

# UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA  
EDUCACIÓN



***QuimiKaboom: Diseño y aplicación de un juego  
de cartas sobre formulación inorgánica***

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

---

Escuela Internacional de Posgrado

**Máster Universitario en  
Profesorado**

Especialidad: Física y Química

Campus: Facultad de Ciencias

TRABAJO FIN DE MÁSTER

*QUIMIKABOOM:*  
DISEÑO Y  
APLICACIÓN DE UN  
JUEGO DE CARTAS  
SOBRE  
FORMULACIÓN  
INORGÁNICA

Presentado por:

**D. Pablo Galindo Santiago**

Tutor:

**D<sup>a</sup>. Alicia Fernández Oliveras**

Curso académico 2024/2025

## **Resumen:**

El presente Trabajo Fin de Máster (TFM) propone el diseño, la validación y la implementación de un juego educativo de cartas dirigido al alumnado de Educación Secundaria Obligatoria, concretamente en el área de Física y Química. La finalidad principal es utilizar el Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ) como estrategia didáctica para reforzar contenidos. El juego está diseñado para fomentar la motivación, la participación del alumnado y el aprendizaje significativo mediante dinámicas lúdicas que integran retos de formulación, numerosas acciones de estrategia e incluso conceptos de concienciación y seguridad en el laboratorio.

El desarrollo de *QuimiKaboom*, el juego educativo propuesto en el presente trabajo se sustenta en fundamentos teóricos sobre ABJ, neuroeducación y metodologías activas, y se enmarca en la legislación educativa vigente, incluyendo un enfoque competencial y los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA).

Para desarrollar el juego educativo, se realizó una validación por personas expertas. Posteriormente, se llevó a cabo una prueba piloto con alumnado de 3.º de ESO, obteniendo una recepción positiva por parte del alumnado y observándose una mejora en el interés e incluso una mayor comprensión de contenidos.

Este TFM permite mostrar que los juegos de cartas, por su bajo coste, accesibilidad y potencial didáctico, pueden llegar a convertirse en herramientas efectivas para la enseñanza de disciplinas científicas, fomentando además el trabajo cooperativo y la inclusión educativa.

**Palabras clave:** aprendizaje basado en juegos, juegos educativos, química, educación secundaria, juego de cartas.

**Abstract:**

This Final Master Project presents the design and implementation of an educational card game aimed at students in Compulsory Secondary Education, specifically in the area of Physics and Chemistry. The main goal is to use Game-Based Learning (GBL) as a didactic strategy to reinforce curricular content. The game is designed to foster student motivation, engagement, and meaningful learning through playful dynamics that integrate formulation challenges, numerous strategic actions, and even concepts related to laboratory safety and awareness.

The development of *QuimiKaboom*, the game proposed in the work, is based on theoretical foundations of gamification, neuroeducation, and active methodologies, and is framed within the current educational legislation, including a competency-based approach and the principles of Universal Design for Learning (UDL). A pilot test was conducted with 3rd-year secondary students, receiving a positive response from learners and showing an increase in both interest and understanding of scientific content.

This project aims to demonstrate that card games, due to their low cost, accessibility, and didactic potential, can become effective tools for teaching scientific disciplines, while also promoting cooperative work and educational inclusión.

**Keywords:** game-based learning, gamification, chemistry, secondary education, card game.

## Índice:

|                                                                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Introducción-Justificación .....</b>                                                                   | <b>1</b>  |
| <b>2. Marco Teórico .....</b>                                                                                | <b>2</b>  |
| <b>2.1. El juego como herramienta de aprendizaje.....</b>                                                    | <b>2</b>  |
| <b>2.2. Los juegos en el aula de Secundaria.....</b>                                                         | <b>4</b>  |
| <b>2.3. Juegos aplicados a la enseñanza de Física y Química.....</b>                                         | <b>5</b>  |
| <b>2.4. Justificación: El juego y las ciencias .....</b>                                                     | <b>6</b>  |
| <b>3. Material didáctico: Juego educativo original.....</b>                                                  | <b>8</b>  |
| <b>3.1. Diseño del material. Propuesta <i>QuimiKaboom</i>. ....</b>                                          | <b>8</b>  |
| <b>3.2. Marco legal .....</b>                                                                                | <b>18</b> |
| <b>3.3. Marco curricular. ....</b>                                                                           | <b>19</b> |
| <b>3.4. Contexto educativo .....</b>                                                                         | <b>27</b> |
| <b>3.5. Objetivos de aprendizaje.....</b>                                                                    | <b>30</b> |
| <b>3.6. Metodología.....</b>                                                                                 | <b>31</b> |
| <b>3.7. Evaluación .....</b>                                                                                 | <b>33</b> |
| <b>4. Validación y resultados de la prueba piloto .....</b>                                                  | <b>37</b> |
| <b>5. Reflexión final .....</b>                                                                              | <b>39</b> |
| <b>6. Referencias bibliográficas .....</b>                                                                   | <b>41</b> |
| <b>7. Anexos.....</b>                                                                                        | <b>45</b> |
| Anexo 1: Cartas del juego en formato de impresión.....                                                       | 45        |
| Anexo 2: Dorso de las cartas en formato de impresión. ....                                                   | 54        |
| Anexo 3: Manual de instrucciones del juego <i>QuimiKaboom</i> . ....                                         | 55        |
| Anexo 4: Tabla de ayuda del juego para la formulación.....                                                   | 58        |
| Anexo 5: Formulario de Google con las preguntas realizadas a los expertos para la validación del juego. .... | 60        |
| Anexo 6. Respuestas de los expertos recogidas junto con los gráficos obtenidos.....                          | 61        |

## **1. Introducción-Justificación**

Jugar es una de las formas más divertidas y atemporales de aprender. Desde la infancia hasta la edad adulta, el juego despierta curiosidad, refuerza conocimientos y potencia habilidades sociales y cognitivas. El juego no entiende de idiomas ni fronteras, su lenguaje es universal. Cualquier persona, puede disfrutar, aprender y conectar a través de este. Esta poderosa herramienta puede convertirse en un valioso aliado dentro del aula para transformar conceptos abstractos en experiencias realmente significativas. (Sánchez-Mena y Martí-Parreño, 2017)

En el caso de la enseñanza de la Física y la Química, disciplina que a menudo puede presentar dificultades para el alumnado debido a su carácter teórico y simbólico, al introducir elementos lúdicos permite suavizar esa barrera y motivar el aprendizaje desde la experimentación, la observación y la práctica. Los conocimientos que se pretenden enseñar en un aula requieren no solo memorización, sino razonamiento, análisis, experimentación y el pensamiento crítico. Precisamente aspectos donde el aprendizaje basado en el juego (ABJ) puede facilitarlo de una manera natural y motivadora (Prensky, 2001).

Por tanto, se pretende que, de una manera creativa y divertida los alumnos y alumnas interaccionen con la realidad, conozcan el entorno y desarrollen las diferentes capacidades, que necesitarán para afrontar problemas y responder de manera adecuada (Zosh et al., 2017).

En el ámbito educativo, suele asociarse el juego de forma casi exclusiva a las etapas iniciales, considerándolo un recurso propio de la educación infantil o primaria. Sin embargo, el valor pedagógico del juego no desaparece en niveles superiores, al contrario, en etapas como la Educación Secundaria o Bachillerato, el juego puede convertirse en una herramienta didáctica muy eficaz para reforzar contenidos teóricos, fomentar la participación y generar aprendizajes duraderos (Gee, 2003).

En este proceso, el papel del docente es clave, actuando no solo como transmisor de conocimientos, sino como guía y facilitador de experiencias de aprendizaje. La introducción de metodologías activas, como el uso de juegos educativos, permite al profesorado adaptar los contenidos a las necesidades e intereses de su alumnado, fomentando un aprendizaje más significativo, personalizado y motivador. Lejos de limitarse a exponer teoría, el docente se convierte en dinamizador de un entorno en el que

el error se asume como parte natural del proceso de aprendizaje y la curiosidad es la principal aliada para construir conocimientos duraderos (Pozo et al., 2021).

Por todo esto, el objetivo propuesto es:

Diseñar y aplicar un juego educativo (*QuimiKaboom*), que servirá como herramienta didáctica para el refuerzo y aprendizaje de contenidos vinculados con la asignatura de Física y Química de 4º de ESO, concretamente, la formulación inorgánica.

## **2. Marco Teórico**

### **2.1. El juego como herramienta de aprendizaje**

Desde hace mucho tiempo, el juego ha formado una parte esencial de la experiencia humana, no solo como una actividad recreativa, sino como un recurso fundamental en el proceso de aprendizaje y en el desarrollo cognitivo. A través del juego, el ser humano explora, experimenta y construye su comprensión del mundo, desde la infancia hasta la edad adulta (Huizinga, 2000).

Desde el punto de vista pedagógico, diversos autores han resaltado que el aprendizaje se ve fortalecido cuando se introduce en contextos lúdicos, ya que estos generan un alto grado de motivación, participación y disfrute, elementos esenciales para consolidar los conocimientos de una forma significativa. Según Ausubel (2002), el aprendizaje significativo se produce cuando la nueva información se relaciona en buena parte con los conocimientos previos del alumnado, y el juego se presenta como una vía ideal para favorecer dicha conexión, debido a que propicia situaciones cercanas y estimulantes.

Por su parte, Piaget (1967) defendía que el juego es una de las formas principales mediante las cuales los niños construyen estructuras mentales cada vez más complejas, gracias a la manipulación simbólica, el ensayo y error y la asimilación de nuevas experiencias. Esta perspectiva fue ampliada por Vygotsky (1978), quien subrayó que el juego no solo permite a los estudiantes a asimilar conceptos, sino que además favorece su desarrollo social y emocional, puesto que, al interactuar con los otros jugadores, se enfrentan a desafíos cognitivos y afectivos que estimulan el aprendizaje cooperativo.

Además, existen diversas investigaciones en neuroeducación que han demostrado que el aprendizaje se refuerza notablemente cuando el alumnado no solo asume un rol pasivo de receptor de información, sino que se involucra activamente en la construcción del conocimiento, especialmente cuando se deben explicar conceptos o ayudar a sus

compañeros. Este fenómeno se asocia a un aumento significativo de la actividad cerebral, ya que explicar requiere reorganizar, interpretar y verbalizar la información, lo que favorece una mayor retención y comprensión (Nestojko, Bui, Kornell y Bjork, 2014). Este principio se puede aplicar directamente en metodologías cooperativas y en entornos lúdicos, donde las interacciones sociales y la colaboración se vuelven elementos fundamentales. En el caso concreto de los juegos educativos, las dinámicas que promueven la explicación de unas reglas, la argumentación sobre decisiones o la discusión sobre la validez de una respuesta implican que el alumnado verbalice sus conocimientos y compruebe, de primera mano, su comprensión en tiempo real, reforzando así de forma natural y significativa (Johnson, Johnson y Smith, 2013).

En contextos educativos como el que propone este trabajo, donde la formulación química o la identificación de elementos requiere precisión, el hecho de explicar a otros compañeros cómo se ha llegado a una conclusión (por ejemplo, cómo se formula correctamente un compuesto) no solo consolida los conocimientos, sino que potencia las habilidades comunicativas, la autonomía y el pensamiento crítico, integrando competencias que acaban siendo esenciales en la educación científica actual (OECD, 2019).

Autores como Kapp (2012) han introducido el concepto de gamificación, destacando cómo los elementos del juego pueden incorporarse en contextos más formativos para la mejora de la implicación del alumnado y favorecer la adquisición de habilidades y competencias. De hecho, son numerosos los estudios que afirman que la introducción de dinámicas lúdicas dentro del aula coincide con una disminución en la percepción de la dificultad de ciertos contenidos, al tiempo que promueve la curiosidad y la autoconfianza en el proceso de aprendizaje (Gee, 2003).

El término gamificación (del inglés *gamification*) surge en el ámbito empresarial a principios de la década de 2000, cuando diversas compañías comenzaron a aplicar elementos típicos de los juegos (como puntos, recompensas e incluso rankings) a contextos no lúdicos, con el objetivo de aumentar la motivación y el compromiso de sus empleados (Deterding et al., 2011). Esta estrategia rápidamente llamó la atención de todo el mundo educativo, donde muchos de los principios que guían la gamificación, como el refuerzo positivo, la retroalimentación inmediata y el establecimiento de unas metas claras, coinciden con buenas prácticas pedagógicas que favorecen a un aprendizaje más activo.

En el ámbito académico, la gamificación ha evolucionado desde la simple aplicación de mecánicas de puntuación y recompensas, hacia diseños más sofisticados en los que se integran narrativas, dinámicas de cooperación, toma de decisiones y resolución de problemas, dando lugar a experiencias inmersivas en las que se combinan el aprendizaje cognitivo con el desarrollo emocional y social (Kapp, 2012).

Cuando se traslada esta estrategia al contexto de la educación secundaria, la gamificación se convierte en una herramienta metodológica que permite captar la atención de los adolescentes y transformar sus situaciones de aprendizaje que pueden ser de primeras monótonas en desafíos atractivos y motivadores. Esto resulta un tanto eficaz especialmente en asignaturas de Física y Química. A través de la gamificación se puede introducir elementos diversos que fomenten tanto la curiosidad como la resolución de problemas, que son factores clave en la construcción del conocimiento científico (Zainuddin, Chu, Shujahat y Perera, 2020).

El Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ) es una metodología didáctica que consiste en la incorporación de juegos diseñados con fines educativos dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, de modo que los estudiantes adquieren el conocimiento y las habilidades mientras participan en una actividad lúdica estructurada. A diferencia de la gamificación, que utiliza elementos del juego en contextos no lúdicos, el ABJ implica el uso de juegos completos como herramientas de aprendizaje (Gros, 2007).

Esta metodología tiene como objetivo principal el incremento de la motivación, la implicación de manera activa del alumnado y promover un aprendizaje significativo a través de resolver retos y tomar decisiones dentro del juego (Prensky, 2001).

## **2.2. Los juegos en el aula de Secundaria**

El juego ha acompañado al ser humano desde tiempos inmemoriales, no solo como una forma de entretenimiento, sino también como un mecanismo social, cultural y de aprendizaje. Desde la Antigüedad, civilizaciones como la griega o la romana ya empleaban actividades lúdicas para enseñar habilidades militares, sociales y cognitivas, demostrando que el aprendizaje puede ser más significativo cuando se produce en contextos recreativos y emocionalmente positivos (Huizinga, 1938).

Tradicionalmente, el juego ha estado asociado a las primeras etapas educativas, vinculado principalmente al desarrollo cognitivo y social de los niños en Educación Infantil y Primaria. Sin embargo, cada vez más investigaciones apuntan a que el juego,

lejos de perder su valor pedagógico en niveles superiores, continúa siendo una herramienta eficaz para promover el aprendizaje, la motivación y el desarrollo de habilidades en la Educación Secundaria en etapas posteriores (Ávila, 2018).

El proceso de enseñanza-aprendizaje en la adolescencia requiere de estrategias didácticas que despierten la curiosidad y fomenten la implicación activa del alumnado, en un contexto en el que la motivación extrínseca y la presión académica puedan afectar negativamente al rendimiento. En este sentido, el uso de dinámicas lúdicas en el aula permite que el estudiante asuma un rol más autónomo y participativo, enfrentándose a situaciones de resolución de problemas y de toma de decisiones en entornos seguros, donde el error no solo es aceptado, sino que es valorado como parte de su propio aprendizaje (Gros, 2007).

Otros estudios han evidenciado que la incorporación del juego en el aula puede favorecer la adquisición de distintas competencias clave, como son el pensamiento crítico, la colaboración, la comunicación afectiva y la creatividad, competencias que van mucho más allá de la mera asimilación de contenidos. Según Prensky (2001), la generación del estudiantado actual, habituada al uso de videojuegos y entorno digitales interactivos, encuentra en las actividades lúdicas una forma natural de aprender, que responde a sus necesidades cognitivas y culturales.

Además, con el uso de juegos de juegos didácticos permite plantear el aprendizaje desde un enfoque más competencial, ya que el alumnado debe aplicar sus conocimientos en diversas situaciones diferentes y la toma de decisiones en función de los posibles resultados que vayan obteniendo, se ajustan las estrategias y sus razonamientos de una manera autónoma y colaborativa (Morena y Trujillo, 2016).

### **2.3. Juegos aplicados a la enseñanza de Física y Química**

Las materias de Física y Química, se tiende a pensar que se les considera asignaturas con un alto contenido abstracto y conceptual, donde se genera una cierta dificultad y rechazo en una gran parte del alumnado de Secundaria debido a la complejidad de los contenidos, el uso constante de la simbología, la presencia de un lenguaje técnico y la necesidad de manejar una serie de razonamientos matemáticos (Doménech, Blanco y De la Torre, 2014).

En este contexto, la utilización de juegos educativos se ha demostrado que es una buena estrategia pedagógica, además de ser eficaz, para facilitar la comprensión de

conceptos, promover la participación y reducir la ansiedad académica que puede estar asociada en el aprendizaje de una asignatura de ciencias. El carácter manipulativo, visual y de experiencia de los juegos permite que el alumnado relacione de forma directa las ideas abstractas con situaciones concretas y dinámicas, favoreciendo así una comprensión más profunda y duradera de los contenidos (Cano, 2017).

