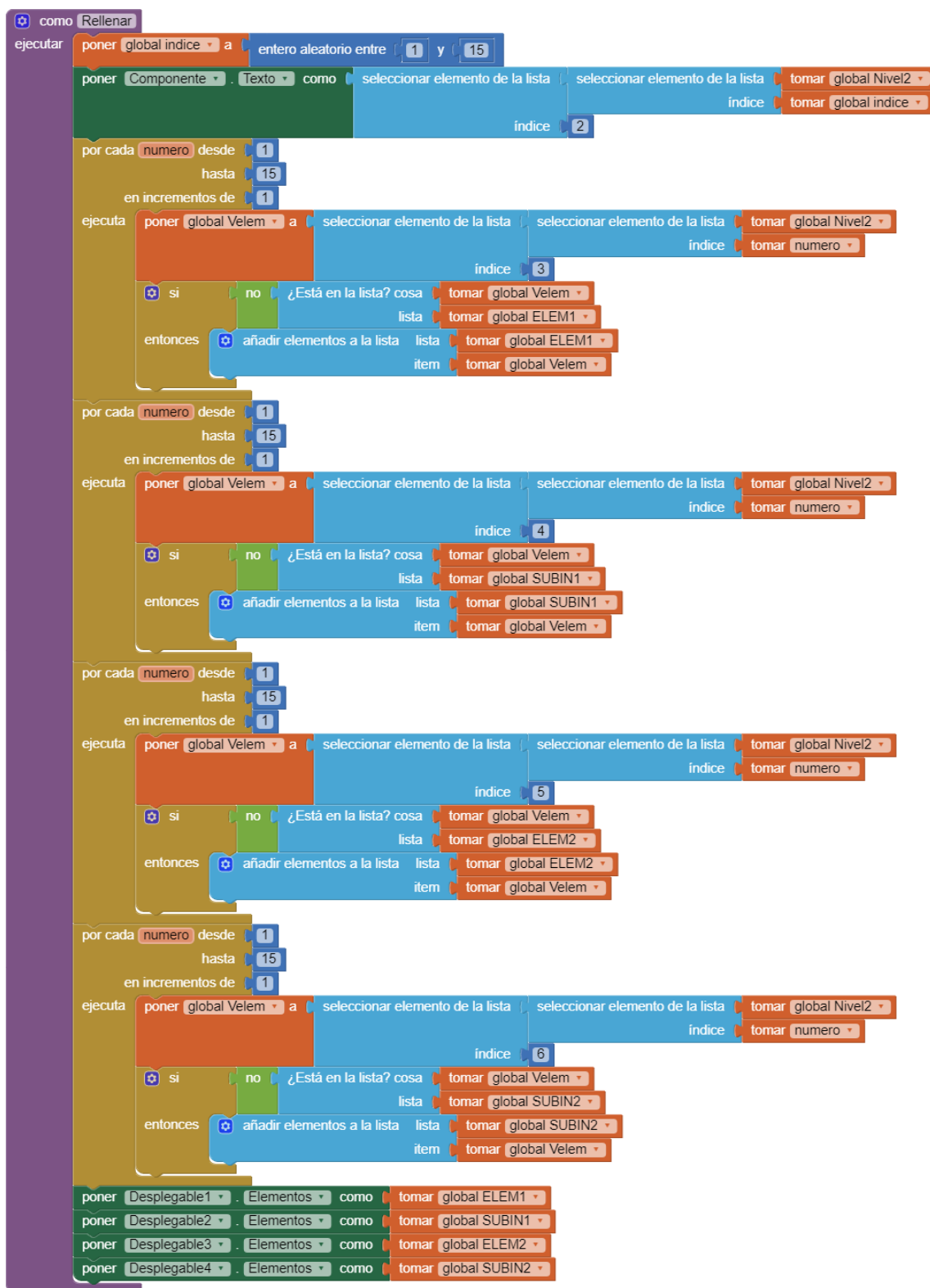


Ilustración 38. Función rellenar del tercer nivel.

