

## Proceso de diseño de QuímiCa, un juego de mesa educativo.

---

*Nerea López Salas. Universidad Pontificia Comillas (España).*

*Rubén Arroyo Sanz. (España).*

*María Victoria Montes Gan. Universidad Pontificia Comillas (España).*

*Olga Martín Carrasquilla. Universidad Pontificia Comillas (España).*

*María Rosa Salas Labayen. Universidad Pontificia Comillas (España).*

### 1. Introducción.

Tradicionalmente, en muchos centros educativos el aprendizaje de la química inorgánica se centra en la repetición mecánica de fórmulas y nomenclaturas para la adquisición del nuevo conocimiento (Maila et. al., 2020), que acaba por provocar desánimo y escasa motivación al estudiante novel (Fernández-González, 2014). *QuímiCa* es un juego de mesa que surge por la necesidad de buscar formas alternativas para practicar formulación de manera motivadora, interactiva, variada y divertida (Montero, 2017), que permita a los alumnos adquirir el “lenguaje de la química”, como lo denomina Fernández-González (2013).

El texto que a continuación se presenta versa sobre un juego de mesa competitivo, de 2 a 8 jugadores con una duración aproximada de 30 a 50 minutos. Los objetivos que persigue el juego son: practicar la formulación de la química inorgánica desde los últimos cursos de la ESO hasta la universidad y utilizar el lenguaje químico para nombrar y formular compuestos siguiendo las modificaciones sugeridas en las normas IUPAC 2005 (Cirano, Borrás y de Jesús, 2016), dado que en algunas comunidades ya es el único aceptado como correcto (Campillo, 2014).

Habitualmente, los juegos suelen estar destinados a alumnos de edades tempranas, pero la potencialidad del juego como catalizador del aprendizaje, tan reconocida en la primera infancia, se revela como una estrategia a explorar y emplear en otros niveles educativos (Bernabéu y Goldstein, 2016).

Debido a que se trata de un juego educativo, su diseño y estética han sido cuidadosamente estudiados para ser atractivo al público al que va dirigido, gracias a la colaboración de un equipo interdisciplinar en el que los autores provienen de diversos ámbitos como la Biología, la Óptica, la Arquitectura o la Pedagogía y, siendo todos ellos, profesionales de la enseñanza en diversos niveles educativos.

Por otro lado, *QuímiCa* ha sido testado tanto por profesionales de la educación, como por alumnos del Máster de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria de las especialidades de Biología y Geología y de Física y Química, lo que ha permitido que, en el proceso de testeo, no solo se tuviera en cuenta el juego desde el punto de vista lúdico, sino también desde el educativo para mejorarlo. Además, con el testeo de estos prototipos, no solo el alumnado se beneficia de las ventajas de este enfoque pedagógico, sino que los docentes, al emplearlas, aumentan su implicación y motivación hacia la labor educativa (Fombella 2020).

Por último, antes de comenzar con la descripción del juego, es importante señalar que a lo largo de todo el texto se ha empleado el masculino como genérico en el que quedan incluidos tanto el género masculino como el femenino.

## 2. Reglamento.

La comprensión del juego exige una explicación inicial de su reglamento. Por ello, antes del análisis del mismo, procedemos a explicar sus componentes así como la preparación inicial de la partida.

Para comenzar, en *QuímiCa* los jugadores tienen un tablero personal en el que se representan tres espacios donde situar las cartas según las diferentes nomenclaturas (nomenclatura de composición con prefijos multiplicadores, nomenclatura de composición con números de oxidación y números de carga o nomenclatura tradicional y nombres vulgares, en caso de que hubiera). En estos lugares, se irán colocando las cartas de compuestos que se conseguirán a lo largo de la partida. Además de estas cartas, en el tablero se situarán al inicio de la partida 3 cartas de interacción elegidas al azar de las 6 que dispone cada jugador, una ficha de  $\times 2$  y otra de  $\times 3$ . En el centro de la mesa, se colocarán las cartas de compuestos siguiendo una cuadrícula de  $3 \times 4$  cartas y un mazo de robo con el resto de las cartas de compuestos. Se situarán también al alcance de todos los jugadores: fichas ( $\times 2$  y  $\times 3$ ), un dado que indica la nomenclatura por la que tendrán que nombrar los compuestos, un marcador de ronda final y un mazo de cartas de elementos y comodines. Al comienzo de la partida, se les entrega a los jugadores 5 cartas de elementos, el resto se dejan al alcance de todos los jugadores en el mazo de robo de elementos. Cuando jueguen alumnos con un nivel más básico de conocimiento o con problemas de aprendizaje se puede repartir una carta de ayuda a cada jugador para poder recordar la forma de nombrar en las diferentes nomenclaturas.