Además, los juegos en Física y Química no solo permiten reforzar el aprendizaje teórico, sino que también permiten entrenar competencias más prácticas, como son la formulación y nomenclatura de compuestos químicos, la identificación de elementos en la tabla periódica, el desarrollo de modelos moleculares o la aplicación de principios físicos a la resolución de problemas. La mecánica lúdica estimula el razonamiento lógico, la observación y la inferencia, habilidades que son esenciales en el pensamiento científico (Osborne y Dillon, 2008).

Son numerosos los trabajos que han subrayado que el aprendizaje de las ciencias mediante juegos fomenta una actitud positiva hacia las materias de ciencias y aumenta la motivación, mejorando a su vez la retención y comprensión de los contenidos como el aumento de la atención. Según Martínez y González (2019), los juegos de mesa y digitales en el aula de Física y Química crean espacios seguros donde el alumnado puede tanto experimentar como equivocarse y aprender de sus errores sin miedo a una evaluación inmediata, lo que permite potenciar la autoconfianza y la curiosidad científica.

Por otro lado, la estructura competitiva-cooperativa que muchos juegos tienen permite al docente a promover el trabajo en equipo, la comunicación y el pensamiento crítico, cualidades que son esenciales no solo en un desarrollo académico, sino en la formación integral del alumnado como ciudadanos en una sociedad cada vez más tecnológica y científica (UNESCO, 2017).

#### **2.4. Justificación: El juego y las ciencias**

Como ya se ha comentado anteriormente, el aprendizaje de la Física y la Química en la etapa de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) supone uno de los mayores retos tanto para el alumnado como para el profesorado, ya que no solo requiere de memorización sino comprensión y una posterior aplicación. El aprendizaje de estos conceptos puede llevar a generar desmotivación y desconexión con el alumnado (Sánchez-Martín y Corrales-Serrano, 2017).

Por tanto, el diseño de un juego didáctico como es *QuimiKaboom* nace como una respuesta a la necesidad de ofrecer al alumnado una metodología alternativa que permita adquirir, reforzar y aplicar los contenidos relacionados con la formulación y la química básica mediante la práctica y la interacción lúdica. Este tipo de recursos favorecen que los estudiantes asuman un rol activo en su proceso de aprendizaje, promoviendo el pensamiento crítico, colaborativo y la resolución de problemas, elementos que se tratan en la enseñanza de cualquier tipo de ciencias (Michael, 2006).

Además, el uso de juegos de cartas que simulan situaciones de formulación química obliga al alumnado a no solo ser un componente pasivo que recibe las clases, sino que se enfrenta constantemente al razonamiento lógico. Con la aplicación de las normas de nomenclatura (de la IUPAC) y la interpretación de relaciones entre elementos químicos, lo cual permite fortalecer sus competencias científicas de forma progresiva, divertida y significativa. El juego estimula de forma continua la relación entre símbolos químicos, propiedades periódicas y normas de formulación, consolidando aprendizajes a través de la práctica repetida y contextualizada. Tal y como indican diversos estudios, en el que el aprendizaje se consolida con una mayor profundidad cuando se realiza en un contexto motivador, cuando se estimula la curiosidad y cuando existe un componente emocional positivo, todos ellos factores que se ven potenciados a través de metodologías lúdicas (Gee, 2003; Moreno y Mayer, 2007).

El desarrollo de actividades de este tipo no solo se alinea con los principios que se encuentran en neuroeducación y el aprendizaje significativo, sino que también responde a las directrices marcadas por el currículo de Física y Química en Secundaria, que enfatiza la adquisición de competencias prácticas, comunicativas y científicas a través de contextos reales y simulados (MEFP, 2022). De este modo, el juego diseñado no pretende cambiar la enseñanza tradicional, sino complementarla, de modo que pueda convertirse en una herramienta didáctica más que permita facilitar la comprensión de conceptos fundamentales que se tratan a lo largo de la asignatura.

*QuimiKaboom* ha sido diseñado en un formato que sea tanto accesible como económico, utilizando como base un simple juego de cartas, lo que facilita su implementación en cualquier aula sin necesidad de grandes recursos materiales o tecnológico. De esta forma permite que si docente pueda adaptar el juego (incluso modificarlo) en función del nivel del grupo o del tiempo que se tenga. El juego es flexible por lo que puede usarse tanto para introducción de contenidos, como para repaso o evaluación lúdica.

El formato de cartas favorece también la interacción directa entre el alumnado, el trabajo cooperativo y la gestión de normas de convivencia, ya que se promueve la comunicación, la negociación y la toma de decisiones dentro de un contexto lúdico y estructurado (Zagal, Rick y Hsi, 2006). El uso de juegos de cartas en el aula, al no requerir de equipamiento especializado, también resulta especialmente útil para centros educativos que cuenten con recursos limitados o para docentes que busquen actividades ser fácilmente replicadas o transportadas, tanto en espacios interiores como exteriores, manteniendo siempre un enfoque activo y participativo. El alumnado construye el conocimiento a partir de la manipulación directa de las cartas y la formulación de compuestos, lo que facilita la comprensión de conceptos abstractos al vincularlos con una experiencia práctica y tangible (Ausbel, Novak y Hanesian, 1983).

En el presente trabajo, *QuimiKaboom* es la propuesta de juego educativo para la asignatura de Física y Química del cuarto curso de la Educación Secundaria Obligatoria.

### **3. Material didáctico: Juego educativo original.**

#### **3.1. Diseño del material. Propuesta *QuimiKaboom*.**

El juego que se propone en este TFM se trata de *QuimiKaboom*, un juego de cartas didáctico diseñado para facilitar y reforzar el aprendizaje de la formulación química y el conocimiento de la tabla periódica (tanto posición, nombre y estado de oxidación de los elementos) en el alumnado de Secundaria. Inspirado en el famoso juego de cartas *Exploding Kittens* (Lee, Inman & Keller, 2015), a través de una mecánica principal basada en la combinación de cartas, los jugadores deberán identificar elementos, formular compuestos correctamente y tomar las decisiones estratégicas adecuadas que les permitan evitar “accidentes” propios de un laboratorio, representados mediante cartas especiales.

El principal objetivo de *QuimiKaboom* es que el alumnado adquiera de forma lúdica conceptos esenciales de la asignatura de Física y Química, especialmente en los que respecta a la formulación, el uso de la nomenclatura IUPAC y la reactividad de los elementos.

Es un juego de estrategia y formulación química desde 2 a 5 jugadores (aunque en el caso de un aula al ser un alumnado extenso se jugaría en grupos de 4 de unos 4-5 alumnos) donde los jugadores son jóvenes científicos en un laboratorio caótico. Para ganar, deberán formular correctamente compuestos químicos, evitar cometer errores fatales y usar su ingenio químico para sabotear a sus rivales.

Cada jugador usará su conocimiento sobre la tabla periódica y las propiedades químicas para combinar elementos y ganar puntos. Pero cuidado: el laboratorio está lleno de peligros, y un simple descuido podría costarte la partida. El juego introduce cartas de Protección (por ejemplo: guantes y gafas de seguridad, ducha de emergencia y de lavaojos) que permiten a los jugadores evitar quedar eliminados al encontrarse con las temidas cartas de Accidente, las cuales simulan accidentes o descuidos que podrían ocurrir en un laboratorio real (como romper un matraz, provocar una explosión o no leer los pictogramas de seguridad). (Ver Figuras 1 y 2).



*Figura 1:* Ejemplo de carta de Protección con referencia al equipamiento para trabajar en el laboratorio.



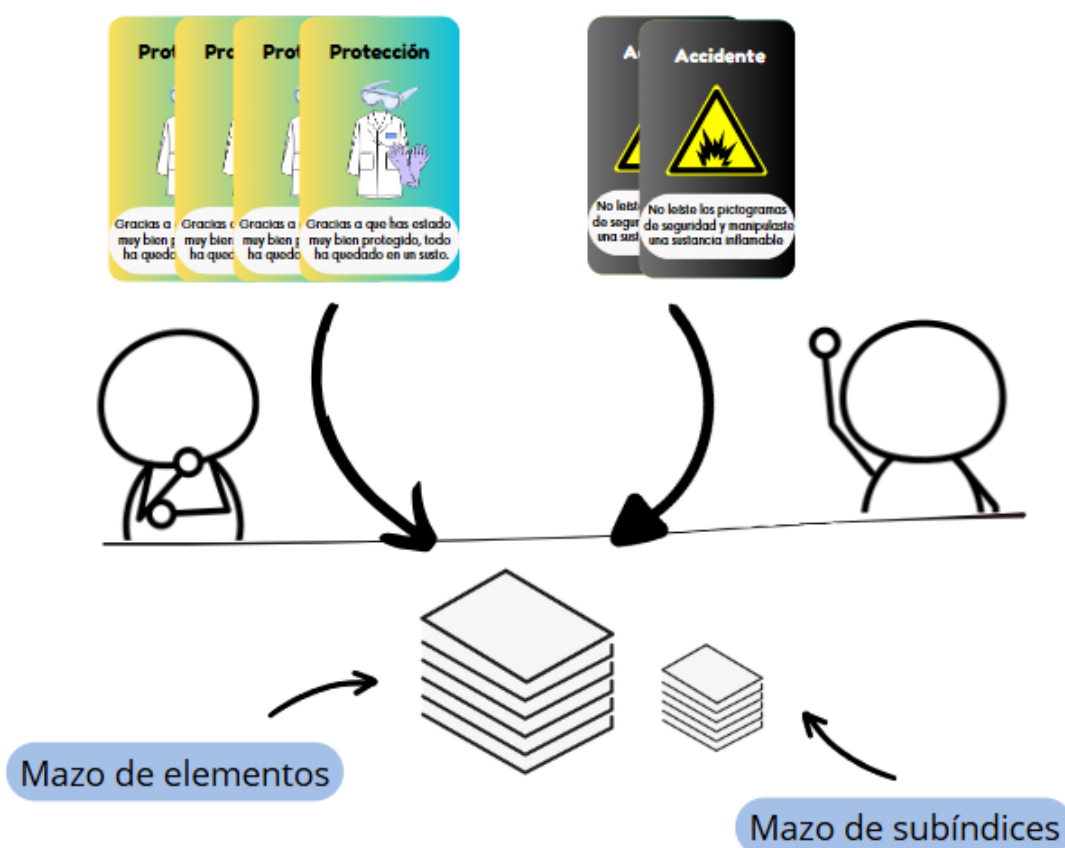
*Figura 2:* Ejemplo de carta de Accidente con una ilustración de un pictograma de seguridad.

#### 1) Preparación:

Se reparten 7 cartas del montón de cartas de elementos a cada grupo más una carta de Protección. Además, se reparte a cada grupo 3 cartas del montón de cartas de subíndices, siendo un total de 10 cartas por grupo.

Con las cartas restantes, se barajan ambos montones de cartas. Ahora se decide cuantas cartas de Accidente se jugarán en esta ronda. Las cartas de Accidente son las que harán que quedes eliminado de la partida, por tanto, cuantas más cartas de Accidente se coloquen en el montón de cartas de elemento, más complicada será la partida. Se mezclan las cartas de Accidente y se deja el mazo de cartas de elemento en el centro de la mesa.

Se baraja a su vez el montón de cartas de subíndices y se coloca al lado del otro montón (ver Figura 3 sobre la colocación de dichas cartas y Figura 4 que trata de un ejemplo de carta de subíndice).



*Figura 3:* La zona de juego donde se indica la colocación de los dos mazos de cartas.



*Figura 4:* Ejemplo de carta de subíndice (izquierda) junto con el dorso (derecha).

Se reserva un hueco para para la pila de descartes y una zona de juego donde se colocarán los compuestos formulados.

## 2) Objetivo del juego:

El objetivo es ganar puntos formulando compuestos químicos, pero evitando que los Accidentes te dejen fuera de la partida. Usa tus cartas de manera inteligente para ser el científico con más puntos y evitar saltar por los aires.

El grupo que consiga más puntos cuando todos los grupos hayan sido eliminados por los Accidentes, será el ganador de la partida.

## 3) Turno de juego:

Cada grupo en su turno puede realizar cualquier acción, por ejemplo, puede utilizar alguna carta especial que le ofrezca alguna ventaja, puede formular algún compuesto (si tiene las cartas de elementos apropiadas) o puede pasar su turno robando.

Por tanto, tu turno acaba cuando cojas el mismo número de carta del mazo de elementos y del mazo de subíndices que cartas has jugado para formar un compuesto, salvo que se utilicen cartas especiales. En ese caso se hará lo que dicha carta mencione. Si en tu turno no puedes hacer nada, o simplemente decides guardar cartas, puedes coger una carta del mazo de elementos y así pasar el turno al siguiente grupo.

En caso de coger una carta de Accidente, se debe de enseñar directamente al resto de grupos. Si tienes una carta de Protección, entonces se anula el efecto del Accidente y la carta de Protección pasa al mazo de descartes. Ahora con la carta de Accidente puedes meterla en la parte del mazo central que tú quieras. Pero ojo, no siempre poner la carta para molestar a otro grupo puede salir bien, existen numerosas cartas que pueden cambiar la posición de la carta de Accidente. Si cuando robas y aparece una carta de Accidente y no tienes una carta de Protección, serás eliminado.

## 4) Formulación de compuestos:

Un jugador puede formular un compuesto si tiene en su mano los elementos necesarios y los subíndices correspondientes al elemento que pretende formar. De manera que, durante la partida, cada grupo irá acumulando cartas de elementos químico. Al conseguir formular correctamente (según la IUPAC) un compuesto, ya sea binario, ternario e incluso cuaternario, el jugador consigue una suma de puntos.

El sistema de puntuación es sencillo, el número de cartas de elementos que utilices para formar un compuesto será el número de puntos que consigas con dicho compuesto, como se muestra en la Figura 5. Por ejemplo, si un jugador tiene Na (Sodio) y Cl (Cloro), puede decir:

"Formo  $\text{NaCl}$ , Cloruro de Sodio." → Gana 2 puntos porque ha utilizado dos cartas de elemento para su formulación. Además, ha nombrado correctamente el compuesto, lo cual le permite puntuar.

Otro ejemplo, si tiene Ca (calcio), C (Carbono), O (Oxígeno) y además dispone de la carta de subíndice 3, puede decir:

"Formo  $\text{CaCO}_3$ , Carbonato de Calcio." → Gana 3 puntos porque ha utilizado 3 cartas de elementos.

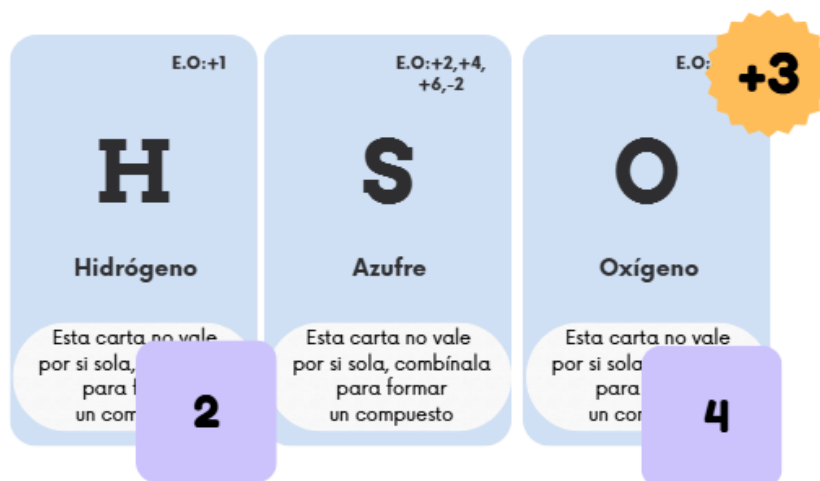


Figura 5: Ejemplo de un compuesto, en este caso el ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Obtiene 3 puntos ya que, para formar el compuesto, ha utilizado tres cartas de elemento de color azul.

Importante: Si por ejemplo tiene una carta de elemento de Na (sodio) y otra carta de elemento Cl (cloro) y dice: "Formo el  $\text{NaCl}$ , cloruro de potasio", estaría bien formulado, pero como está mal nombrado el compuesto según las normas de la IUPAC, no sumaría puntos y las cartas de elemento utilizadas se dejarían en el montón de descartes.

Una pista para formular sería fijarse en los estados de oxidación de las cartas de elemento, ya que te servirán como guía para formular compuestos correctamente. Ya que los compuestos químicos deben ser neutros, por lo que la suma de las cargas de los elementos debe dar cero.

A parte, existen algunas cartas especiales de color verde. Si se forma un compuesto con alguna de las cartas de elemento de color verde, se suma un punto extra al compuesto que hayas formado (ver Figura 6).



*Figura 6:* Ejemplo de otro compuesto, el sulfato de berilio ( $\text{BeSO}_4$ ). Obtiene 4 puntos ya que, para formar el compuesto, ha utilizado tres cartas de elemento, dos de color azul y una de color verde, por tanto, suma un punto más.