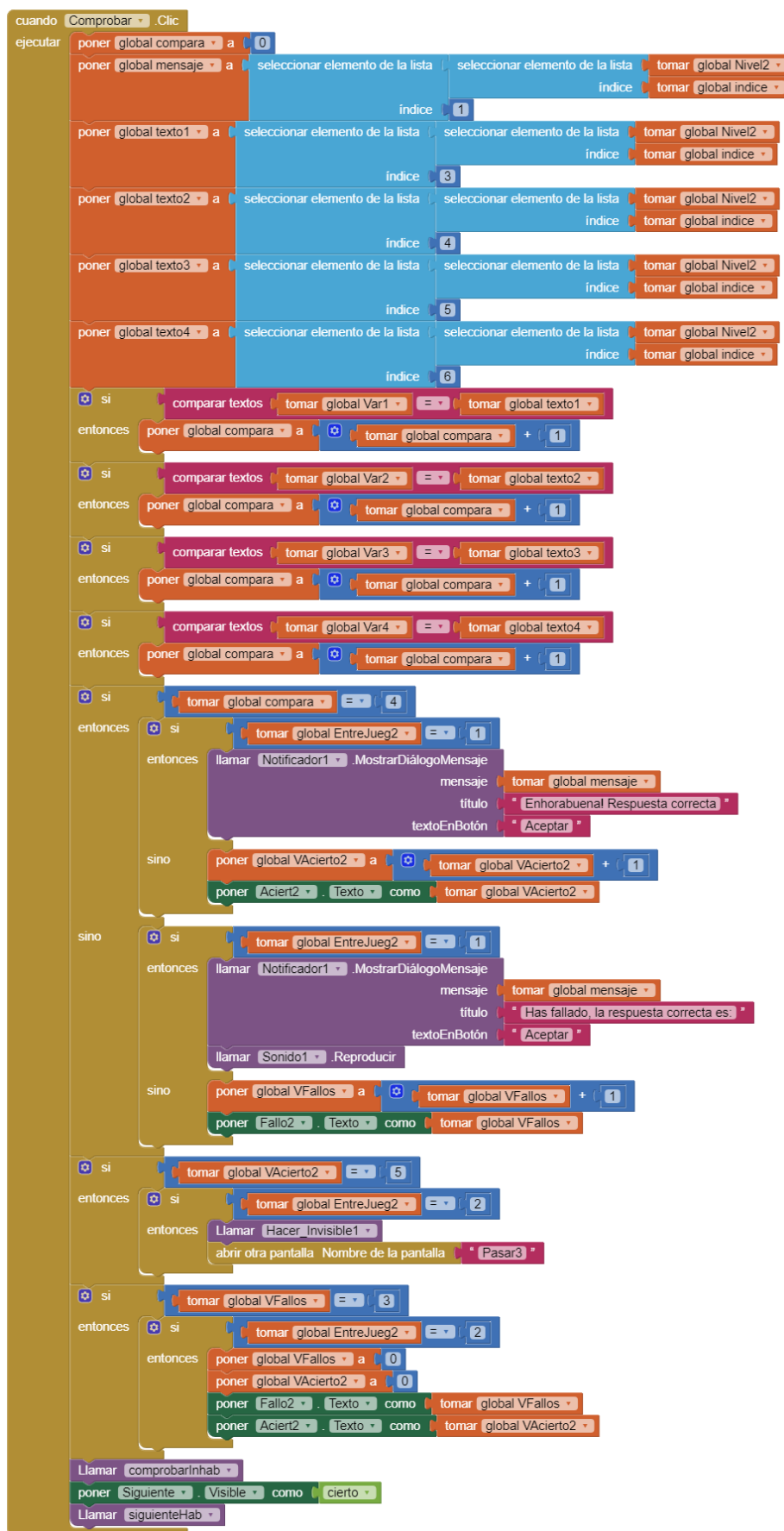


Ilustración 39. Función comprobar del tercer nivel.

Nivel 4.

Los elementos que se han diseñado con la herramienta del App Inventor Designer específicamente para el cuarto nivel son los siguientes:

- Campo de texto 1 en el que se debe introducir la solución correspondiente al primer coeficiente estequiométrico.
- Etiqueta de texto 1 en la que se mostrará la fórmula de la primera sustancia química que forma parte de la reacción que se ha seleccionado de la lista de manera aleatoria.
- Imagen con el símbolo “+” y que se sitúa entre los dos reactivos.
- Campo de texto 2 y etiqueta de texto 2, análogas a la 1 pero corresponden a la segunda sustancia química que aparece en la reacción.
- Imagen con una flecha que separa los reactivos de los productos.
- Campo de texto 3 y etiqueta de texto 3, iguales a las anteriores, pero con los datos de la tercera sustancia química que aparece en la reacción.
- Imagen con el símbolo “+” y que se sitúa entre los dos productos.
- Campo de texto 4 y etiqueta de texto 4, que corresponden a la cuarta y última sustancia química de las reacciones que se han introducido.

En el cuarto nivel se ha creado una lista que contiene todos los datos, como en los niveles anteriores. En este caso en cada elemento de la lista se ha introducido una reacción. Para ello en cada elemento hay ocho entradas, siendo la primera el primer coeficiente estequiométrico, la segunda entrada la primera sustancia química que aparece en la reacción, la tercera entrada es el segundo coeficiente estequiométrico, la cuarta es la segunda sustancia química. Del mismo modo las entradas de la 5 a la 8 son iguales pero para el caso de los productos de cada reacción. A modo de ejemplo se muestran las dos primeras reacciones que hay en la lista en la Ilustración 40.