Por otro lado, en este juego el objetivo es ser el jugador que obtenga la mayor puntuación. Para ello, los participantes deberán conseguir las cartas de compuestos situadas en la zona central de la mesa. Además, estas cartas están marcadas con su respectiva puntuación, y solo podrán ser obtenidas por un jugador si este tiene en su mano los elementos químicos necesarios para su formulación. También se puede formular un compuesto empleando comodines o fichas de  $\times 2$  o  $\times 3$  que multiplican el número de átomos de un elemento que se posee.

Además de tener los elementos, según la mecánica del juego, para adquirir un compuesto es necesario nombrarlo correctamente según la nomenclatura que indique el dado (a cada número del dado le corresponde una nomenclatura) que previamente debe tirar el jugador que quiera obtener la carta. Si nombra adecuadamente el compuesto según ha indicado el dado, podrá situarlo en su tablero personal en el lugar correspondiente a la nomenclatura usada. En caso contrario, se devolverá a su lugar en la mesa para que otros jugadores puedan adquirir esa carta. Una vez hecha esta acción, el jugador se descartará de las cartas de elementos, comodines y fichas que han sido necesarias para formular el compuesto conseguido, robando las cartas de elemento necesarias para que, al finalizar el turno, tengan al menos 5 cartas en la mano.

Por otra parte, los participantes podrán reservar, en su turno, solo una carta de compuesto junto a su tablero que tendrán que conseguir a lo largo de la partida. Si no la usan serán penalizados al acabar.

Además de todo esto, los jugadores podrán usar cartas de interacción que permiten realizar diversas acciones, entre ellas, hacer que uno de los jugadores pierda un turno o robar un compuesto a otro participante. Estas cartas pueden usarse en cualquier momento dentro del turno de cada jugador, pero solo se podrá usar una vez cada carta a lo largo de toda la partida. Para indicar qué cartas de interacción han sido usadas, cada vez que un jugador emplee una, debe voltearla en su tablero, de manera que ya no quede visible.

Por último, la partida termina cuando uno de los jugadores haya conseguido al menos 7 compuestos en su tablero individual; en ese momento se desencadena la ronda final. En este caso, el jugador que la desencadena debe situar junto a su tablero el marcador de ronda final y a partir de ese instante el resto de jugadores tendrán un último turno para jugar.

Una vez acabada la partida, se cuentan los puntos obtenidos y el jugador con mayor puntuación será el ganador. Además de la puntuación que los participantes obtendrán por cada compuesto, pueden tener bonificaciones por conseguir tríos de nomenclaturas (se explicará más adelante). Por último, se penalizará a los jugadores que no hayan conseguido colocar en su tablero las cartas reservadas y a aquellos que hayan dejado una de las nomenclaturas sin ningún compuesto.

### **3. Diseño, evolución y proceso de creación del juego.**

A continuación, se explicará cómo se ha llevado a cabo el diseño, su evolución y el proceso de creación. Como se podrá apreciar, este juego de mesa ha sufrido grandes cambios desde la idea original hasta su versión actual, la mayoría de ellos para hacerlo o bien más educativo o bien más divertido, teniendo siempre en cuenta que ambas partes deben estar compensadas. Estos cambios han derivado de los sucesivos testeos porque el proceso de diseño debe construirse alrededor del testeo, todo lo demás es teoría (Lang, como se citó en Barret, 2019).

#### **3.1. Primeras ideas.**

Desde un principio, *QuímiCa* se concibió como un juego de mesa de cartas cuya mecánica principal consistiera en la gestión de mazos. Primero, se pensó en que todos los componentes necesarios para que los jugadores pudieran conseguir los compuestos debían ser cartas. De esta manera, los jugadores debían tener tantas cartas de elementos como fueran necesarias para poder formular los compuestos que se colocaban sobre la mesa. Se hicieron varias pruebas comenzando por 5 cartas en mano y finalmente se llegó a la conclusión de que el juego empezaba a funcionar bien con 10 cartas, ya que proporcionaba el número de elementos adecuado para lograr formular los compuestos, al ser estos tan variados. Posteriormente, esta opción fue descartada ya que el manejo de 10 cartas en mano era complejo. En consecuencia, se optó porque los jugadores hicieran un draft (mecánica en la que cada jugador selecciona una carta de su montón, a continuación, pasa el resto de cartas al jugador de la derecha que hace lo mismo con el montón recibido y así hasta que los montones queden sin cartas). Se tomó esta decisión pensando que, si los jugadores podían seleccionar sus propias cartas, tendrían más opciones de formular los compuestos. Tras varios testeos se comprobó que el problema seguía siendo el mismo que al inicio ya que la dificultad radicaba en que se requería un número muy elevado de estas cartas para formular un único compuesto.