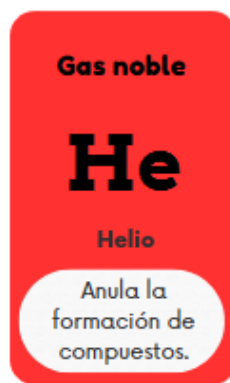
#### 5) Tipo de cartas especiales:

A parte de las cartas de elemento que permitirán a los distintos grupos formar los compuestos y alzarse con la victoria, existen otro tipo de cartas (las cartas especiales) que te ayudarán tanto para la formación de más compuestos como a permanecer más tiempo en juego. Estas cartas han sido diseñadas para mantener una estrecha relación con conceptos fundamentales de la Química, permitiendo que cada acción tenga un significado didáctico que conecta el mundo del juego con el contenido curricular.

De esta forma, cada carta especial no solo introduce un componente estratégico al desarrollo de la partida, sino que también refuerza conceptos y procesos propios de la asignatura, facilitando su comprensión y asimilación lúdica. A continuación, se explican y muestran las cartas especiales que se han diseñado para el juego:

Si un grupo roba una carta de **Accidente**, deberá enseñarla inmediatamente y sufrirá las consecuencias a menos que tenga una carta de **Protección**, como ya se ha mencionado anteriormente.

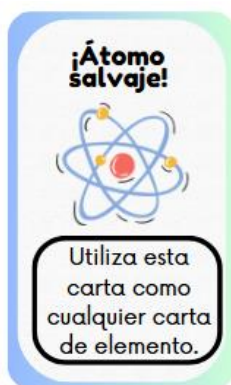
Los **gases nobles** (ver Figura 7), al ser elementos no reactivos, se podrán jugar para cancelar la formación de cualquier tipo de compuesto. Ejemplo: si un grupo pretende formar el  $\text{NaCl}$ , pero otro grupo echa una carta de gas noble, se eliminaría dicha formación. Sin embargo, puedes echar otro gas noble para hacer que sí se forme.



*Figura 7:* Un ejemplo de carta de gas noble, en este caso del elemento Helio.

Nota: Las cartas de gas noble puede echarlas cualquier grupo, aunque ni afecte ni sea su turno.

**¡Átomo salvaje!** (ver Figura 8), esta carta te permite utilizarla como cualquier carta de elemento (como si de un comodín se tratase). Sirve tanto para las cartas de elemento normales (azules) como las que otorgan un punto extra (verdes).



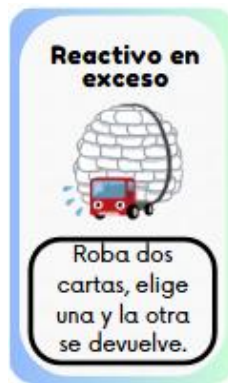
*Figura 8:* Carta de ¡Átomo salvaje!

**Reacción Reversible** (ver Figura 9): Permite cambiar el sentido del juego y pasa el turno al siguiente grupo.



*Figura 9:* Carta de Reacción reversible.

**Reactivo en Exceso** (ver Figura 10): Roba dos cartas del mazo central. Elige la que más te interese y la otra se devuelve al mazo en la misma posición.



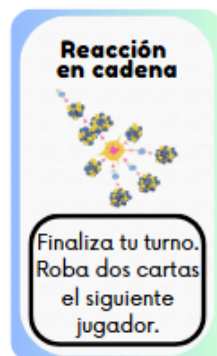
*Figura 10: Carta de Reactivo en Exceso.*

**Investigar** (ver Figura 11): Te permite mirar las 3 primeras cartas del mazo central.



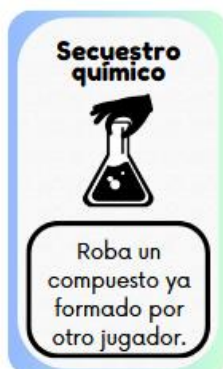
*Figura 11: Carta de Investigar.*

**Reacción en Cadena** (ver Figura 12): Al utilizar esta carta obligas al siguiente grupo a robar dos cartas para finalizar su turno. Se pueden acumular las cartas de reacción en cadena de forma que, si se utilizan dos, entonces se deben robar 4 cartas para finalizar el turno. Si el grupo amenazado con esta carta tiene en su mano otra carta de reacción en cadena. Puede usarla para pasar los efectos al siguiente grupo. (Esta carta es mucho más útil al final de la partida)



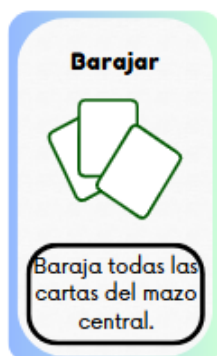
*Figura 12: Carta de Reacción en Cadena.*

**Secuestro Químico** (ver Figura 13): El grupo que use esta carta puede robar un compuesto ya formado por cualquier otro jugador. Se puede evitar que te roben un compuesto si juegas una carta de Gas Noble.



*Figura 13: Carta de Secuestro Químico.*

**Barajar** (ver Figura 14): Al usar esta carta puedes barajar tanto el montón de cartas de elementos como el montón de cartas de subíndices.



*Figura 14: Carta de Barajar.*

**Atracción Electrostática** (ver Figura 15): Te permite robar una carta de la mano a otro grupo al azar.



*Figura 15: Carta de Atracción Electrostática*

En el **Anexo 1** quedan recogidas todas las cartas, en formato para su impresión, junto con el dorso de estas (ver **Anexo 2**).

## 6) Finalización de la partida:

La partida termina cuando no quede más nadie en pie, una vez se agoten todas las cartas del mazo menos las cartas de Accidente que se acordó poner, se hace un recuento. Se procede a contar todos los puntos conseguidos por cada grupo, el grupo que más puntos tenga será proclamado ganador de la partida. El ganador será el científico más hábil y estratégico.

A continuación, en la Figura 16, se muestra un ejemplo de una ronda de juego:

Cuando miras tus cartas, ves que tienes estas cartas de elemento:

| E.O.: +1                                                           | E.O.: +2, +4, +6, -2                                               | E.O.: -1, -2                                                       |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>H</b>                                                           | <b>S</b>                                                           | <b>O</b>                                                           |
| Hidrógeno                                                          | Azufre                                                             | Oxígeno                                                            |
| Esta carta no vale por sí sola, combínala para formar un compuesto | Esta carta no vale por sí sola, combínala para formar un compuesto | Esta carta no vale por sí sola, combínala para formar un compuesto |

Decides que vas a formar el  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pero, te hacen falta los subíndices 2 y 4. Compruebas tus cartas y tienes:

|          |          |
|----------|----------|
| <b>2</b> | <b>4</b> |
|----------|----------|

Ahora sí podemos formarlo.

| E.O.: +1                                                 | E.O.: +2, +4, +6, -2                                               | E.O.: +3                                                 |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>H</b>                                                 | <b>S</b>                                                           | <b>O</b>                                                 |
| Hidrógeno                                                | Azufre                                                             | Oxígeno                                                  |
| Esta carta no vale por sí sola, para formar un compuesto | Esta carta no vale por sí sola, combínala para formar un compuesto | Esta carta no vale por sí sola, para formar un compuesto |
| <b>2</b>                                                 |                                                                    | <b>4</b>                                                 |

+3 puntos (1 punto por cada carta de elemento utilizada).

Una vez formas un compuesto robas el mismo número de cartas que te ha costado formarlo. Es decir **3 cartas del mazo central y 2 del mazo de subíndices.**



*Figura 16:* Ejemplo de un turno de juego, donde se explica cómo podría ser un tipo de jugada. Primero, se muestra una posible mano de cartas que puede tener un grupo. Después, se explica cómo crear un compuesto y formularlo correctamente, además de comentar la puntuación correspondiente al compuesto creado. Por último, se explica una posible utilidad de cartas especiales para crear un componente añadido de estrategia del juego y la finalización de dicho turno.

Para facilitar la aplicación práctica del juego en el aula, se ha elaborado un manual de instrucciones que recoge de forma estructurada y clara todos los elementos del juego. Este manual queda recogido en el **Anexo 3**, con el objetivo de que sirva de guía tanto para el alumnado como para los docentes.

### 3.2. Marco legal

Una vez expuesto el material didáctico, resulta necesario contextualizarla dentro de un marco legal. Se fundamenta en el marco normativo vigente que regula el sistema educativo español andaluz, garantizando su adecuación a los principios pedagógicos y curriculares establecidos.

La Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de Educación (LOMLOE), establece los principios metodológicos generales del sistema educativo, destacando la necesidad de emplear estrategias

didácticas activas, modificadoras y significativas que fomenten el aprendizaje de las competencias por parte del alumnado (BOE, 2020).

En referencia con esta normativa, el Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la etapa de Educación Secundaria Obligatoria, haciendo especial énfasis en el desarrollo del pensamiento crítico, la resolución de problemas y la aplicación práctica del conocimiento científico (BOE, 2022).

En el ámbito autonómico, el currículum se concreta en el Decreto 102/2023, de 9 de mayo, por el que se establece la ordenación y el currículum de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía (BOJA, 2023a), y en la Orden de 30 de mayo de 2023, por el que se desarrolla el currículum correspondiente con dicha etapa educativa (BOJA, 2023b). En estas normativas se recogen los criterios de evaluación, competencias específicas y saberes básicos de cada asignatura, promoviendo así un enfoque competencial que favorece metodologías como el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje basado en proyectos y el uso del juego como herramienta didáctica.

### **3.3. Marco curricular.**

La propuesta de juego se plantea como una herramienta didáctica que va más allá de una actividad lúdica puntual, permitiendo reforzar contenidos curriculares de la materia de Física y Química, especialmente los relacionados con la formulación inorgánica, el conocimiento de la tabla periódica e incluso la comprensión de algunas propiedades periódicas. Se convierte así en un recurso didáctico versátil que el docente puede incorporar dentro de una programación didáctica como apoyo al aprendizaje.

El alumnado aplica de forma práctica y significativa los conocimientos adquiridos sobre formulación y nomenclatura química. El hecho de tender que formar compuestos reales y formulados correctamente les obliga a repasar valencias, estados de oxidación y combinaciones de elementos. Como está pensado para que se juegue en grupos, el alumnado se beneficia del intercambio de ideas, el diálogo y la justificación de respuestas, lo cual favorece el aprendizaje colaborativo y la mejora del razonamiento. Así, el juego rompe con la dinámica tradicional de clase, incrementando así el interés y la implicación del alumnado en una materia que a menudo puede resultar abstracta o difícil.

Si el docente pretende utilizar el juego como instrumento de evaluación, el profesor puede observar o registrar diferentes aspectos como, por ejemplo, el uso adecuado del lenguaje químico, una correcta formulación de compuestos, el conocimiento de la tabla y propiedades periódicas, la participación y el respeto al resto de compañeros

del grupo. De esta forma, el juego no es solo una actividad de repaso, sino una actividad más que puede tener su propio porcentaje en la nota dentro de una evaluación continua detallada a principio de curso.

En la Tabla 1 se muestran todos los elementos curriculares que se trabajan en el juego propuesto, centrados en el curso de cuarto de Educación Secundaria Obligatoria. Esta tabla recoge de forma organizada las competencias específicas, los criterios de evaluación y los saberes básicos que se trabajan a través del desarrollo de la propuesta lúdica:

*Tabla 1:* Competencias específicas, Criterios de evaluación y saberes básicos del juego propuesto.

| Competencias específicas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Criterios de Evaluación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. Expresar las observaciones realizadas por el alumnado en forma de preguntas, formulando hipótesis, para explicarlas y demostrando dichas hipótesis a través de la experimentación científica, la indagación y la búsqueda de evidencias, para desarrollar los razonamientos propios del pensamiento científico y mejorar las destrezas en el uso de las metodologías científicas. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p><b>2.1.</b> Emplear las metodologías propias de la ciencia para identificar y describir fenómenos científicos a partir de situaciones tanto observadas en el mundo natural como planteadas a través de enunciados con información textual, gráfica o numérica.</p> <p><b>FYQ.4.A.1. / FYQ 4.B.4</b></p> <p><b>2.2.</b> Predecir, para las cuestiones planteadas, respuestas que se puedan comprobar con las herramientas y conocimientos adquiridos, tanto de forma experimental como deductiva, aplicando el razonamiento lógico-matemático en su proceso de validación.</p> <p><b>FYQ.4.A.1/FYQ.4.B.3.</b></p> |
| Saberes básicos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p><b>FYQ.4.A.1:</b> Diseño del trabajo experimental y emprendimiento de proyectos de investigación para la resolución de problemas mediante el uso de la experimentación y el tratamiento del error, la indagación, la deducción, la búsqueda de evidencias o el razonamiento lógico-matemático para hacer inferencias válidas</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>sobre la base de las observaciones y sacar conclusiones pertinentes y generales que vayan más allá de las condiciones experimentales para aplicarlas a nuevos escenarios. La investigación científica. La medida y su error. Análisis de datos experimentales.</p> <p><b>FYQ.4.B.3.</b> Relación, a partir de su configuración electrónica, de la distribución de los elementos en la Tabla Periódica con sus propiedades fisicoquímicas más importantes, agrupándolos por familias, para encontrar generalidades.</p> <p><b>FYQ.4.B.4:</b> Valoración de la utilidad de los compuestos químicos a partir de sus propiedades en relación con cómo se combinan los átomos, a la naturaleza iónica, covalente o metálica del enlace químico y a las fuerzas intermoleculares, como forma de reconocer la importancia de la química en otros campos como la ingeniería, la biología o el deporte.</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competencias específicas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Criterios de Evaluación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p><b>3.</b> Manejar con soltura las reglas y normas básicas de la física y la química en lo referente al lenguaje de la IUPAC, al lenguaje matemático, al empleo de unidades de medida correctas, al uso seguro del laboratorio y a la interpretación y producción de datos e información en diferentes formatos y fuentes (textos, enunciados, tablas, gráficas, informes, manuales, diagramas, fórmulas, esquemas, modelos, símbolos, etc.), para reconocer el carácter universal y transversal del lenguaje científico y la necesidad de una comunicación fiable en investigación y ciencia entre diferentes países y culturas.</p> | <p><b>3.1.</b> Emplear fuentes variadas, fiables y seguras para seleccionar, interpretar, organizar y comunicar información relativa a un proceso fisicoquímico concreto, relacionando entre sí lo que cada una de ellas contiene, extrayendo en cada caso lo más relevante para la resolución de un problema y desechando todo lo que sea irrelevante.</p> <p><b>FYQ.4.B.3.</b></p> <p><b>3.2.</b> Utilizar adecuadamente las reglas básicas de la física y la química, incluyendo el uso correcto de varios sistemas de unidades, las herramientas matemáticas necesarias y las reglas de nomenclatura avanzadas, para</p>                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|  |                                                                                                                  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>facilitar una comunicación efectiva con toda la comunidad científica.</p> <p><b>FYQ.4.B.1/ FYQ.4.B.6.</b></p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Saberes básicos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p><b>FYQ.4.B.1:</b> Realización de problemas de variada naturaleza sobre las propiedades fisicoquímicas de los sistemas materiales más comunes, en función de la naturaleza del enlace químico y de las fuerzas intermoleculares, incluyendo disoluciones y sistemas gaseosos, para la resolución de problemas relacionados con situaciones cotidianas diversas.</p> <p><b>FYQ.4.B.3:</b> Relación, a partir de su configuración electrónica, de la distribución de los elementos en la Tabla Periódica con sus propiedades fisicoquímicas más importantes, agrupándolos por familias, para encontrar generalidades.</p> <p><b>FYQ.4.B.6.</b> Utilización e interpretación adecuada de la formulación y nomenclatura de compuestos químicos inorgánicos ternarios mediante las reglas de la IUPAC para contribuir a un lenguaje científico común.</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competencias específicas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Criterios de Evaluación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p><b>4.</b> Utilizar de forma crítica, eficiente y segura plataformas digitales y recursos variados, tanto para el trabajo individual como en equipo, para fomentar la creatividad, el desarrollo personal y el aprendizaje individual y social, mediante la consulta de información, la creación de materiales y la comunicación efectiva en los diferentes entornos de aprendizaje.</p> | <p><b>4.1.</b> Utilizar de forma eficiente recursos variados, tradicionales y digitales, para mejorar el aprendizaje autónomo y la interacción con otros miembros de la comunidad educativa, de forma rigurosa y respetuosa y analizando críticamente las aportaciones de cada participante.</p> <p><b>FYQ.4.B.3/FYQ.4.B.4</b></p> <p><b>4.2.</b> Trabajar de forma versátil con medios variados, tradicionales y digitales, en la consulta de información y la creación de contenidos, seleccionando y empleando con criterio las fuentes y herramientas más fiables y desechando las menos adecuadas para la mejora del aprendizaje propio y colectivo.</p>                                                                                                                                                                                          |

|  |                            |
|--|----------------------------|
|  | <b>FYQ.4.B.2/FYQ.4.B.4</b> |
|--|----------------------------|