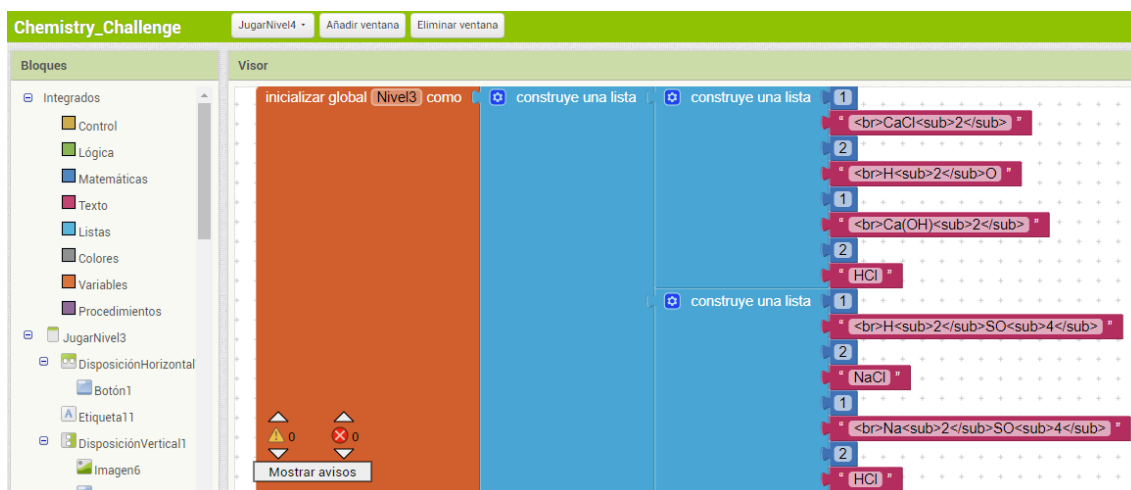


Ilustración 40. Lista de las reacciones del cuarto nivel.

En este caso la función rellenar se muestra en la Ilustración 41. En primer lugar, selecciona aleatoriamente una de las reacciones de la lista. En la segunda parte se ha programado para que en cada una de las cuatro etiquetas de la aplicación se escriba cada una de las sustancias químicas que forman parte de la ecuación. Para ello la función toma las entradas 2, 4, 6 y 8 del elemento seleccionado aleatoriamente de la lista principal.

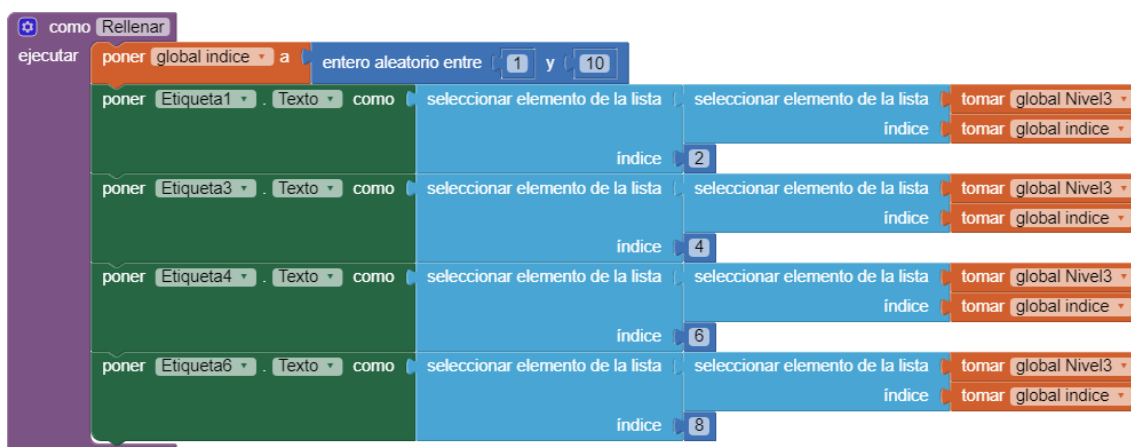


Ilustración 41. Programación de la función rellenar.

La función comprobar es similar a las utilizadas en los niveles 2 y 3, pero en este caso se compara aquello que los alumnos hayan escrito en los cuadros de texto con los valores de los coeficientes estequiométricos de dicha reacción. Para realizar la comparación la función toma como referencia los valores que se han introducido en la lista principal.