Por otro lado, en estas primeras versiones, los compuestos se comenzaron colocando boca arriba en 4 montones de igual número de cartas en el centro de la mesa. Los jugadores debían coger aquel que nombraban correctamente dejando visible el siguiente compuesto del montón, acabando la partida cuando uno de los montones se quedaba sin cartas. Esta decisión fue descartada ya que en los testeos se vio que las opciones de tener los elementos necesarios para formular los cuatro compuestos que estaban visibles era poco probable, por lo que el juego resultaba lento y se bloqueaba a sí mismo en multitud de ocasiones.

En otro orden de cosas, la forma en la que los participantes debían nombrar los compuestos siempre fue utilizando un dado que indicase la nomenclatura; esta mecánica se ha mantenido hasta los prototipos finales del juego.

Además, las diferentes nomenclaturas de los compuestos tenían que estar escritas en algún lugar para comprobar si realmente se estaba formulando bien o no, ya que no podemos olvidar que el juego pretende ser educativo. Para ello se comenzó escribiendo detrás de cada carta de compuesto sus diferentes nomenclaturas. Esta opción, aunque funcionaba perfectamente fue descartada por su complejidad en la producción. Posteriormente, se decidió numerar las cartas e incluir en el juego un listado numerado en el que aparecía el compuesto y sus nomenclaturas, de manera que los jugadores podían comprobar si las soluciones que se daban durante la partida eran correctas. Para dificultar un poco a los jugadores hacer trampas y poder mirar otro compuesto de los que estaban en mesa, se decidió no poner juntos todos los compuestos del mismo tipo (óxidos, hidróxidos...).

Finalmente, la decisión de usar una lista fue descartada ya que ralentizaba mucho la partida, por lo que se optó por volver a la idea inicial de escribir las nomenclaturas detrás del compuesto de tal manera que la comprobación fuera inmediata, a pesar de ser más costosa su producción.

En cuanto a la puntuación, en un principio se pensó en contabilizar los puntos al finalizar cada turno. Finalmente, se decidió hacerlo al acabar la partida, ya que esto no afectaba a la dinámica y daba mayor agilidad a las rondas.

### **3.2. Versiones intermedias.**

Tras varios testeos de los prototipos, se pudieron observar las fortalezas y debilidades del juego y se empezó a trabajar sobre ellas para intentar mejorarlo. Todos los cambios que se realizaron se hicieron sin perder de vista que el juego debía ser por igual divertido y educativo.

En primer lugar, en cuanto a los elementos, se vio que era poco útil tener tantos en mano, por lo que se decidió que los hidrógenos y oxígenos estuvieran siempre disponibles para los jugadores y que no fueran elementos que tuvieran que conseguir, sino elementos que tenían que saber utilizar. Como consecuencia, se diseñó un tablero personal en el que se incluyó el símbolo de ambos (H y O), de forma que visualmente quedara claro que cada jugador los tenía disponibles en todo momento.

Además, en esta versión se decidió incorporar comodines que permitieran formular los compuestos sin necesidad de tener todos los elementos. Los comodines, en un principio, se pensaron como cartas que pudieran funcionar como varios elementos agrupados según algún criterio (por ejemplo, un comodín que valiera por los elementos que fueran radioactivos). En ellos aparecería el nombre del elemento, el número de oxidación y una referencia a su descubridor, pero finalmente tras varias pruebas se descartó la idea ya que se comprobó que era más útil para el aprendizaje que fueran cartas neutras que pudieran valer por cualquier elemento químico y que en ellos únicamente apareciera el descubridor.

Desde las primeras versiones de compuestos, estos ya llevaban incorporado un color diferente en función del tipo al que pertenecían. Además, la clasificación por colores permite a los jugadores relacionar compuestos fácilmente y mejorar en el aprendizaje entre iguales.