| Saberes básicos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p><b>FYQ.4.B.2:</b> Reconocimiento de los principales modelos atómicos clásicos y cuánticos y la descripción de las partículas subatómicas de los constituyentes de los átomos estableciendo su relación con los avances de la física y de la química más relevantes de la historia reciente. Estructura electrónica de los átomos.</p> <p><b>FYQ.4.B.3:</b> Relación, a partir de su configuración electrónica, de la distribución de los elementos en la Tabla Periódica con sus propiedades fisicoquímicas más importantes, agrupándolos por familias, para encontrar generalidades.</p> <p><b>FYQ.4.B.4:</b> Valoración de la utilidad de los compuestos químicos a partir de sus propiedades en relación con cómo se combinan los átomos, a la naturaleza iónica, covalente o metálica del enlace químico y a las fuerzas intermoleculares, como forma de reconocer la importancia de la química en otros campos como la ingeniería, la biología o el deporte.</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competencias específicas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Criterios de Evaluación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p>5. Utilizar las estrategias propias del trabajo colaborativo, potenciando el crecimiento entre iguales como base emprendedora de una comunidad científica crítica, ética y eficiente, para comprender la importancia de la ciencia en la mejora de la sociedad andaluza y global, las aplicaciones y repercusiones de los avances científicos, la preservación de la salud y la conservación sostenible del medioambiente.</p> | <p><b>5.1.</b> Establecer interacciones constructivas y coeducativas entendiendo actividades de cooperación e iniciando el uso de las estrategias propias del trabajo colaborativo, como forma de construir un medio de trabajo eficiente en la ciencia.</p> <p><b>FYQ.4.A.1./FYQ.4.B.3./FYQ4.B.7</b><br/><b>FYQ.4.E.4.</b></p> <p><b>5.2.</b> Empezar, de forma autónoma y de acuerdo a la metodología adecuada, proyectos científicos que involucren al alumnado en la mejora de la sociedad andaluza y global y que creen valor tanto para el individuo como para la comunidad.</p> <p><b>FYQ4.A.1./FYQ4.B.4./FYQ4.B.7.</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Saberes básicos | <p><b>FYQ.4.A.1:</b> Diseño del trabajo experimental y emprendimiento de proyectos de investigación para la resolución de problemas mediante el uso de la experimentación y el tratamiento del error, la indagación, la deducción, la búsqueda de evidencias o el razonamiento lógico-matemático para hacer inferencias válidas sobre la base de las observaciones y sacar conclusiones pertinentes y generales que vayan más allá de las condiciones experimentales para aplicarlas a nuevos escenarios. La investigación científica. La medida y su error. Análisis de datos experimentales.</p> <p><b>FYQ.4.B.3:</b> Relación, a partir de su configuración electrónica, de la distribución de los elementos en la Tabla Periódica con sus propiedades fisicoquímicas más importantes, agrupándolos por familias, para encontrar generalidades.</p> <p><b>FYQ.4.B.4:</b> Valoración de la utilidad de los compuestos químicos a partir de sus propiedades en relación con cómo se combinan los átomos, a la naturaleza iónica, covalente o metálica del enlace químico y a las fuerzas intermoleculares, como forma de reconocer la importancia de la química en otros campos como la ingeniería, la biología o el deporte.</p> <p><b>FYQ.4.B.7.</b> Introducción a la formulación y nomenclatura de los compuestos orgánicos mediante las reglas de la IUPAC como base para reconocer y representar los hidrocarburos sencillos y los grupos funcionales de alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres y aminas para entender la gran variedad de compuestos del entorno basados en el carbono, su importancia biológica, sus múltiples usos y sus aplicaciones de especial interés.</p> <p><b>FYQ.4.E.4.</b> Relación de las variables termodinámicas y cinéticas en las reacciones químicas, aplicando modelos como la teoría de colisiones, para explicar el mecanismo de una reacción química, su velocidad y energía, a partir de la reordenación de los átomos, así como la ley de conservación de la masa y realizar predicciones aplicadas a los procesos cotidianos más importantes.</p> |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

En la propuesta de este trabajo, las competencias que se pretenden desarrollar se explican a continuación:

➤ **Competencia en Comunicación Lingüística (CCL):** Esta competencia se refiere a la utilización del lenguaje como instrumento de comunicación, interpretación, comprensión y de construcción y transmisión del conocimiento. **CCL-2:** Se fomenta al tener que leer instrucciones, interpretar

cartas, debatir y comunicarse con otros jugadores para tomar decisiones, explicar fórmulas o defender jugadas. **CCL-4:** La exposición oral de fórmulas, la argumentación o la explicación de estrategias implican desarrollo del discurso oral y técnico.

➤ **Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM):** **STEM-1:** El juego plantea retos de formulación química que deben de resolverse con lógica científica. **STEM-2:** Usan las normas reales de formulación inorgánica para crear compuestos correctos. **STEM-4:** Tienen que justificar cómo han formulado un compuesto según el estado de oxidación o cualquier otro parámetro válido.

➤ **Competencia personal, social y de aprender a aprender (CPSAA):** Esta competencia hace referencia a la forma de construir y asimilar el conocimiento e incluye una serie de destrezas que requieren la reflexión y la toma de conciencia de los propios procesos de aprendizaje. **CPSAA-1:** Se fomenta el autoconocimiento a través del juego, detectando fortalezas y dificultades en química. **CPSAA-2:** El juego se basa en el trabajo en equipo, la cooperación y el respeto por los turnos. **CPSAA-4:** El juego permite fallar y corregir, reforzando la resiliencia en el aprendizaje.

➤ **Competencia emprendedora (CE):** **CE-1:** Tomar decisiones de forma creativa y reflexiva. El alumnado elige las cartas estratégicamente, valora opciones, y decide qué compuestos crear.

➤ **Competencia ciudadana (CC):** **CC-2:** Adoptar comportamientos respetuosos y cooperativos en la vida escolar. Se trabaja al convivir en un juego grupal, respetando normas, tiempos y a los demás.

### 3.4. Contexto educativo

Con el objetivo de valorar la aplicabilidad y eficacia del juego propuesto como herramienta didáctica, se ha llevado a cabo una prueba piloto en el centro donde el autor del TFM ha realizado las prácticas del máster, el IES Francisco Ayala. Aunque el juego, como ya se ha mencionado con anterioridad, ha sido diseñado originalmente para alumnos de 4º de ESO, dicha prueba se realizó con alumnado de 3º de ESO, ya que por cuestiones de horario no fue posible probarlo con algún grupo de 4º.

El IES Francisco Ayala es un centro público ubicado en una zona central de la periferia del norte de la ciudad de Granada, en la misma carretera que une Granada con

un pueblo cercano Maracena, junto a una barriada que la gente conoce popularmente como de la Cruz o de Los Toreros, gestionado por la Conserjería de Desarrollo Educativo y Formación Profesional de la Junta de Andalucía. Su proyecto educativo se caracteriza por ofertar formación diversa, un fuerte compromiso con la innovación metodológica y tecnológica, y una atención específica a la diversidad y la inclusión.

El centro imparte las siguientes enseñanzas:

- Educación Secundaria Obligatoria (ESO) en todos sus niveles.
- Bachillerato en sus tres modalidades: Ciencias y Tecnología, Humanidades y Ciencias Sociales, y la opción General.
- Formación Profesional en la rama de Informática:
  - Grado Medio: Sistemas Microinformáticos y Redes.
  - Grado Superior: Desarrollo de Aplicaciones Web (DAW) y Desarrollo de Aplicaciones Multiplataforma (DAM).

Por tanto, debido a lo comentado anteriormente, el instituto es un referente en Formación Profesional en el área de la informática en la provincia de Granada (Ayala, s.f.)

El centro cuenta con un programa bilingüe en inglés desde 2007, implantado en ESO, parte del Bachillerato y del ciclo superior de DAW. Se trabaja mediante el enfoque CLIL, integrando contenidos curriculares con el aprendizaje del inglés en materias como Biología, Tecnología o Historia. Esto fomenta el desarrollo de la competencia y el aprendizaje activo (Ayala, s.f.)

Se promueve una metodología activa basada en el aprendizaje basado en proyectos (ABP), aprendizaje cooperativo, integración de tecnologías (como pizarras digitales, plataformas virtuales o gamificación) y enfoques competenciales alineados con el currículo LOMLOE, entre otras. Además, al profesorado participa en actividades de formación permanente y proyectos de innovación educativa (En Clase, 2017).

El instituto forma parte del programa Erasmus+, ofreciendo al alumnado de FP la posibilidad de realizar prácticas en empresas europeas, lo que mejora su empleabilidad y su competencia intercultural (En Clase, 2017).

En cuanto a recursos e instalaciones que el centro ofrece, dispone de aulas específicas de informática, laboratorio de física y química, música, idiomas o plástica. Cuenta con una biblioteca escolar con actividades de animación lectora, recursos tecnológicos como conexión wifi, ordenadores en red, impresoras 3D y algunos dispositivos más. En cuanto a la accesibilidad, el centro cuenta con intérpretes de lengua

de signos española y rampas, garantizando la inclusión del alumnado con necesidades especiales (Centro de Normalización Lingüística de la Lengua de Signos Española, s.f.).

El alumnado del IES Francisco Ayala es reflejo de la diversidad cultural, social y funcional de la ciudad de Granada. El centro acoge a unos 782 estudiantes distribuidos entre las enseñanzas de ESO, Bachillerato y Formación Profesional. Esta cifra se ha mantenido en cierto punto estable en los últimos años, lo cual ha permitido una organización pedagógica equilibrada y favoreciendo así el conocimiento directo del alumnado por parte del profesorado.

El instituto se encuentra en un entorno urbano heterogéneo, con estudiantes que proceden de distintos barrios de la ciudad y de contextos sociales variados, presentando contrastes sociales y económicos. En su área de influencia conviven familias de clase media con otras de nivel socioeconómico más bajo. A pesar de las dificultades que pueden presentar algunas familias para implicarse en la educación por cuestiones laborales, económicas o culturales, el centro mantiene una relación constante con el entorno a través del AMPA. Esto implica la presencia de alumnado con diferentes niveles de apoyo familiar, recursos económicos y capital cultural. Para dar una respuesta a esta realidad, el centro participa activamente en programas de apoyo como PROA+, dirigidos a prevenir el fracaso escolar y a mejorar la equidad en el acceso a los aprendizajes (El Independiente de Granada, 2017).

Además, el instituto trabaja con un porcentaje de alumnado de origen extranjero, especialmente en los primeros cursos de la ESO, promoviendo estrategias de acogida lingüística y cultural y el aprendizaje del español como segunda lengua. Todas estas acciones son coordinadas con el Departamento de Orientación junto con el equipo de apoyo a la diversidad.

El centro promueve la convivencia positiva mediante actividades de tutoría, mediación escolar y programas de educación emocional. Existen protocolos de actuación ante conflictos, acoso escolar o situaciones de vulnerabilidad.

Por último, el IES Francisco Ayala cuenta con un enfoque psicopedagógico orientado al desarrollo académico, personal y social del alumnado, en línea con los principios de la LOMLOE y las directrices de la Conserjería de Desarrollo Educativo de la Junta de Andalucía. Esta atención se articula principalmente a través del Departamento de Orientación, que desempeña un papel clave en la planificación y ejecución de medidas de apoyo, prevención y orientación. Está compuesto por una orientadora a tiempo completo, profesorado de apoyo y personal especializado. Este equipo realiza

evaluaciones psicopedagógicas para identificar necesidades específicas de apoyo educativo (NEAE), coordina los planes de acción tutorial y de orientación académica y profesional. Además, colabora con los tutores y el profesorado para planificar las diversas adaptaciones curriculares y medidas de refuerzo.

También participa en la elaboración de programas individualizados para alumnado con Trastornos del Espectro Autista (TEA), TDAH, altas capacidades y otras NEAE, fomentando así una atención diversificada y equitativa (Centro de Normalización Lingüística de la Lengua de Signos Española, s.f.).

El centro trabaja desde un enfoque inclusivo, reconociendo la diversidad como valor y no como un problema. La atención psicopedagógica que se presta, no solo se centra en el rendimiento académico, sino que también en el bienestar emocional y la prevención de riesgos psicosociales, como puede ser el abandono escolar, el absentismo o dificultades de adaptación (Ayala, s.f.)

Se considera que el juego se podría aplicar a distintos contextos (no solo el ordinario dentro del aula), sino que también en eventos educativos especiales como pueden ser jornadas de puertas abiertas, ya que su carácter lúdico y su diseño accesible facilitan su implementación con cualquier grupo de jugadores siempre y cuando posean los conocimientos básicos de química. De esta manera, el juego se convierte en una herramienta versátil para acercar la ciencia a un público más amplio y fomentar la motivación hacia la materia.

### **3.5. Objetivos de aprendizaje**

La propuesta de TFM pretende que se desarrolle una tarea en el que el alumnado pueda ver cómo el aprendizaje de la asignatura de Física y Química también puede ser divertido. Por tanto, se plantea el hecho de alejarse de las clases magistrales, sin menospreciarlas, y utilizar una metodología más innovadora como herramienta o complemento en el aprendizaje de la asignatura.

Por tanto, los objetivos de aprendizaje que se pretenden conseguir son:

- a) Identificar los elementos químicos representados en la tabla periódica y reconocer su símbolo, grupo y número atómico.
- b) Aplicar las reglas básicas de formulación para construir y nombrar correctamente los compuestos químicos creados, utilizando la nomenclatura IUPAC.

- c) Desarrollar estrategias para formar compuestos de mayor complejidad y obtener una mayor puntuación durante la partida.
- d) Colaborar con los compañeros para resolver dudas y mejorar la dinámica del grupo.
- e) Valorar la importancia de la seguridad en el laboratorio y reflexionar sobre los errores más comunes que pueden ocurrir en un laboratorio.
- f) Fomentar una actitud positiva hacia el aprendizaje de la química mediante una metodología lúdica.

### **3.6. Metodología**

La metodología empleada en este Trabajo Fin de Máster parte de un enfoque didáctico centrado en el Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ), el cual ha sido ampliamente comentado en el marco teórico anterior como una herramienta eficaz para mejorar la motivación, el compromiso y la comprensión de contenidos en el alumnado de Educación Secundaria. En concreto, el juego propuesto, diseñado como recurso didáctico para el área de Física y Química, coge como base esta metodología con el objetivo principal la facilitación y adquisición de distintos contenidos relativos a la formulación inorgánica entre otros.

La elección de esta metodología responde, además a las directrices del marco curricular vigente, tanto a nivel estatal (LOMLOE, 2020) como autonómico (Decreto 102/2023, de Andalucía), que abogan por una enseñanza competencial, activa y significativa. En este sentido, el ABJ no solo permite una participación más activa por parte del alumnado, sino que también fomenta el desarrollo de competencias clave, como las comentadas anteriormente.

El juego se plantea como un recurso de apoyo al aprendizaje dentro de un enfoque metodológico activo, participativo y cooperativo. Se integra como una actividad complementaria dentro de la programación didáctica, concebida no solo como una herramienta lúdica, sino incluso como un instrumento de enseñanza y evaluación.

Durante su implementación, se propone que el profesorado asuma el rol de guía y mediador, observando la dinámica del juego, resolviendo dudas y promoviendo la reflexión posterior a la actividad. Así, se favorece la metacognición, al tiempo que se refuerzan contenidos trabajados en el aula de manera más teórica.

A continuación, en la Tabla 2, se comentan las pautas DUA y su aplicación en el juego propuesto:

Tabla 2: Principios DUA y Pautas DUA para garantizar la inclusión y accesibilidad.

| PRINCIPIOS DUA            | PAUTAS DUA                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                      |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Representación</b>     | <b>Proporcionar opciones para la percepción (1)</b><br><br>Las cartas tienen elementos visuales claros (símbolos, colores, pictogramas)                                              | <b>Proporcionar opciones para el lenguaje (2)</b><br><br>Se incluye una tabla de ayuda (ver Anexo 4) con fórmulas y nombres.                                                            | <b>Proporcionar opciones para la comprensión (3)</b><br><br>Se usan elementos conocidos como ejemplos para facilitar la comprensión. |
| <b>Motivación</b>         | <b>Proporcionar opciones para captar el interés (7)</b><br><br>Su formato lúdico, competitivo y cooperativo genera interés inmediato. Además de haber elementos de azar y estrategia | <b>Proporcionar opciones para mantener el esfuerzo y la persistencia (8)</b><br><br>El juego por equipos refuerza el compromiso, hay recompensas por formular bien y se obtienen puntos | <b>Proporcionar opciones para la autorregulación (9)</b><br><br>Los jugadores reflexionan sobre sus decisiones y regulan su juego.   |
| <b>Acción y expresión</b> | <b>Proporcionar opciones para la interacción entre iguales (4)</b><br><br>Se juega en grupos, se fomenta la                                                                          | <b>Proporcionar opciones para la expresión y comunicación (5)</b><br><br>Se puede demostrar conocimiento                                                                                | <b>Proporcionar opciones para las funciones ejecutivas (6)</b><br><br>Los jugadores deben anticipar jugadas, recordar reglas,        |

|  |                                        |                                               |                                                  |
|--|----------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|  | cooperación, el diálogo y el consenso. | formulando, explicando una jugada o ayudando. | organizar su estrategia y aplicar conocimientos. |
|--|----------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------|

Aunque el diseño del juego no contempla adaptaciones físicas específicas como cartas con relieve (que podría ser impreso mediante impresoras 3D, es decir, hacer versiones en Braille), ni incluye recursos de apoyo visual para alumnado con discapacidad auditiva (como subtítulos o lenguaje de signos), sí se apuesta por una inclusión efectiva a través del trabajo cooperativo. Al desarrollar la dinámica del juego en equipos, se fomenta la colaboración entre el alumnado, permitiendo que las posibles barreras se vean lo más atenuadas posibles mediante el apoyo entre iguales. Este enfoque inclusivo promueve que cualquier estudiante, independientemente de sus necesidades específicas, pueda participar activamente en la actividad, desarrollando no solo competencias específicas, sino también habilidades sociales y valores como la empatía, colaboración y respeto a la diversidad.