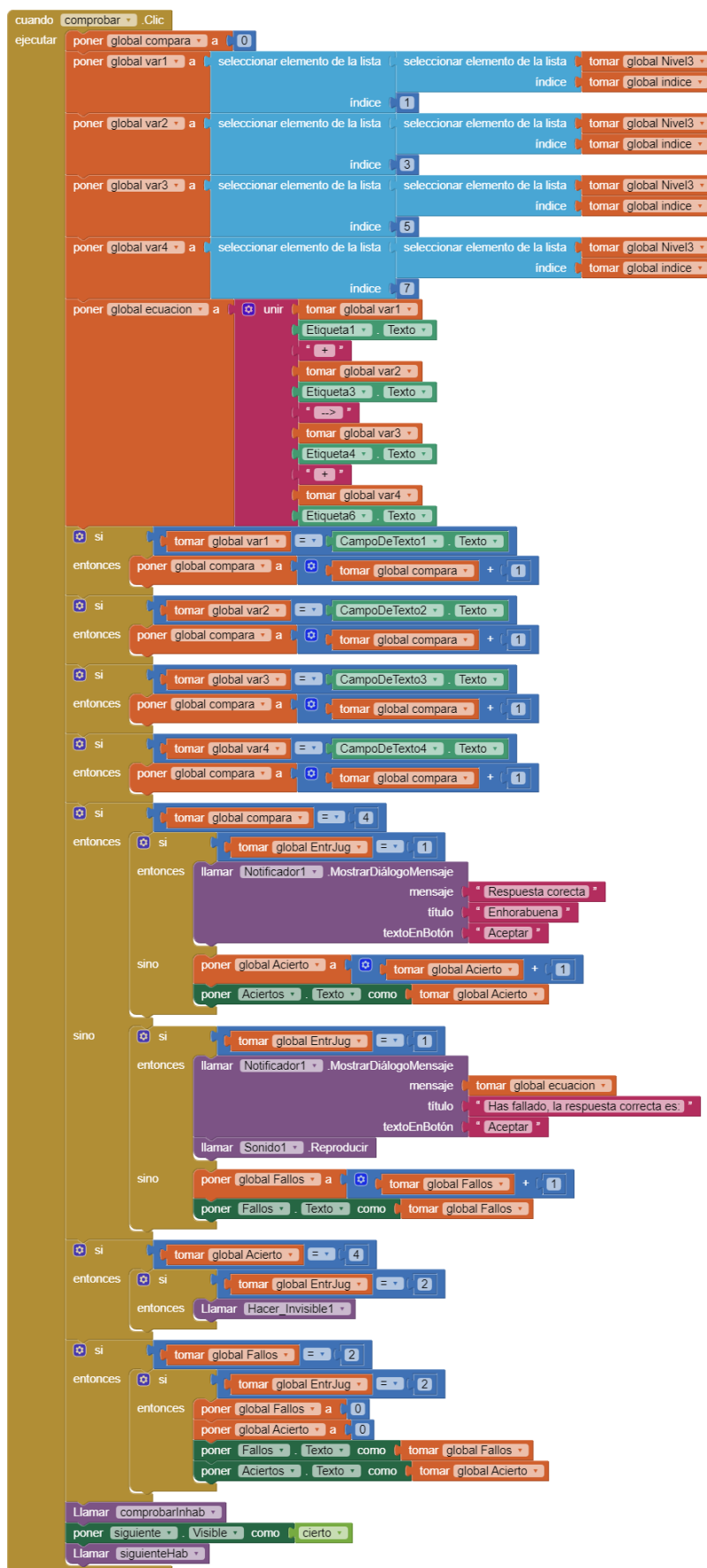


Ilustración 42. Función comprobar del cuarto nivel.

Anexo IV

KAHOOT.

Q2: En la anterior reacción, ¿Cuántos moles de agua se obtienen a partir de 3,5 moles de oxígeno?



- | | | |
|--|--------------------|---|
| | 7 moles de agua | ✓ |
| | No se obtiene agua | ✗ |
| | 2 moles de agua | ✗ |
| | 3,5 moles de agua | ✗ |

Ilustración 43. Solución a la segunda pregunta.

Los cálculos para llegar a la solución que muestra la Ilustración 43 son:

$$3,5 \text{ mol } O_2 * \frac{2 \text{ mol } H_2O}{1 \text{ mol } O_2} = 7 \text{ mol } H_2O$$

3 - Quiz

¿Cuál es la reacción ajustada?



- | | | |
|--|---------------------------------|---|
| | $CO + 1/2 O_2 \rightarrow CO_2$ | ✓ |
| | $CO + O_2 \rightarrow CO_2$ | ✗ |
| | $2 CO + O_2 \rightarrow CO_2$ | ✗ |
| | $CO + O_2 \rightarrow 3 CO_2$ | ✗ |

Ilustración 44. Solución a la tercera pregunta.