Por otro lado, para intentar solucionar el problema que presentaba el escaso número de cartas de compuestos expuestas en la zona central de la mesa, se decidió colocarlas en columnas: 5 cartas de cada tipo en cada columna. De esta manera, los jugadores sabrían qué cartas son más fáciles o difíciles de formular simplemente mirando en qué lugar (columna) se encontraban. Esta disposición planteó diversos problemas a la hora de jugar ya que todos los participantes intentarían conseguir las más sencillas. Además, si con las cartas que había sobre

la mesa se daba la circunstancia de que no se podía formular, la partida de nuevo se bloqueaba.

Por otro lado, en las primeras versiones del juego, este no tenía ningún tipo de interacción, a excepción del draft inicial que fue descartado. Tras varias partidas, se observó que el juego era bastante plano en cuanto a interacción. Para solucionar esta situación se crearon las cartas de interacción. En un principio, se pensó que debían estar mezcladas con las de elementos, saliendo aleatoriamente a lo largo de la partida, lo que trajo consigo que los jugadores acumulasen nuevamente un número enorme de cartas en mano; para evitarlo se optó porque las cartas de interacción fueran comunes a todos los jugadores en una partida, pero solo podían ser usadas una vez. De este modo se decidió que cada jugador tuviera sus propias cartas de interacción desde el inicio del juego a la vista de los demás, pero que estas solo se pudieran usar una vez y que no hiciese falta tenerlas en mano, sino que se colocaran en el tablero. Para dotar al juego de variedad, se incorporaron 6 tipos de cartas de interacción de las cuales cada jugador solo podría usar 3 en cada partida. Este diseño finalmente funcionó bien, por lo que es el que ha permanecido hasta los prototipos finales.

Por último, en estas versiones iniciales, se creó un tablero común en el que se registraba la puntuación de los jugadores en cada turno de la partida. Tras el testeo, se pudo observar que no aportaba ninguna ventaja, por lo que fue descartado.

### 3.3. Versiones finales.

En último lugar, las versiones finales estuvieron destinadas a la mejora en la mecánica, la estética y el aprendizaje.

Para empezar, la decisión de eliminar las cartas de los elementos de hidrógenos y oxígenos hizo que el número de cartas en mano se redujera de 10 a 5, facilitando el manejo en mano. Por otro lado, aún eran necesarios muchos elementos para poder formular determinados compuestos por lo que se decidió incorporar fichas de  $\times 2$  y  $\times 3$  que multiplicarían el número de los elementos, de tal manera que, si por ejemplo, se necesitasen 6 cartas de flúor para formular el compuesto, con los multiplicadores solo sería necesario una carta de flúor y dos multiplicadores ( $\times 2$  y  $\times 3$ , es decir,  $1 \text{ flúor} \times 2 = 2 \text{ flúor}$ ;  $2 \text{ flúor} \times 3 = 6 \text{ flúor}$ ). Además, se continuó con la idea de los comodines de las versiones anteriores.

Por otra parte, para mejorar el problema de la falta de compuestos en mesa, se optó por mezclar todos los tipos de compuestos y situarlos en 4 filas y 3 columnas. En cada ronda la fila inferior se descarta y se renueva la fila superior, de tal manera que los compuestos van variando a lo largo de la partida. Esta decisión trajo consigo un inconveniente y es que los jugadores solo disponían de 4 rondas para poder obtener todos los elementos necesarios para conseguir un compuesto que estuviera disponible en mesa (los compuestos más complejos de formular requerían más rondas para conseguir los elementos). Para solucionarlo, se optó por dar la posibilidad a los jugadores de reservar cartas de compuesto en su turno y situarlas junto a su tablero para usarlas a lo largo de la partida. De este modo, los jugadores tendrían más oportunidades de formular compuestos complejos que puntuarían más que los sencillos.

En cuanto a la forma de registrar la puntuación, finalmente se optó porque los jugadores lo hicieran sumando puntos al final de la partida.

### 3.4. Decisiones de producción.

En cuanto a la producción, se tomaron varias decisiones. Una de ellas, fue ajustar el tablero personal para que, a la hora de producir los prototipos (y las versiones finales), entraran en un folio 4 tableros, en lugar de 2 como se diseñó en un principio. Este hecho no hizo que el juego

se devaluara ni desde el punto de vista lúdico, ni estético, ni educativo, pero trajo como consecuencia que las cartas de compuesto que en un inicio tenían una orientación horizontal, pasaran a una vertical para entrar en los espacios señalados en el tablero personal.