### 3.7. Evaluación

La introducción de QuimiKaboom en el aula se plantea como una herramienta complementaria dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, destinada a reforzar conceptos de la asignatura de Física y Química, siempre en línea con los criterios establecidos en la programación didáctica de la materia, el cual pretende eliminar el rechazo que se suele mostrar por parte de los estudiantes hacia dicha asignatura. Ya que se trata de otra actividad más, se deberá de evaluar de la misma manera y tendrá una cierta ponderación en la nota final de la asignatura. En este caso se propone que dicha ponderación sea de un 20% sobre la nota final.

La evaluación consistirá en diferentes partes. La primera parte será llevada a cabo por una observación directa del docente, donde irá registrando las aportaciones individuales y grupales durante la partida, señalando aciertos y áreas donde mejorar. También para los distintos grupos que participen en el juego, se les repartirá un documento para que los alumnos rellenen sobre una breve autoevaluación (¿Qué aprendí? ¿Dónde tuve dudas?) y opcionalmente podrán valorar el propio juego, por ejemplo, describiendo las estrategias que han utilizado, los compuestos más complejos que han formulado, las dificultades que han encontrado e incluso el nivel de dificultad del juego en sí. Con esto último le permite al docente tener una retroalimentación y ajustar futuras sesiones.

Se debe de tener en cuenta de que se está trabajando en equipos, por tanto, mediante lo comentado anteriormente sería complicado evaluar a cada uno de los integrantes por separado, por lo que el docente evaluará al grupo en su conjunto. Para ello se han diseñado unas tablas en las que se tengan en cuenta distintos parámetros evaluables.

El primero de ellos serían los estándares de aprendizaje, a través de estos se podrá evaluar el conocimiento adquirido a lo largo del curso, ya que si no son suficientes o adecuados el alumnado presentará numerosos problemas a la hora de entender la mecánica principal del juego. Variarán en función del criterio que se pretenda puntuar ya que no todos podrán tener el mismo. La Tabla 3 ha sido creada como un instrumento de evaluación grupal que refleja directamente los estándares de aprendizaje de la asignatura de Física y Química en Secundaria, distribuyendo el 20% de la nota trimestral que corresponde a la actividad del juego propuesto. Cada fila de la tabla corresponde a un estándar o conjunto de estándares específicos:

*Tabla 3:* Instrumento de evaluación grupal, registrando los estándares de aprendizaje y su ponderación correspondiente.

| <b>Estándar de Aprendizaje</b>            | <b>Descripción</b>                                                                                                 | <b>Criterio en el juego</b>                 | <b>Ponderación (%)</b> |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|
| <b>Formulación química</b>                | Formular compuestos inorgánicos y orgánicos aplicando correctamente las reglas IUPAC.                              | Formulación química                         | 35                     |
| <b>Conocimiento de la Tabla Periódica</b> | Conocer de forma clara y precisa los símbolos y nombres de los elementos que conforman la tabla periódica.         | Conocimiento de las cartas de elementos     | 30                     |
| <b>Razonamiento científico</b>            | Identificar la posición de los elementos en la tabla periódica, razonar los estados de oxidación de los elementos. | Razonamiento y justificación                | 20                     |
| <b>Trabajo en equipo</b>                  | Colaborar respetando las normas, turnos y aportando al grupo de forma organizada.                                  | Trabajo cooperativo y respeto de las normas | 10                     |

|                             |                                                                                  |                       |   |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---|
| <b>Actitud y motivación</b> | Mostrar interés, autonomía y persistencia ante los retos científicos planteados. | Actitud y motivación. | 5 |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---|

El total sería un 100%, por tanto, a la nota sobre 10 que obtenga cada grupo, se le aplicará el 20% que será la ponderación en la nota final de la asignatura.

La Tabla 4 que a continuación se muestra, se trata de una Rúbrica de Desempeño que está pensada para valorar de forma cualitativa el nivel de logro del grupo en cada uno de los cinco criterios clave del juego. Por tanto, la rúbrica ofrece una estructura en cuatro niveles (Excelente, Bueno, Suficiente, Insuficiente), con descriptores claros para cada grado de desempeño, facilitando así la identificación de fortalezas y áreas de mejora. Además, sirve de guía para la retroalimentación formativa, ya que permite señalar en qué nivel se encuentra el grupo y qué aspectos deben reforzar para avanzar hacia el nivel “Excelente”.

*Tabla 4: Rúbrica de desempeño con distintos criterios escalado en cuatro niveles.*

| <b>Criterio</b>                           | <b>Excelente (100-85) %</b>                                             | <b>Bueno (84-70) %</b>                             | <b>Suficiente (69-50) %</b>                                | <b>Insuficiente (&lt; 50 %)</b>                           |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Formulación Química</b>                | Fórmulas precisas, nomenclatura IUPAC usada sin errores.                | Unos errores menores de nomenclatura               | Varios errores de fórmula o nombre; comprensión parcial.   | Formularon incorrectamente la mayoría de los compuestos.  |
| <b>Conocimiento de la Tabla Periódica</b> | Conocen totalmente dónde se encuentran los elementos y como combinarlos | Conocen grupos y periodos, pero errores puntuales. | Dudas frecuentes sobre reactividad y posición en la tabla. | No relacionan elementos con su posición o grupo.          |
| <b>Razonamiento científico</b>            | Explican con claridad la neutralidad y                                  | Justifican, pero sin detalle en                    | Argumentación escasa, solo en un nivel superficial.        | No justifican las decisiones o explicaciones incorrectas. |

|                             |                                                               |                                                    |                                                                    |                                                             |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                             | estrategia química.                                           | cargas o reactividad.                              |                                                                    |                                                             |
| <b>Trabajo en equipo</b>    | Gran coordinación: turnos respetados, ayudan al grupo.        | Colaboración habitual, pero sin liderazgos claros. | Poca comunicación; algunos conflictos resueltos con ayuda docente. | Desacuerdos frecuentes; falta de respeto a normas de juego. |
| <b>Actitud y motivación</b> | Total implicación, mantienen atención y entusiasmo constante. | Actitud positiva la mayor parte del tiempo.        | Momentos de desinterés o distracción.                              | Desmotivación evidente, no participan activamente.          |

En la práctica, tras la sesión de juego, el docente marca en cada fila el nivel alcanzado por el equipo, anotando si han cumplido de forma sobresaliente, aceptable o necesitan refuerzo en los distintos criterios. De este modo, la rúbrica se convierte en una herramienta flexible que complementa la puntuación numérica y enriquece el proceso de evaluación continua.

Es imprescindible considerar que la evaluación debe adaptarse a las características individuales del alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo (NEAE). Estas adaptaciones pueden incluir algunos ajustes en los criterios de evaluación, en los instrumentos utilizados o en la forma de participación en el juego, de forma que se garantice una evaluación equitativa, inclusiva y significativa para todos.

Aunque durante la prueba que se realizó en el centro no se detectó la presencia de alumnado con necesidades educativas especiales en los distintos grupos que participaron en la actividad, se considera fundamental prever posibles escenarios en los que sí se encuentren alumnos con NEAE. En estos casos, el profesorado deberá introducir las medidas necesarias que favorezcan a una inclusión real, por lo que puede implicar, por ejemplo, asignar roles adaptados dentro del grupo, proporcionar apoyos visuales o auditivos, entre otras.

Estas adaptaciones no solo permiten una evaluación más justa, sino que refuerzan el valor del trabajo cooperativo y del aprendizaje significativo, en línea con los principios de Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y la legislación vigente en materia de atención a la diversidad.

#### **4. Validación y resultados de la prueba piloto**

Con el objetivo de comprobar la coherencia, pertinencia, viabilidad e incluso si es divertido la propuesta de juego *QuimiKaboom*, se llevó a cabo un proceso de validación con expertos. Para ello, se realizó una experiencia inicial del juego con la participación de un grupo de personas que cumplían ciertos criterios adecuados para esta evaluación.

Los participantes en esta validación fueron compañeros con formación universitaria en el ámbito de la Química, ya que habían cursado el Grado en Química. Además, habían completado asignaturas del Máster en Formación del Profesorado, especialmente en el itinerario de innovación educativa y didáctica de las ciencias experimentales, donde adquirieron nociones relacionadas con el aprendizaje basado en juegos y el diseño de juegos educativos con contenidos en Física y Química. En total, participaron tres personas expertas y el autor del TFM.

Esta experiencia permitió recoger distintas observaciones, sugerencias y valoraciones iniciales que sirvieron para ajustar distintos elementos del juego (claridad de las instrucciones, equilibrio de las mecánicas, introducción de nuevos elementos de juego, etc.), y reforzar así la adecuación didáctica y funcional del mismo antes de su implementación en un aula real, llevada a cabo en la prueba piloto.

Para recoger sus valoraciones, se elaboró un formulario de Google que fue enviado a cada uno de los participantes. Este formulario, que se adjunta como **Anexo 5**, incluía una serie de preguntas cerradas de escala valorativa y una pregunta abierta. Las preguntas formuladas fueron las siguientes:

1. Jugabilidad: La jugabilidad del juego es correcta.
2. Duración: La duración del juego es adecuada.
3. Dificultad: El juego es adecuado al nivel académico.
4. Diversión: El juego le parece divertido.
5. Pregunta abierta: Comentarios y sugerencias acerca del juego.

Las respuestas recogidas, que quedan reflejadas en el **Anexo 6** junto a los gráficos generados, indican una valoración global positiva del material que, a continuación, se presentan resumidas.

En cuanto a la jugabilidad, tres de los expertos valoraron positivamente el funcionamiento del juego, otorgando dos de ellos la puntuación máxima (5) y uno una puntuación de 4 sobre 5. Respecto a la duración estimada de una partida, todos coincidieron en que era adecuada, asignando la puntuación máxima. Del mismo modo, en relación con la adecuación al nivel académico del alumnado en Secundaria, las respuestas que se obtuvieron fueron unánimes, un 5 por parte de los tres expertos. En cuanto a si el juego resultaba divertido y atractivo, dos personas marcaron un 5 y una persona un 4, lo que muestra una valoración general positiva.

Por último, se recogieron sugerencias y comentarios de forma abierta en una pregunta final. Entre las aportaciones se encuentran, la revisión de ciertos estados de oxidación que estaban incorrectos, la inclusión de un mazo de subíndices, que muy sugerida para que se repasara y adentrara aún más en el repaso de los contenidos de la formulación inorgánica. La propuesta de añadir nuevas cartas con funciones específicas, como cartas que permitan robar a otro jugador y así fomentar una mayor interacción entre los participantes y, por último, el ajuste de la cantidad de cartas iniciales a la hora de repartir en el comienzo de la partida, para aumentar dicho número y favorecer así una mayor dinámica desde el inicio.

Una vez completada la validación y tomadas en consideración las propuestas de las personas expertas, se ha llevado a cabo un estudio preliminar del juego a través de una prueba piloto, donde se recogieron observaciones y sugerencias de mejora del estudiantado participante. Esta prueba se realizó con el alumnado de 3º de ESO durante la hora de tutoría de 60 minutos, aprovechando que este alumnado ya había experimentado con otros juegos en este tramo horario durante otras sesiones. La actividad fue voluntaria y participaron 9 estudiantes organizados en cuatro grupos: tres grupos de dos personas y un grupo de tres, colocados alrededor de una mesa compuesta por la unión de cuatro pupitres con la intención de que haya un correcto espacio de juego.

Antes de comenzar, fue necesario dedicar unos 15 minutos para explicar normas de juego y hacer un breve recordatorio sobre aspectos básicos de formulación inorgánica, usando como apoyo la tabla de ayuda del **Anexo 4** diseñada previamente como recurso de apoyo. El resto de la sesión se destinó a la práctica del juego, desarrollándose dos partidas. La primera que sirvió como toma de contacto, permitiendo que el alumnado se familiarizara con las cartas, las dinámicas y la mecánica de juego en general. La segunda partida, que, si se jugó completa, fue algo más fluida y estructurada, aunque fue muy

frecuente mi intervención para resolver dudas acerca de la viabilidad de ciertos compuestos o el uso estratégico de algunas cartas.

Observé varias dificultades. La principal fue el olvido de las normas básicas de la formulación, especialmente, en la nomenclatura de los compuestos donde tuve que ayudarles a recordar cómo eran, aunque poco a poco se iban soltando. Otra dificultad fue un error conceptual sobre el significado de subíndice en la fórmula química. Algunos estudiantes interpretaban, por ejemplo, para el caso del agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) el “2” como una propiedad del compuesto en sí y no que el subíndice hace referencia al número de átomos de hidrógeno presentes en cada molécula. Sin embargo, los estudiantes lograban asociar correctamente qué elementos podían combinarse con la ayuda o “truco” de fijarse en el estado de oxidación, buscando que el compuesto que quisiesen crear fuese neutro (sin carga). En general, se mostraron motivados y participativos, y valoraron positivamente la experiencia, a pesar de las dificultades relacionadas con el recuerdo de la formulación inorgánica (especialmente teniendo en cuenta que se encontraban al final del curso y ya no trabajaban esos contenidos directamente) el juego fue bien recibido por el alumnado.

Al finalizar, se les preguntó si tenían sugerencias de mejora. Por ejemplo, se propuso la idea de simplificar algunas instrucciones (como que no fuese necesario nombrar el compuesto para formularlo). Estas aportaciones resultan valiosas para futuras versiones del material. También se les preguntó si el juego era divertido y señalaron que les pareció una forma divertida de aprender, aunque algo compleja por no tener reciente el contenido.

Se detectó que el material tenía un potencial significativo como herramienta de repaso y refuerzo, sobre todo cuando se emplea con acompañamiento docente y tras haber trabajado previamente los conceptos implicados. A nivel general, el juego favoreció la implicación activa del alumnado y generó un ambiente positivo de aprendizaje, permitiendo detectar dificultades comunes en la formulación. Esta fase ha permitido, por tanto, comprobar que el recurso puede funcionar y que, además, es adecuado al nivel educativo propuesto una vez refrescados los contenidos.

## **5. Reflexión final**

A lo largo del desarrollo del presente Trabajo Fin de Máster se ha logrado cumplir con los objetivos inicialmente planteados, destacando el diseño, creación, validación y prueba de un material didáctico basado en el Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ), específicamente adaptado al área de Física y Química en Educación Secundaria Obligatoria. El juego

propuesto, *QuimiKaboom*, ha sido creado como una herramienta para favorecer la motivación, el aprendizaje significativo, la comprensión de la formulación química inorgánica y la interacción entre iguales.

En concreto, se ha comprobado que el juego facilita:

- La identificación de elementos químicos, a través del uso de las cartas que muestran nombre, símbolos y estados de oxidación, lo cual favorece su reconocimiento y memorización.
- La aplicación de reglas básicas de formulación y nomenclatura, especialmente en la segunda prueba piloto, en la que los estudiantes demostraron una mejora progresiva en la construcción y formulación de compuestos, apoyándose también en la tabla de ayuda diseñada.
- El desarrollo de estrategias de juego, observándose cómo los alumnos, conforme más partidas iban jugando, comenzaban a utilizar mejor las cartas y a formar estrategias más complejas para obtener una mayor puntuación.
- La colaboración entre compañeros, como clave, ya que muchos estudiantes se ayudaron entre sí para formular, generando dinámicas de aprendizaje entre iguales.
- La valoración de la seguridad en el laboratorio, mediante cartas específicas que fomentaban la reflexión sobre buenas prácticas y posibles riesgos, aportando además un enfoque formativo.
- Una actitud positiva hacia la química, gracias al componente lúdico del juego, que generó motivación, curiosidad y participación activa, incluso en un contexto como la tutoría.

Entre los puntos fuertes del trabajo cabe destacar la alineación de la propuesta con el marco legislativo vigente, la inclusión de principios de Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y la capacidad del recurso para generar interés y participación entre el alumnado. Asimismo, el carácter manipulativo, visual y lúdico lo convierte en un recurso versátil que puede ser utilizado tanto en el aula como en contextos de divulgación, como jornadas de puertas abiertas.