La tercera pregunta, que se muestra en la Ilustración 44, es un ajuste de una reacción química.

Q4: ¿Cuántos gramos de dióxido de carbono se generan si reaccionan 112 g de monóxido de carbono?



- 17 gramos de CO₂ ✗
- 670 gramos de CO₂ ✗
- 170 moles de CO₂ ✗
- 176 gramos de CO₂ ✓

Ilustración 45. Solución a la cuarta pregunta

A continuación, se especifican los cálculos necesarios para obtener el resultado que se muestra en la Ilustración 45 son:

$$112 \text{ g CO} * \frac{1 \text{ mol CO}}{28 \text{ g CO}} * \frac{2 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol CO}} * \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 176 \text{ g CO}_2$$

Q5: ¿Cuántos gramos de oxígeno reaccionan?



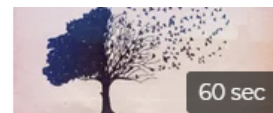
- 176 gramos de CO₂ ✗
- 112 gramos de CO ✗
- 64 gramos de O₂ ✓
- 164 gramos de O₂ ✗

Ilustración 46. Solución a la quinta pregunta.

Los cálculos necesarios para la resolución de la pregunta y la obtención del resultado que se muestra en la Ilustración 46 son:

$$112 \text{ g CO} * \frac{1 \text{ mol CO}}{28 \text{ g CO}} * \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol CO}} * \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 64 \text{ g O}_2$$

Q6: La ley de la conservación de la masa indica que en una reacción química...



- | | | |
|-------------------------------------|--|---|
| <input type="checkbox"/> | La masa de los reactivos es mayor a la de los productos | ✗ |
| <input checked="" type="checkbox"/> | La masa de los reactivos es igual a la masa de los productos | ✓ |
| <input type="checkbox"/> | La masa de los productos es mayor a la de los reactivos | ✗ |
| <input type="checkbox"/> | No hay productos ni reactivos | ✗ |

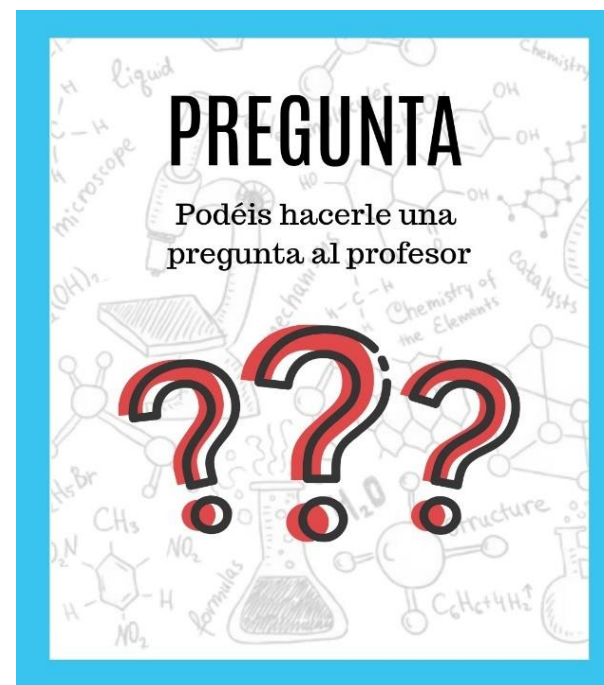
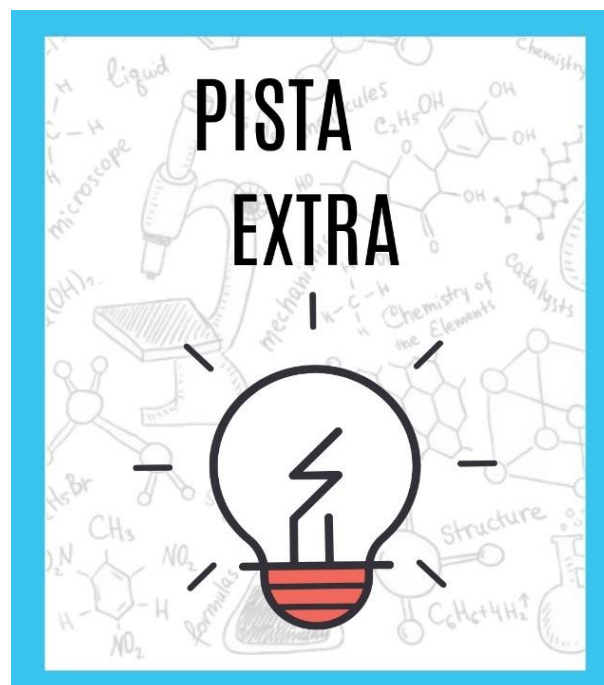
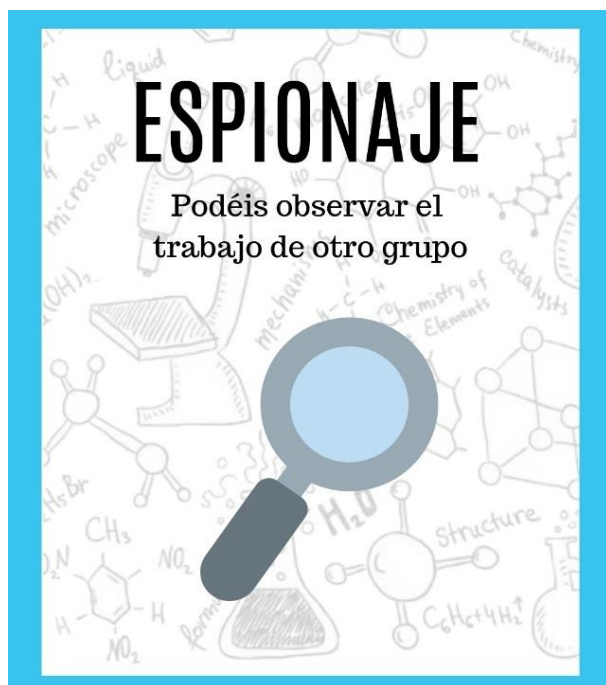
Ilustración 47. Solución a la sexta pregunta.

La última pregunta que es la que se muestra en la Ilustración 47 es teórica y la solución es la que aparece indicada en dicha imagen.

Anexo V

MATERIAL PARA EL JUEGO ADAPTADO A FÍSICA Y QUÍMICA.

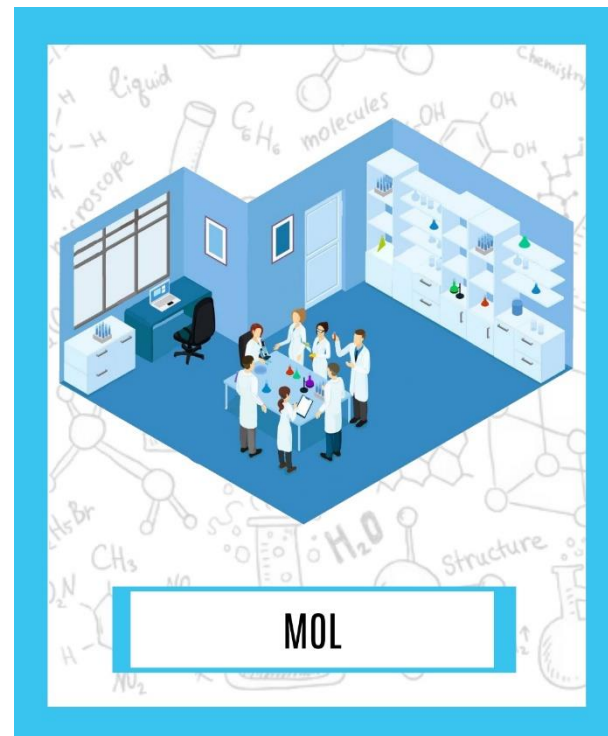
- Cartas de beneficios.



- Tablero del juego para imprimir.



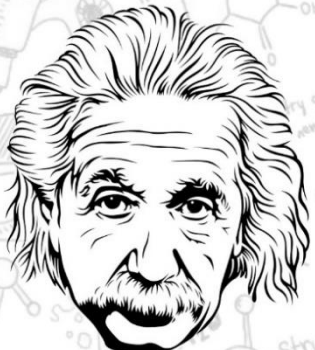
- Cartas de las habitaciones.





- Cartas de los científicos.

ALBERT EINSTEIN



Demostró la existencia de los átomos.

LISE MEITNER




Descubrió la fisión nuclear.

BLAISE PASCAL



Investigó sobre el vacío y la presión.


ALFRED NOBEL



Creó la dinamita.

The card features a blue border and a background of faint chemical diagrams and terms like 'Liquid', 'Microscope', 'Catalysts', 'Chemistry of the Elements', 'Structure', 'H₂O', 'H₂Br', 'CH₃', and 'NO₂'. The name 'ALFRED NOBEL' is at the top in large black letters. Below it is a black and white line drawing of Alfred Nobel in profile, facing left. At the bottom, a white box with a blue border contains the text 'Creó la dinamita.'

MARIE CURIE



Descubrió la radioactividad.