No obstante, también se han identificado ciertas limitaciones. Por ejemplo, la dificultad de algunos estudiantes para recordar contenidos de formulación química, especialmente cuando se trabajó hace tiempo y no se ha seguido de forma continuada con ese contenido. Además, la propuesta requiere de adaptaciones específicas para alumnado con necesidades educativas especiales, lo cual no se contempla actualmente en el diseño

del material, aunque el trabajo cooperativo ha demostrado ser una vía para favorecer la inclusión.

En cuanto a su proyección futura, *QuimiKaboom* presenta un gran potencial para ser adaptado a otros niveles educativos o incluso a otros bloques temáticos del currículo de Física y Química. Podría ser interesante explorar su digitalización o el desarrollo de nuevas expansiones del juego que incluyan contenidos complementarios, como reacciones químicas, nomenclatura orgánica o seguridad en el laboratorio. La retroalimentación obtenida en la prueba piloto y por parte de las personas expertas permite seguir perfeccionando el recurso, ampliando sus posibilidades de aplicación didáctica.

*QuimiKaboom* demuestra que un recurso didáctico bien fundamentado puede convertirse en un aliado poderoso para el profesorado, permitiendo aprender jugando, evaluar de forma creativa, y generar experiencias educativas significativas.

Para finalizar, con la realización de este trabajo permite ver la realidad y la dificultad que se experimenta el profesorado cuando se tiene que enfrentar a pensar ideas diferentes e innovadoras para llevar al aula. Se necesita de mucho tiempo y esfuerzo, donde en unos grupos puede ser que funcione de manera correcta y donde otros la innovación no llegue a servir. Por tanto, aunque no sea una tarea sencilla, creo que merece la pena si la recompensa es que disfruten y se diviertan mientras aprenden, especialmente en las etapas educativas donde las materias científicas son obligatorias, donde puedan generar cierto rechazo. Si se consigue que el alumnado se divierta, se implique y se sienta capaz, se estarán sentando las bases no solo para un aprendizaje más efectivo, sino también para una relación más favorable y duradera con las ciencias.

## **6. Referencias bibliográficas**

- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva*. Paidós.
- Bruner, J. S. (1997). *La educación, puerta de la cultura*. Gedisa.
- Gee, J. P. (2003). *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*. Palgrave Macmillan.
- Sánchez-Mena, A., & Martí-Parreño, J. (2017). *Teachers' intention to use educational video games: A planned behavior approach*. British Journal of Educational Technology, 48(2), 416–428.

- Pozo, J. I., Pérez Echeverría, M. P., Cabellos, B., & Sánchez, E. (2021). *Aprender a enseñar en la universidad. Psicología del aprendizaje y docencia universitaria*. Ediciones Morata.
- Zosh, J. M., et al. (2017). *Learning through play: a review of the evidence*. The LEGO Foundation.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Paidós.
- Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. Pfeiffer.
- Piaget, J. (1967). *La psicología de la inteligencia*. Editorial Psique.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.
- Zabala, A., & Arnau, L. (2007). *Cómo aprender y enseñar competencias*. Editorial Graó.
- Moreno, J. M., & Trujillo, J. M. (2016). El aprendizaje basado en juegos como estrategia didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 529-544.
- Nestojko, J. F., Bui, D. C., Kornell, N., & Bjork, E. L. (2014). Expecting to teach enhances learning and organization of knowledge in free recall of text passages. *Memory & Cognition*, 42(7), 1038-1048. <https://doi.org/10.3758/s13421-014-0416-z>
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. A. (2013). Cooperative learning: Improving university instruction by basing practice on validated theory. *Journal on Excellence in College Teaching*, 25(3-4), 85-118.
- OECD (2019). *Future of Education and Skills 2030: Conceptual Learning Framework*. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Gros, B. (2007). *Videojuegos y aprendizaje*. Barcelona: Graó.
- Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning*. New York: McGraw-Hill.
- Huizinga, J. (2000). *Homo Ludens: el juego y la cultura*. Alianza Editorial.
- Huizinga, J. (1938). *Homo Ludens: A Study of the Play-Element in Culture*. Routledge & Kegan Paul, Londres.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference* (pp. 9-15). ACM. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>

- Domínguez, A., Saenz-de-Navarrete, J., De-Marcos, L., Fernández-Sanz, L., Pagés, C., & Martínez-Herráiz, J. J. (2013). Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Computers & Education*, 63, 380-392. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.12.020>
- Zainuddin, Z., Chu, S. K. W., Shujahat, M., & Perera, C. J. (2020). The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review of empirical evidence. *Educational Research Review*, 30, 100326. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100326>
- Ávila, P. (2018). El juego como estrategia didáctica en la educación secundaria: motivación y aprendizaje significativo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 1101.
- Gros, B. (2007). Digital Games in Education: The Design of Games-Based Learning Environments. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(1), 23-38.
- Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning*. McGraw-Hill.
- Cano, M. (2017). Juegos educativos como recurso didáctico en la enseñanza de las ciencias experimentales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 273-284.
- Doménech, J. L., Blanco, A., & De la Torre, E. (2014). Dificultades y errores en la comprensión de la nomenclatura química inorgánica. *Educación Química*, 25(4), 422-429.
- Martínez, A., & González, M. (2019). Aplicación de juegos en la enseñanza de la Química: impacto en la motivación y el rendimiento académico. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(3), 93-110.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. The Nuffield Foundation.
- UNESCO (2017). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Michael, J. (2006). Where's the evidence that active learning works? *Advances in Physiology Education*, 30(4), 159-167. <https://doi.org/10.1152/advan.00053.2006>
- Moreno, R., & Mayer, R. (2007). Interactive multimodal learning environments. *Educational Psychology Review*, 19(3), 309-326. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9047-2>
- Sánchez-Martín, J., & Corrales-Serrano, M. (2017). Aprendizaje basado en juegos en Educación Secundaria: evaluación del rendimiento y la motivación en la

- enseñanza de la Química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 372-386.  
[https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensendivulgcienc.2017.v14.i2.11](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensendivulgcienc.2017.v14.i2.11)
- MEFP (Ministerio de Educación y Formación Profesional). (2022). Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado*, nº 76.
- Zagal, J. P., Rick, J., & Hsi, I. (2006). Collaborative games: Lessons learned from board games. *Simulation & Gaming*, 37(1), 24-40.  
<https://doi.org/10.1177/1046878105282279>
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1983). *Educational Psychology: A Cognitive View* (2nd ed.). New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Lee, E., Inman, M., & Keller, S. (2015). *Exploding Kittens* [Juego de cartas]. Exploding Kittens LLC.
- Centro de Normalización Lingüística de la Lengua de Signos Española. (s.f.). *Granada: IES Francisco de Ayala*.
- EduManager. (s.f.). *IES Francisco Ayala – Granada, Granada*.
- En Clase. (2017, 13 de mayo). *El IES Francisco Ayala celebra su medio siglo de existencia*.
- El Independiente de Granada. (2017, 12 de mayo). *El Instituto Francisco Ayala cumple 25 años*.
- Ayala, A. F. (s. f.). CONSEJERÍA DE DESARROLLO EDUCATIVO Y FP Delegación Territorial en Granada IES FRANCISCO AYALA.
- Jefatura del Estado. (2020). *Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE)*. Boletín Oficial del Estado, nº 340, 30 de diciembre de 2020.
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2022). *Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria*. Boletín Oficial del Estado, nº 76, 30 de marzo de 2022.
- Consejería de Desarrollo Educativo y Formación Profesional. (2023a). *Decreto 102/2023, de 9 de mayo, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía*. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, nº 90, 12 de mayo de 2023.

Consejería de Desarrollo Educativo y Formación Profesional. (2023b). *Orden de 30 de mayo de 2023, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía*. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, nº 105, 5 de junio de 2023.

## 7. Anexos

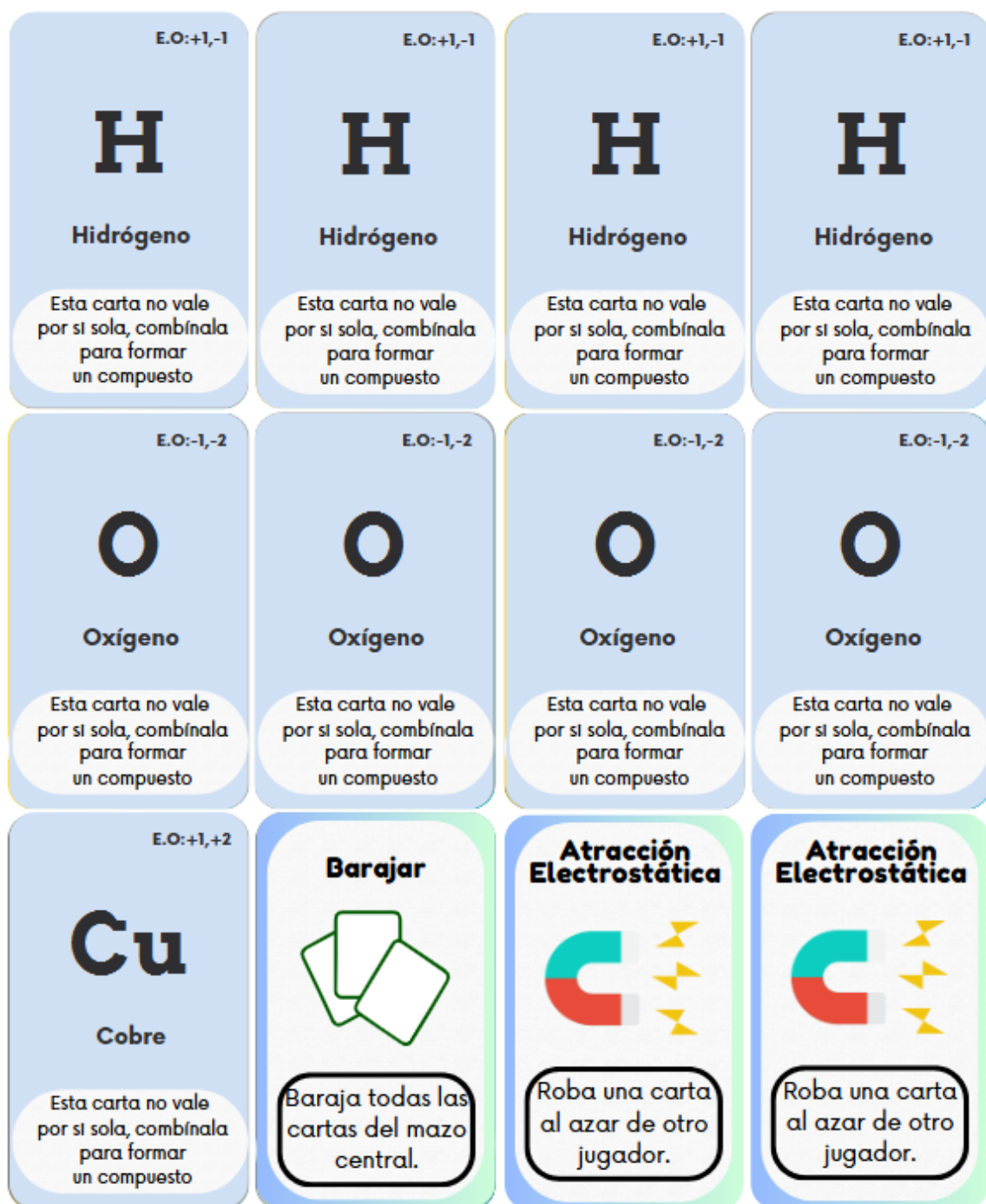
Anexo 1: Cartas del juego en formato de impresión.

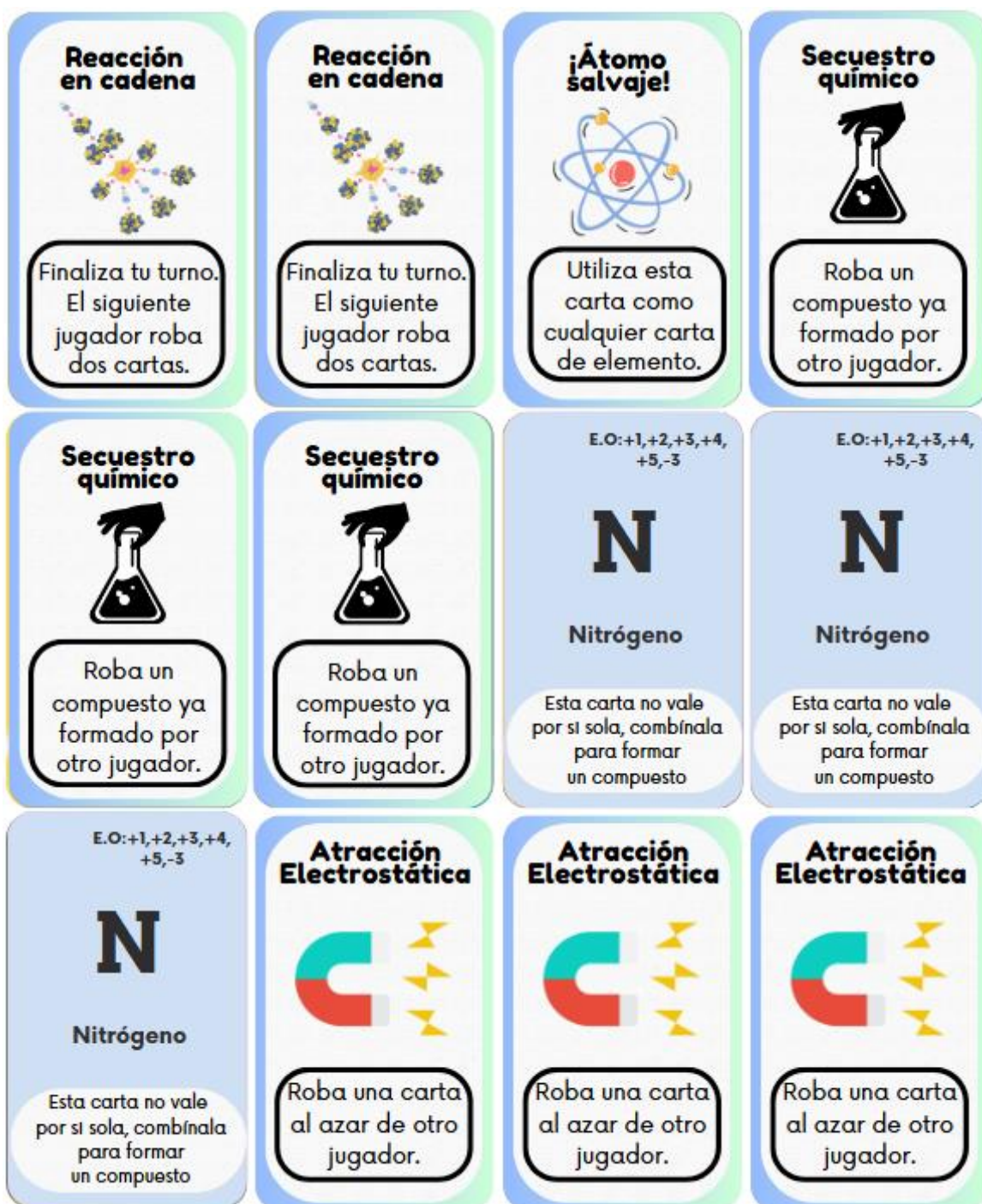


|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                   |                                                                                                            |                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Reactivo en exceso</b><br><br>Roba dos cartas, elige una y la otra se devuelve. | <b>Gas noble</b><br><b>He</b><br>Helio<br>Anula la formación de compuestos.                                       | <b>Gas noble</b><br><b>Ne</b><br>Neón<br>Anula la formación de compuestos.                                 | <b>Gas noble</b><br><b>Ar</b><br>Argón<br>Anula la formación de compuestos.                                                                         |
| <b>Gas noble</b><br><b>Kr</b><br>Kriptón<br>Anula la formación de compuestos.                                                                                       | <b>Gas noble</b><br><b>Xe</b><br>Xenón<br>Anula la formación de compuestos.                                       | <b>Gas noble</b><br><b>Rn</b><br>Radón<br>Anula la formación de compuestos.                                | <b>Investigar</b><br><br>Mira las tres primeras cartas del mazo. |
| <b>Investigar</b><br><br>Mira las tres primeras cartas del mazo.                 | <b>E.O: +1, -1</b><br><b>H</b><br>Hidrógeno<br>Esta carta no vale por sí sola, combínala para formar un compuesto | <b>E.O: +1</b><br><b>Li</b><br>Litio<br>Esta carta no vale por sí sola, combínala para formar un compuesto | <b>E.O: +1</b><br><b>Na</b><br>Sodio<br>Esta carta no vale por sí sola, combínala para formar un compuesto                                          |

|                                                                                                                          |                                                                                                                           |                                                                                                                         |                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>E.O.:+1</p> <p><b>K</b></p> <p>Potasio</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>  | <p>E.O.:+1</p> <p><b>Rb</b></p> <p>Rubidio</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>  | <p>E.O.:+1</p> <p><b>Ag</b></p> <p>Plata</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>  | <p>E.O.:+1</p> <p><b>Fr</b></p> <p>Francio</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>   |
| <p>E.O.:+2</p> <p><b>Be</b></p> <p>Berilio</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p> | <p>E.O.:+2</p> <p><b>Mg</b></p> <p>Magnesio</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p> | <p>E.O.:+2</p> <p><b>Ca</b></p> <p>Calcio</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p> | <p>E.O.:+2</p> <p><b>Sr</b></p> <p>Estroncio</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p> |
| <p>E.O.:+1</p> <p><b>Ag</b></p> <p>Plata</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>   | <p>E.O.:+2</p> <p><b>Ba</b></p> <p>Bario</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>    | <p>E.O.:+2</p> <p><b>Ra</b></p> <p>Radio</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>  | <p>E.O.:+3</p> <p><b>Al</b></p> <p>Aluminio</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>  |

|                                                                                                                                               |                                                                                                                                     |                                                                                                                                        |                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>E.O: +1, +3</p> <p><b>Au</b></p> <p>Oro</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>                      | <p>E.O: +3, -3</p> <p><b>B</b></p> <p>Boro</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>            | <p>E.O: +2, +4, -4</p> <p><b>C</b></p> <p>Carbono</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>        | <p>E.O: +2, +4, -4</p> <p><b>Si</b></p> <p>Silicio</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>     |
| <p>E.O: +1, +2, +3, +4, +5, -3</p> <p><b>N</b></p> <p>Nitrógeno</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p> | <p>E.O: +3, +5, -3, -5</p> <p><b>P</b></p> <p>Fósforo</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p> | <p>E.O: -1, -2</p> <p><b>O</b></p> <p>Oxígeno</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>            | <p>E.O: -1</p> <p><b>F</b></p> <p>Flúor</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>                |
| <p>E.O: +1, +3, +5, +7, -1</p> <p><b>Cl</b></p> <p>Cloro</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>        | <p>E.O: +2, +4, +6, -2</p> <p><b>S</b></p> <p>Azufre</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>  | <p>E.O: +1, +3, +5, +7, -1</p> <p><b>Br</b></p> <p>Bromo</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p> | <p>E.O: +1, +3, +5, +7, -1</p> <p><b>I</b></p> <p>Yodo</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p> |