The card features a blue border and a background of faint chemical diagrams and terms like 'Liquid', 'Microscope', 'Catalysts', 'Chemistry of the Elements', 'Structure', 'H₂O', 'H₂Br', 'CH₃', and 'NO₂'. The name 'MARIE CURIE' is at the top in large black letters. Below it is a black and white line drawing of Marie Curie from the chest up, facing forward. At the bottom, a white box with a blue border contains the text 'Descubrió la radioactividad.'

Anexo VI

EVALUACIÓN DE LOS ALUMNOS.

En la evaluación se debe procurar que los alumnos puedan aprender de sus propios errores, ya que, equivocarse forma parte del proceso de aprendizaje. Según Sanmartí, durante la enseñanza, se considera el error como algo negativo, como un hecho que se debe ocultar para no ser penalizado. Pero, el error es el punto de partida para aprender (Sanmartí, 2007).

Además, los alumnos asisten al colegio de forma obligatoria y, en tercero de la ESO, cursan la asignatura de física y química obligatoriamente. Cada uno de los alumnos tiene mayor capacidad para una serie de conceptos o tipos de aprendizaje, por ello, como docentes se debe ayudar al alumnado a adquirir todos los tipos de contenidos y saber desarrollarlos.

Además, no solo se deben evaluar los contenidos, es importante evaluar las actitudes de los alumnos y el comportamiento que tienen en clase y con el resto de los compañeros, ya que, es más importante educar en valores que adquirir todos los conocimientos.

El material propuesto se pretende evaluar tal y como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Evaluación de los materiales.

Material	Elementos que evaluar	Instrumento evaluación
Aplicación	Los alumnos deben enviar al profesor, a través de un correo electrónico una captura de pantalla del modo entrenamiento en el que se pueda observar el número de aciertos y fallos que han realizado, además, en el correo deben incluir las contraseñas que han obtenido para pasar de nivel.	Rúbrica de la aplicación. Se encuentra en la Tabla 3.
Actividad previa 1	Se deben destacar comportamientos tanto positivos como negativos, pero también se debe anotar las dificultades que pueda tener alguno de los alumnos. Dichas anotaciones se deben utilizar para evaluar el comportamiento de los alumnos, pero también para la formación	Registro anecdótico sobre la actitud de los alumnos. Rubrica sobre las anotaciones del registro anecdótico, que se muestra en la Tabla 4

	de los equipos de aprendizaje cooperativo con los que se realizará el juego.	
Actividad previa 2	Para evaluar los dos problemas de la actividad los alumnos deben resolverlos en la libreta, ya que, se evaluará por una parte que en la libreta estén todos los problemas y actividades que se realizan en clase y, por otra parte, los problemas se evalúan mediante la rúbrica de problemas, que debe ser conocida por los alumnos antes de realizar las actividades.	Rúbrica de la libreta, que se muestra en la Tabla 5 y rúbrica de la resolución de problemas, que se puede consultar en la Tabla 6.
Actividad previa 3	El kahoot deben realizarlo todos los miembros del grupo, por eso, cada uno de ellos debe tener todos los problemas resueltos en la libreta. Se evaluará el contenido de dicha libreta y la actitud de los alumnos en clase mediante el registro anecdótico, ya que, deben trabajar de manera cooperativa y manteniendo un clima de trabajo y respeto en clase.	Rúbrica para la libreta, que se puede observar en la Tabla 5 y registro anecdótico.
Juego adaptado a la asignatura de física y química.	Los alumnos deben entregar en una hoja los problemas resueltos y éstos se evaluarán de acuerdo con la rúbrica de problemas.	Rúbrica de resolución de problemas, que se utiliza en la actividad previa 2 y se encuentra en la Tabla 6.

A continuación, se detalla la evaluación de cada uno de los puntos anteriores.

La **aplicación** que se ha creado para los dispositivos electrónicos se evaluará utilizando como instrumento una rúbrica que se muestra en la Tabla 3 de los correos electrónicos que los alumnos deben enviar al docente, en los que deben incluir una captura de pantalla del modo entrenamiento de cada uno de los niveles, así como, la contraseña que obtienen al pasar de nivel.

Tabla 3. Rúbrica de la aplicación.

Rúbrica de la aplicación.				
Calificación	Excelente (4)	Bien (3)	Regular (2)	Mal (1)
Aciertos	Tiene más de siete aciertos.	Tiene entre seis y cuatro aciertos	Tiene entre tres y un acierto	No tiene ningún acierto.
Fallos	No tiene ningún fallo.	Tiene entre uno y tres fallos	Tiene cuatro o cinco fallos	Tiene más de cinco fallos.
Fecha	Envía el correo la primera semana.	Envía el correo la segunda semana.	Envía el correo la tercera semana.	Tarda más de un mes en enviar el correo.

La **actitud** se evaluará mediante un registro anecdótico, a partir de las anotaciones de cada día se puntuará la actitud de los alumnos. La rúbrica, que aparece detallada en la Tabla 4, se utiliza como referencia para evaluar dicha parte.

Tabla 4. Rúbrica de la actitud de los alumnos.

Rúbrica de la actitud de los alumnos.				
Calificación	Excelente (4)	Bien (3)	Regular (2)	Mal (1)
Buen comportamiento	Tiene más de dos anotaciones positivas	Tiene al menos una anotación positiva	No tiene anotaciones positivas	Tiene más de una anotación negativa
Participación	Participa en las actividades y ayuda a sus compañeros	Participa en las actividades, pero no ayuda a sus compañeros	No participa en todas las actividades, pero respeta a los compañeros	No participa en las actividades y además molesta a los compañeros.
Material	Trae el material que se pide en cada sesión	Trae el material en tres de las cuatro sesiones	Trae el material únicamente uno o dos días.	No trae el material ningún día.

La **libreta** se entregará al finalizar el juego para que se pueda evaluar el trabajo que los alumnos han realizado durante las sesiones, ya que, debe contener las actividades previas y los problemas del juego de mesa adaptado a física y química. La libreta se evaluará de acuerdo con la rúbrica que aparece en la Tabla 5.

Tabla 5. Rúbrica de la libreta de los alumnos

Rúbrica de la libreta de los alumnos.				
Calificación	Excelente (4)	Bien (3)	Regular (2)	Mal (1)
Problemas	Todos los problemas están resueltos en la libreta.	Más del 80% de los problemas están resueltos en la libreta.	Entre el 80% y el 50% de los problemas están resueltos en la libreta.	Menos del 50% de los problemas están resueltos en la libreta.
Corrección	Más del 90% de los problemas están corregidos en la libreta con otro color.	Entre el 90% y el 70% de los problemas están corregidos en la libreta con otro color.	Entre el 70% y el 40% de los problemas están corregidos en la libreta con otro color.	Menos del 40% de los problemas están corregidos en la libreta con otro color.
Presentación.	La libreta tiene un aspecto claro y ordenado.	La libreta tiene un aspecto ordenado, pero poco entendible.	La libreta tiene un aspecto claro, pero desordenado.	La libreta tiene un aspecto desordenado y poco entendible.

Los **problemas** que se proponen a los alumnos en la actividad previa 2 son los que se evalúan. Se evaluarán de acuerdo con la misma rúbrica con la que se evaluará el juego de mesa, dicha rúbrica es la que aparece en la Tabla 6. De este modo, los alumnos podrán ver los fallos que tienen y como mejorar la resolución de problemas para el juego de mesa adaptado a física y química.

La **actividad del juego de mesa adaptado a la física y química** se evaluará mediante una rúbrica para cada uno de los problemas. Cada uno de los cinco problemas tendrá una puntuación de un punto.

Tabla 6. Rúbrica de la resolución de los problemas

Rúbrica de resolución de problemas.				
Calificación	Excelente (4)	Bien (3)	Regular (2)	Mal (1)
Planteamiento	El problema está planteado de forma clara con todos los datos.	El problema tiene un planteamiento desordenado, pero constan los datos	El problema no está planteado pero los datos están anotados.	El problema no está planteado ni los datos anotados.
Resolución del problema	Los pasos utilizados para resolver el problema son correctos, se utilizan los conceptos adecuados.	Los pasos utilizados para resolver el problema son correctos, pero se utiliza más de un concepto inadecuado.	Los pasos utilizados para resolver el problema no son correctos, pero los conceptos usados son adecuados.	El procedimiento para resolver el problema no es correcto, además se utilizan conceptos inadecuados.
Operaciones matemáticas	No hay ningún error de cálculo.	Más del 80% de las operaciones matemáticas son correctas.	Entre el 80 y el 50% de los cálculos son correctos.	Menos del 50% de las operaciones matemáticas son correctas.
Contribución a la actividad.	El alumno participa de forma activa y escucha a sus compañeros.	El alumno participa de forma activa pero no escucha las sugerencias de sus compañeros.	El alumno participa en algunos momentos.	El alumno no participa en la resolución del problema.
Presentación	El problema está resuelto de manera clara y ordenada.	El problema está resuelto de manera ordenada pero poco entendible.	El problema no está resuelto de manera ordenada.	El problema no está resuelto.
Resultado	El resultado se presenta encuadrado y con las unidades apropiadas.	El resultado tiene las unidades apropiadas, pero no está encuadrado.	El resultado está en un recuadro, pero no tiene unidades.	El resultado no está encuadrado ni tiene unidades.