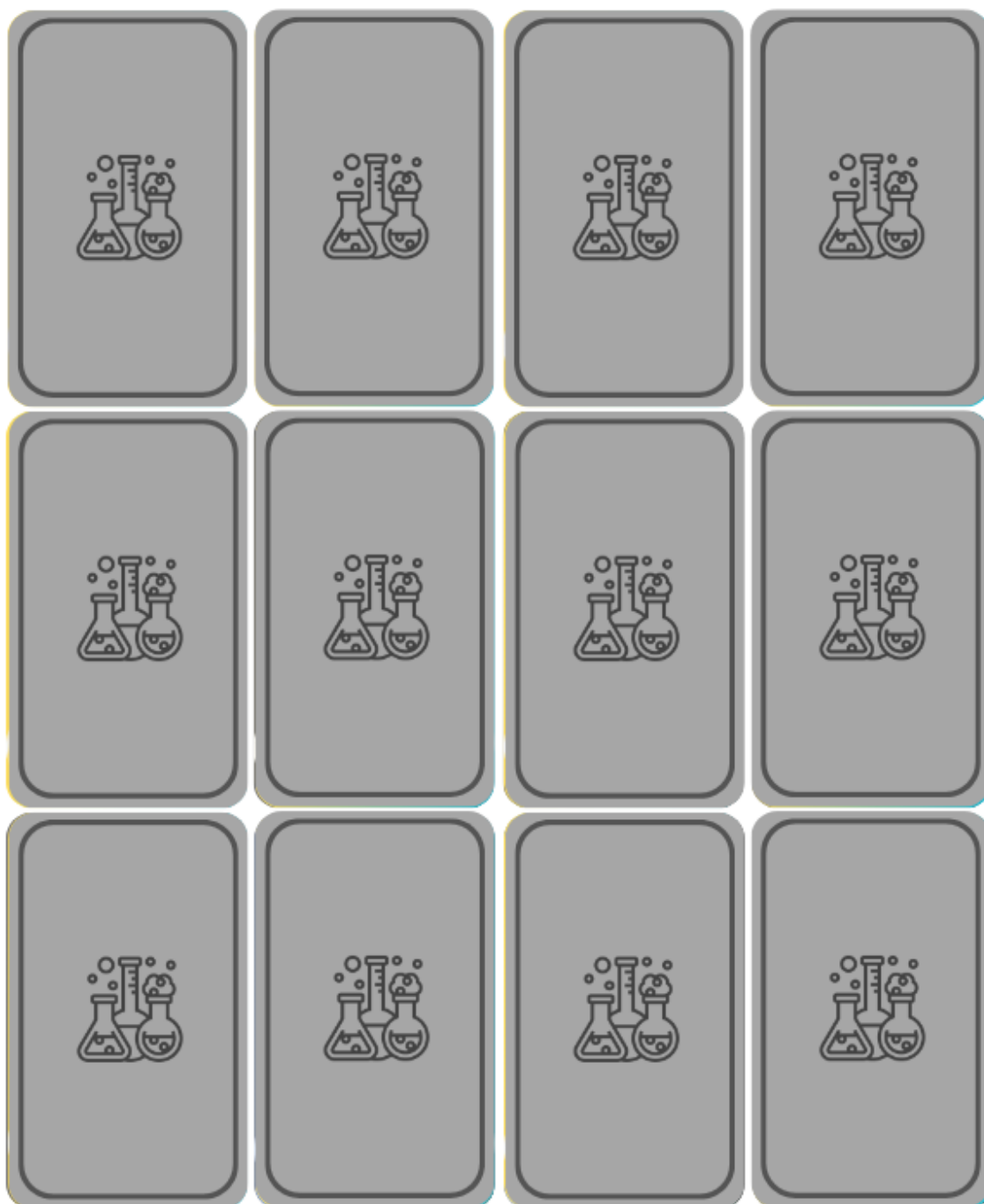


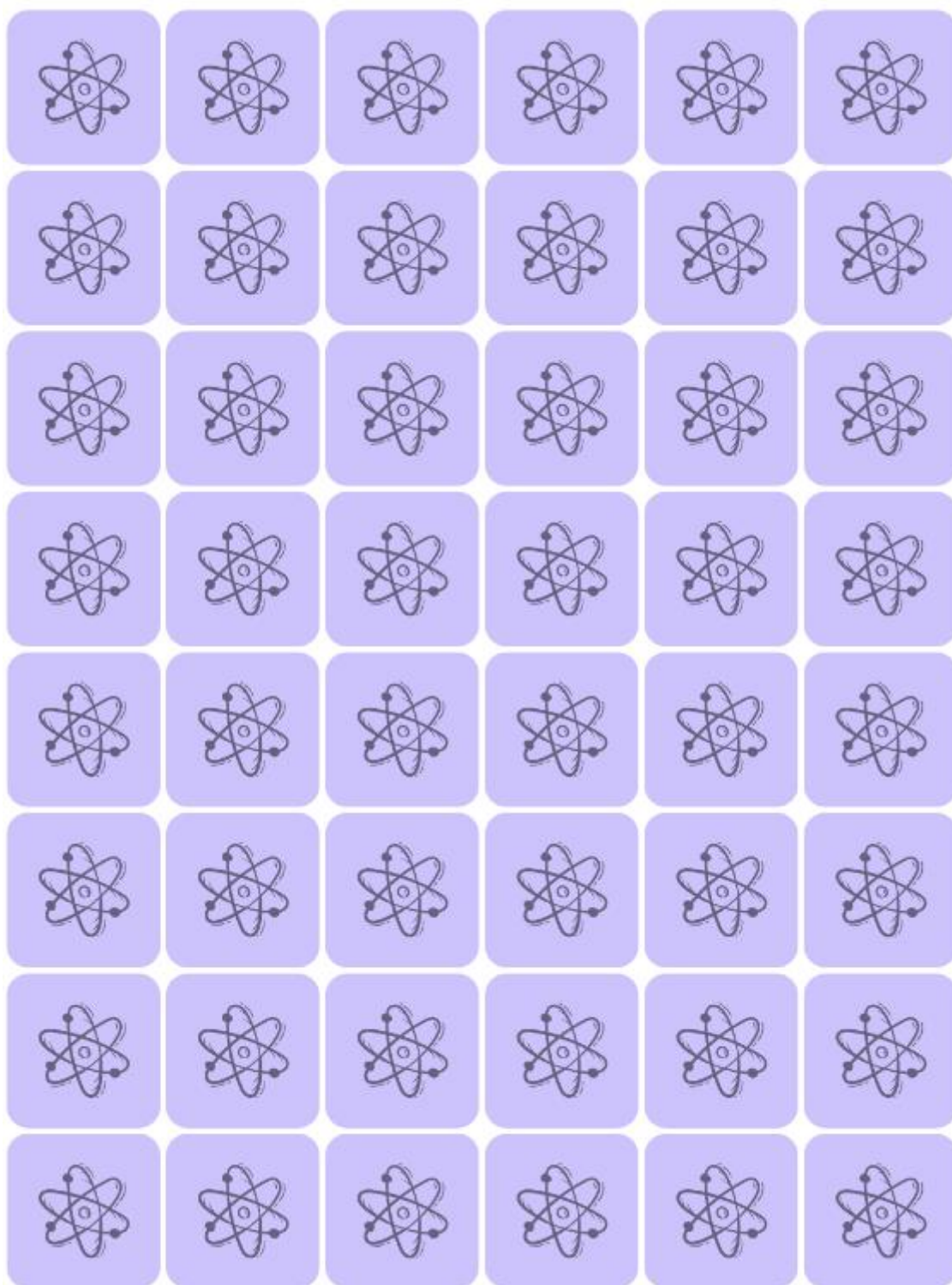
|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                        |                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Secuestro químico</b></p>  <p>Roba un compuesto ya formado por otro jugador.</p> | <p><b>¡Átomo salvaje!</b></p>  <p>Utiliza esta carta como cualquier carta de elemento.</p> | <p>E.O: -1</p> <p><b>F</b></p> <p>Flúor</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>                  | <p>E.O: -1</p> <p><b>F</b></p> <p>Flúor</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>                  |
| <p>E.O: +1, +3, +5, +7, -1</p> <p><b>Cl</b></p> <p>Cloro</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>                                  | <p>E.O: +1, +3, +5, +7, -1</p> <p><b>Cl</b></p> <p>Cloro</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>                                      | <p>E.O: -1</p> <p><b>F</b></p> <p>Flúor</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>                  | <p>E.O: +1, +3, +5, +7, -1</p> <p><b>Br</b></p> <p>Bromo</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p> |
| <p>E.O: +1, +3, +5, +7, -1</p> <p><b>Cl</b></p> <p>Cloro</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>                                  | <p>E.O: +1, +3, +5, +7, -1</p> <p><b>Br</b></p> <p>Bromo</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>                                      | <p>E.O: +1, +3, +5, +7, -1</p> <p><b>Br</b></p> <p>Bromo</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p> | <p>E.O: +1, +3, +5, +7, -1</p> <p><b>I</b></p> <p>Yodo</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>   |

|                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                      |                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>E.O: +1, +3, +5, +7, -1</p> <p><b>I</b></p> <p>Yodo</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>                     | <p>E.O: +1, +3, +5, +7, -1</p> <p><b>I</b></p> <p>Yodo</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>                     | <p>E.O: +1, +3, +5, +7, -1</p> <p><b>I</b></p> <p>Yodo</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p> | <p><b>Barajar</b></p>  <p>Baraja todas las cartas del mazo central.</p> |
| <p><b>Barajar</b></p>  <p>Baraja todas las cartas del mazo central.</p> | <p><b>Barajar</b></p>  <p>Baraja todas las cartas del mazo central.</p> | <p>E.O: -1, -2</p> <p><b>O</b></p> <p>Oxígeno</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>          | <p>E.O: -1, -2</p> <p><b>O</b></p> <p>Oxígeno</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>                                |
| <p>E.O: -1, -2</p> <p><b>O</b></p> <p>Oxígeno</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>                              | <p>E.O: +1, -1</p> <p><b>H</b></p> <p>Hidrógeno</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>                            | <p>E.O: +1, -1</p> <p><b>H</b></p> <p>Hidrógeno</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>        | <p>E.O: +1, -1</p> <p><b>H</b></p> <p>Hidrógeno</p> <p>Esta carta no vale por si sola, combínala para formar un compuesto</p>                              |

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

Anexo 2: Dorso de las cartas en formato de impresión.





Anexo 3: Manual de instrucciones del juego *QuimiKaboom*.

# QUIMIKABOOM

## REGLAS DEL JUEGO

### DE 2 A 5 JUGADORES

### CONTENIDO: 144 CARTAS



## CÓMO SE JUEGA

El juego consiste en una baraja de cartas que contiene algunos Accidentes. Para jugar, se coloca la baraja boca abajo y los jugadores roban cartas por turnos, realizando diferentes compuestos químicos hasta que a uno de ellos le sale un Accidente.



Cuando esto ocurre, esa persona habrá quedado eliminada de la partida.

Este proceso se repite hasta que cuando todos los jugadores queden eliminados, el que más puntos haya obtenido, será el ganador.

Mientras más cartas robes, mayores serán tus posibilidades de robar un Accidente.

### EL RESTO DE CARTAS

Te sirven para disminuir tus probabilidades de sufrir un Accidente o ayudar a la formulación de los distintos compuestos.

### POR EJEMPLO

|                                                                                                      |                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $EO: +1$<br><b>Na</b><br>Sodio<br>Esta carta no vale por sí sola, combínala para formar un compuesto | $EO: +1, +2, +3, +7, -1$<br><b>Cl</b><br>Cloro<br>Esta carta no vale por sí sola, combínala para formar un compuesto |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                       |                                |
|-----------------------|--------------------------------|
| <b>Investigar</b><br> | <b>Reacción Reversible</b><br> |
|-----------------------|--------------------------------|

Empiezas formulando un compuesto ( $NaCl$ ). Después decides usar una carta de Investigar para echar un vistazo las siguientes cartas. Si ves un Accidente, puedes usar Reacción reversible para cambiar el sentido y pasar tu turno sin necesidad de robar.

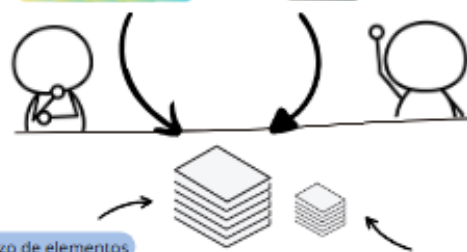
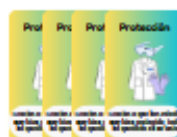
## POR DÓNDE EMPEZAR

- 1 Saca de la baraja los cuatro Accidentes y las seis cartas de Protección.
- 2 Baraja las cartas restantes y reparte siete cartas boca abajo a cada jugador.
- 3 Reparte una carta de Protección a cada jugador de modo que cada uno tenga un total de ocho cartas. Procura que nadie vea tus cartas.

Estas son las únicas cartas que pueden salvarte de los Accidentes. Si juegas una carta de Accidente, pero posees una carta de Protección, puedes devolver el Accidente al lugar de la baraja que quieras, en secreto. Intenta obtener el mayor número de cartas de Protección.



- 4 Introduce en la baraja tantos Accidentes como se acuerde entre los jugadores, cuantos más Accidentes mayor será el reto. Retira del juego los Accidentes restantes.
- 5 Mete las cartas de Protección restantes en la baraja.
- 6 Baraja las cartas y ponlas boca abajo en el centro de la mesa.



- 7 Elige a un jugador para que comience. (Puedes usar como criterio de elección que empiece el jugador de la derecha que ha repartido y barajado las cartas).

## TU TURNO

- 1 Coge las ocho cartas en la mano y míralas. Después, decide entre estas opciones:  
PASAR y no jugar cartas. (Robas una carta)  
JUGAR UNA CARTA: Juega una carta colocándola BOCA ARRIBA sobre el Montón de cartas descartadas y siguiendo sus instrucciones. Después de seguir las instrucciones de una carta, puedes jugar más cartas.  
FORMULAR UN COMPUESTO QUÍMICO, si viendo tus cartas puedes formular algún compuesto, pon las cartas sobre la mesa para que el resto de jugadores puedan verlas. Si es válido, reserva un hueco para ir dejando tus compuestos formulados.
- 2 Termina tu turno robando el mismo número de cartas que hayas gastado tanto como para formar un compuesto (*mazo de elementos*) como sus subíndices (*mazo de subíndices*). Si no has formado ningún compuesto, entonces solo roba la primera carta del Montón de cartas para robar y añadiéndola a tu mano.  
El juego continúa y el turno pasa al siguiente jugador en el sentido de las agujas del reloj.

### RECUERDA

Juega tan pocas o tantas cartas como quieras, puedes formular tantos compuestos como quieras y después roba las cartas necesarias para terminar tu turno.

### FIN DEL JUEGO

El jugar que consiga un mayor número de puntos una vez todos los jugadores hayan sido eliminados por un Accidente, este será declarado el ganador de la partida.



### ALGUNAS COSAS MÁS

- ✓ Puedes contar las cartas que quedan en el Montón de cartas para determinar la probabilidad de Accidente.
- ✓ No hay número máximo ni mínimo de cartas en tu mano.
- ✓ Si te quedas sin cartas, sigues jugando, aunque no puedes hacer nada especial.
- ✓ Como consejo, a la hora de formular fíjate en los estados de oxidación de las cartas de elementos que te ayudarán a formular un compuesto neutro.



## EJEMPLO DE TURNO

Cuando miras tus cartas, ves que tienes estas cartas de elemento:



Decides que vas a formar el  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pero, te hacen falta los subíndices 2 y 4. Compruebas tus cartas y tienes:



Ahora sí podemos formarlo.



Una vez formas un compuesto robas el mismo número de cartas que te ha costado formarlo. Es decir 3 cartas del mazo central y 2 del mazo de subíndices.

Ahora decides usar otra carta: Investigar.



Observas que la siguiente carta es un Accidente.



Decides usar **Reacción Reversible** que cambia el sentido del juego y evita que robes una carta. Es turno ahora del siguiente jugador.

## INFORMACIÓN ACERCA DE LAS CARTAS



### ACCIDENTE

Tienes que enseñar esta carta inmediatamente. A menos que tengas una carta de Protección, has perdido. Descarta todas tu cartas, salvo los compuestos formulados.



### PROTECCIÓN

Si tienes un Accidente, puedes jugar esta carta para evitar perder. Pon la carta de Protección en el Montón de cartas descartadas.

Luego coge el Accidente y sin reordenar ni ver las otras cartas, ponlo de vuelta secretamente en el Montón de cartas para robar, en el lugar que quieras.

¿Quieres darle por saco al jugador que va después de ti? Pon el Accidente justo encima de la baraja. Si quieres, hazlo por debajo de la mesa para que nadie pueda ver dónde lo colocas. Tu turno termina al jugar esta carta.



### GAS NOBLE

Esta carta detiene la acción de formular compuestos. Imagina que cualquier compuesto debajo de una carta Gas noble ya no existe.

También puedes jugar una carta de Gas noble sobre otra carta Gas noble para anular su efecto y que sí se de el compuesto, y así sucesivamente.

Puedes jugar una carta Gas noble en cualquier momento antes de que haya empezado la acción, incluso si no es tu turno. Las cartas afectadas por una carta Gas noble se pierden y se dejan en el Montón de cartas descartadas.

Esta carta también sirve para anular el efecto de Secuestro Químico.



### REACCIÓN EN CADENA

Esta carta pone fin a tu(s) turno(s) sin robar una carta y hace que el siguiente jugador tenga dos turnos seguidos. La víctima de esta carta juega su turno de forma normal, pero con la condición de que su turno acaba robando dos cartas más de forma adicional. Aunque pueda parecer una ayuda, quizás esta carta te sirva mejor al final de la partida, no dudes en guardarla. (Si la víctima de una carta de Reacción en Cadena juega otra carta igual, sus turnos se dan por terminado, y el siguiente jugador tendrá dos turnos.)



### REACCIÓN REVERSIBLE

Esta carta cambia el sentido del juego y pone fin a tu turno de inmediato sin robar una carta. (Si juegas esta carta para defenderte de Reacción en Cadena, solo anula uno de los dos turnos. Dos cartas de Reacción reversible anularían los dos turnos).



### ATRACCIÓN ELECTROSTÁTICA

Obliga a cualquier otro jugador a que te dé una carta de su mano. Robas una carta al azar de otro jugador



### BARAJAR

Baraja el Montón de cartas para robar sin ver las cartas. Es muy útil cuando ves venir un Accidente.



### INVESTIGAR

Echa un vistazo a las tres siguientes cartas del Montón de cartas para robar y vuélvelas a poner en la baraja en el mismo orden. No les enseñes las cartas a los demás jugadores.



### REACTIVO EN EXCESO

Mira las dos primeras cartas del Montón de cartas para robar. Elige la que más te interese y la otra devuélvela en la parte que tu quieras.



### SECUESTRO QUÍMICO

Si en la mesa ya hay formados compuestos por otros jugadores, puedes robar uno de ellos. Fíjate en el que te pueda dar una mayor puntuación o para evitar que otro jugador consiga muchos puntos.



### ¡ÁTOMO SALVAJE!

Puedes utilizar esta carta como cualquier carta de elemento (sea azul o verde). Básicamente como si de un comodín se tratase.



### CARTAS DE ELEMENTOS

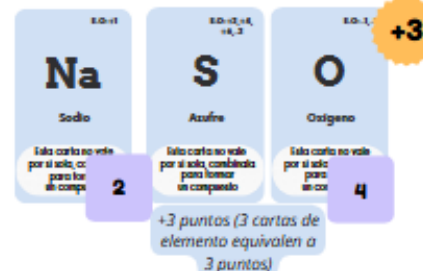
Estas cartas no sirven de nada por sí solas. Reúne las cartas necesarias para hacer distintos compuestos y poder puntuar, básicamente son las más importantes.

A continuación se explica el sistema de puntos.

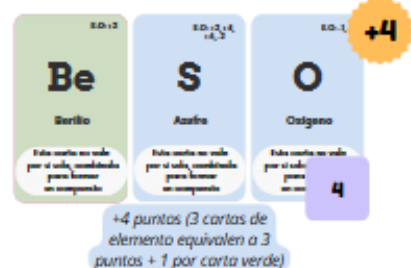
## PUNTUACIONES

El objetivo principal del juego es formar compuestos químicos combinando las cartas de elementos que tengas en tu mano. Cada vez que logres formar un compuesto, obtendrás puntos de distinta forma:

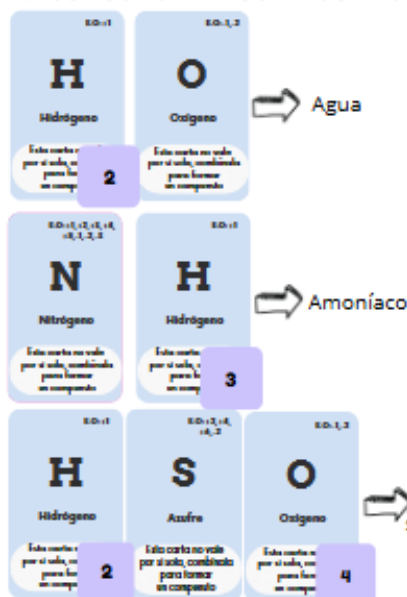
Por cada carta de elemento utilizada en la formación de un compuesto, se otorga **1 punto**:



Si en la formación del compuesto, una o unas de las cartas que utilices es de **color verde**, se otorga **1 punto extra** por cada carta verde utilizada:



### ALGUNOS EJEMPLOS DE COMPUESTOS



Anexo 4: Tabla de ayuda del juego para la formulación.

| TABLA DE EJEMPLOS DE FORMULACIÓN DE COMPUESTOS |                                |                        |                                            |         |
|------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------------------|---------|
| Tipo de compuesto                              | Fórmula Química                | Nombre IUPAC           | Elementos y subíndices necesarios          | Puntos  |
| Óxidos                                         | H <sub>2</sub> O               | Agua                   | Hidrógeno (H), 2, Oxígeno (O)              | 2       |
|                                                | CO <sub>2</sub>                | Dióxido de carbono     | Carbono (C), Oxígeno (O), 2                | 2       |
|                                                | SO <sub>2</sub>                | Dióxido de azufre      | Azufre (S), Oxígeno (O), 2                 | 2       |
|                                                | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Óxido de hierro (III)  | Hierro (Fe), 2, Oxígeno (O), 3             | 2       |
|                                                | NO <sub>2</sub>                | Dióxido de nitrógeno   | Nitrógeno (N), Oxígeno (O), 2              | 2       |
|                                                | MgO                            | Óxido de magnesio      | Magnesio (Mg), Oxígeno (O)                 | 2       |
|                                                | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Óxido de aluminio      | Aluminio (Al), 2, Oxígeno (O), 3           | 2       |
| Sales binarias                                 | NaCl                           | Cloruro de sodio       | Sodio (Na), Cloro (Cl)                     | 2       |
|                                                | KBr                            | Bromuro de potasio     | Potasio (K), Bromo (Br)                    | 2       |
|                                                | FeS                            | Sulfato de hierro (II) | Azufre (S), Hierro (Fe)                    | 2       |
|                                                | FrCl                           | Cloruro de francio     | Francio (Fr), Cloro (Cl)                   | 2<br>+1 |
|                                                | CsF                            | Fluoruro de cesio      | Cesio (Cs), Flúor (F)                      | 2<br>+1 |
| Sales ternarias                                | CaCO <sub>3</sub>              | Carbonato de calcio    | Calcio (Ca), Carbono (C), Oxígeno (O), 3   | 3       |
|                                                | BeSO <sub>4</sub>              | Sulfato de berilio     | Berilio (Be), Azufre (S), Oxígeno (O), 4   | 3<br>+1 |
|                                                | KNO <sub>3</sub>               | Nitrato de potasio     | Potasio (K), Nitrógeno (N), Oxígeno (O), 3 | 3       |
|                                                | Ba(PO) <sub>4</sub>            | Fosfato de bario       | Bario (B), Fósforo (P), Oxígeno (O), 4     | 3<br>+1 |
|                                                | AgNO <sub>3</sub>              | Nitrato de plata       | Plata (Ag), Nitrógeno (N), Oxígeno (O), 3  | 3       |
|                                                | KClO <sub>3</sub>              | Clorato de potasio     | Potasio (K), Cloro (Cl), Oxígeno (O), 3    | 3       |
|                                                | CuSO <sub>4</sub>              | Sulfato de cobre       | Cobre (Cu), Azufre (S), Oxígeno (O), 4     | 3       |
| Ácidos binarios                                | HCl                            | Ácido clorhídrico      | Hidrógeno (H), Cloro (Cl)                  | 2       |
|                                                | HF                             | Ácido fluorhídrico     | Hidrógeno (H), Flúor (F)                   | 2       |
|                                                | H <sub>2</sub> S               | Ácido sulfhídrico      | Hidrógeno (H), 2, Azufre (S)               | 2       |

|                                |                                                  |                                 |                                                                     |         |
|--------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Oxoácidos</b>               | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                   | Ácido sulfúrico                 | Hidrógeno (H), 2,<br>Azufre (S), Oxígeno (O), 4                     | 3       |
|                                | HNO <sub>3</sub>                                 | Ácido nítrico                   | Hidrógeno (H),<br>Nitrógeno (N),<br>Oxígeno (O), 3                  | 3       |
|                                | HClO <sub>2</sub>                                | Ácido cloroso                   | Hidrógeno (H), Cloro (Cl), Oxígeno (O), 2                           | 3       |
|                                | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>                   | Ácido fosfórico                 | Hidrógeno (H), 3,<br>Fósforo (P), Oxígeno (O), 4                    | 3       |
| <b>Bases o hidróxidos</b>      | RbOH                                             | Hidróxido de rubidio            | Rubidio (Rb),<br>Hidrógeno (H),<br>Oxígeno (O)                      | 3<br>+1 |
|                                | KOH                                              | Hidróxido de potasio            | Potasio (K), Hidrógeno (H), Oxígeno (O)                             | 3       |
|                                | Ca(OH) <sub>2</sub>                              | Hidróxido de calcio             | Calcio (Ca), Hidrógeno (H), Oxígeno (O), 2                          | 3       |
| <b>Moléculas simples</b>       | O <sub>2</sub>                                   | Oxígeno molecular               | Oxígeno (O), Oxígeno (O)                                            | 2       |
|                                | N <sub>2</sub>                                   | Nitrógeno molecular             | Nitrógeno (N),<br>Nitrógeno (N)                                     | 2       |
|                                | F <sub>2</sub>                                   | Flúor molecular                 | Flúor (F), Flúor (F)                                                | 2       |
|                                | Cl <sub>2</sub>                                  | Cloro molecular                 | Cloro (Cl), Cloro (Cl)                                              | 2       |
| <b>Hidruros</b>                | NH <sub>3</sub>                                  | Amoníaco                        | Nitrógeno (N),<br>Hidrógeno (H), 3                                  | 2       |
|                                | LiH                                              | Hidruro de litio                | Litio (Li), Hidrógeno (H)                                           | 2       |
|                                | FrH                                              | Hidruro de francio              | Francio (Fr),<br>Hidrógeno (H)                                      | 2<br>+1 |
| <b>Compuestos cuaternarios</b> | NaHCO <sub>3</sub>                               | Hidrogenocarbonato de sodio     | Sodio (Na), Hidrógeno (H), Carbono (C), Oxígeno (O), 3              | 4       |
|                                | Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>               | Hidrogenocarbonato de magnesio  | Magnesio (Mg),<br>Hidrógeno (H),<br>Carbono (C), Oxígeno (O), 3     | 4       |
|                                | Fe <sub>2</sub> (HPO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> | Hidrogenofosfato de hierro (II) | Hierro (Fe), 2,<br>Hidrógeno (H),<br>Fósforo (P), Oxígeno (O), 4, 3 | 4       |

### *Mini consejo básico de formulación:*

La clave de la formulación química es que la suma de cargas de los elementos debe ser siempre igual a cero.

¡Formular compuestos es como resolver un puzzle: cada átomo debe encajar en su sitio perfecto

Anexo 5: Formulario de Google con las preguntas realizadas a los expertos para la validación del juego.

## INSTRUMENTO DE VALORACIÓN DEL JUEGO PARA LOS EXPERTOS/AS: (pilotaje)

**B I U**  

Este cuestionario ha sido diseñado con el propósito de obtener una valoración inicial sobre el nivel de satisfacción de los participantes al probar el juego propuesto, para la posibilidad de una posterior aplicación en un entorno educativo dentro de un aula de 4º de ESO.

La jugabilidad del juego es correcta: \*

|                          | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |                       |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Totalmente en desacuerdo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Totalmente de acuerdo |

La duración del juego es adecuada: \*

|                          | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |                       |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Totalmente en desacuerdo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Totalmente de acuerdo |

El juego es adecuado al nivel académico: \*

|                          | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |                       |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Totalmente en desacuerdo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Totalmente de acuerdo |

El juego le parece divertido: \*

|                          | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |                       |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Totalmente en desacuerdo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Totalmente de acuerdo |

Comentarios y sugerencias acerca del juego \*

Texto de respuesta larga

---

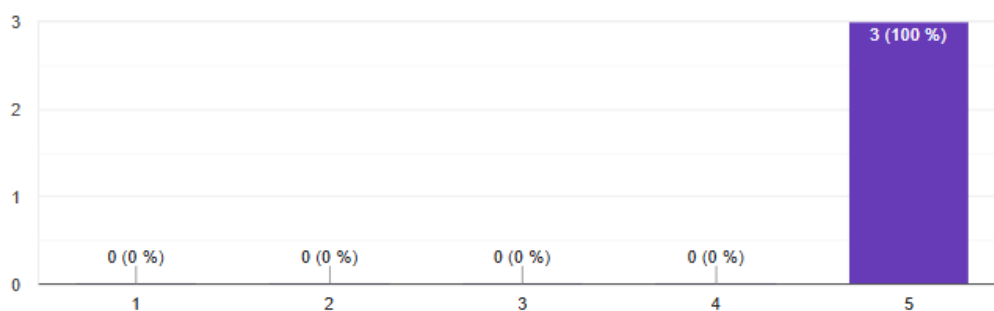
Anexo 6. Respuestas de los expertos recogidas junto con los gráficos obtenidos.



El juego es adecuado al nivel académico:

 Copiar gráfico

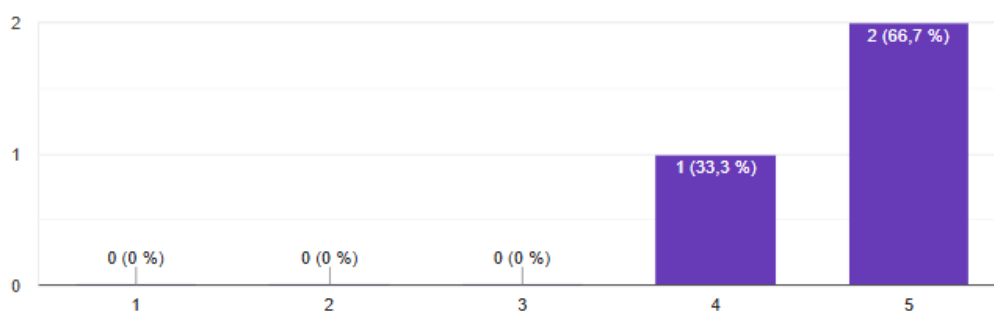
3 respuestas



El juego le parece divertido:

 Copiar gráfico

3 respuestas



Comentarios y sugerencias acerca del juego

3 respuestas

Lo único que creo que podría mejorar un poco el juego es añadir un mazo de cartas con números para formar las moléculas. Por lo demás me parece un juego muy divertido para repasar y aprender jugando la formulación inorgánica!

Añadir algunas cartas de números para completar la formulación, añadir una carta extra para la función de robar carta a jugador y corregir algunos estados de oxidación

Poner cartas de números para formulación  
Cambiar el número de cartas iniciales y a robar