Otra decisión, tomada únicamente por necesidades de producción, fue la utilización de un dado convencional en lugar de uno creado para el juego. Que cada cara del dado indicara exactamente lo que debía hacer el jugador encarecía mucho la producción y no traía consigo grandes beneficios, por lo que finalmente, se decidió que en la propia carta de compuesto aparecieran numeradas del 1 al 6 las acciones que debía hacer el jugador una vez tiraba el dado.

#### **4. Cómo se ha diseñado el juego para ser educativo.**

A pesar de que el juego pretende ser divertido, muchos de los componentes, mecánicas y reglas han sido cuidadosamente seleccionados durante la fase de diseño para fomentar el aprendizaje sin mermar la diversión y son detalladas a continuación.

##### **4.1. Cartas de elementos.**

En *QuímiCa* las cartas de elementos tienen su nombre y su símbolo para que los jugadores se acostumbren a ver ambas cosas y a relacionarlas entre sí. Además, aparecen en la esquina superior derecha los números de oxidación para ayudar a aquellos que no los conocen.

También se ha incluido información que puede ser interesante para el aprendizaje, aunque no relevante para el desarrollo del juego, como es el estado en el que se encuentra el elemento en la naturaleza, el descubridor y el año de descubrimiento o el tipo de elemento al que pertenece en la tabla periódica según sus propiedades. Además, los elementos tienen diferentes colores en función grupo al que pertenecen, facilitando que los jugadores los relacionen entre sí.

##### **4.2. Cartas de compuestos.**

Estas cartas, presentan un color diferente dependiendo del tipo de compuesto al que pertenece. La distinción cromática favorece que los estudiantes puedan relacionar unos compuestos con sus semejantes. Por otro lado, el juego está diseñado para que puedan practicar con un único tipo de compuestos en cada partida y, de esta manera, afiancen la formulación y las nomenclaturas de cada tipo de compuestos de manera independiente.

Una vez se domine la formulación y nomenclaturas de cada tipo de compuestos por separado, se puede practicar con varios tipos de compuestos simultáneamente en una misma partida.

En cuanto a las nomenclaturas, para que los jugadores consigan una carta de compuesto es necesario que lo nombren correctamente. La decisión de por cual va a ser nombrado viene determinada por el dado. Por este motivo, los jugadores tienen que saber todas las nomenclaturas ya que, si no, puede suceder, que después de conseguir todos los elementos necesarios para formular el compuesto, no puedan ganar la carta por no saber nombrarlo mediante esa nomenclatura.

Por otro lado, y para que exista estrategia en el juego, dentro de las opciones que permite el dado, existen, además de las tres nomenclaturas, las siguientes opciones: "eligen ellos", "elijo yo" y "todas las nomenclaturas". En el caso de "eligen ellos", el resto de jugadores deben decidir por qué nomenclatura tiene que nombrar el compuesto. Si sale "elijo yo", será el propio jugador quien decida por qué nomenclatura lo va a nombrar y en el caso de "todas las nomenclaturas", deberá nombrarlo por todas ellas. Estas opciones dan dinamismo al juego al permitir a los jugadores desarrollar estrategias para ganar.

### 4.3. Comodines.

Por otra parte, los comodines son cartas que representan a los descubridores de los elementos químicos que se utilizan en el juego. De esta manera, los jugadores podrán ampliar así el conocimiento que tienen sobre esta temática.

Además, los comodines ayudan a facilitar la memorización de los números de oxidación, debido a que estas cartas pueden funcionar como cualquier elemento de la tabla periódica, siendo necesario que los conozcan para poder usarlos. Por tanto, los comodines son útiles para los estudiantes que los hayan memorizado correctamente.

### 4.4. Cartas de interacción.

Por otro lado, en el juego encontramos cartas de interacción que son: intercambio de manos, roba un compuesto a otro jugador, elimina un compuesto de otro jugador, consigue un compuesto sin tener elementos, el jugador que elijas pierde un turno y roba tres cartas de elementos. Además, todas ellas tienen un doble propósito: mejorar la experiencia de juego y dar facilidades para conseguir algunos elementos que de otra manera serían muy difíciles de obtener. Por lo tanto, con la incorporación de estas cartas, se fomenta la interacción entre los participantes.

### 4.5. Puntuación.

En relación con la puntuación, jugadores obtienen puntos por los compuestos conseguidos, en función de dos parámetros. Por un lado, la dificultad para conseguir todos los elementos necesarios para formularlo y, por otro, la dificultad que tiene nombrarlo por sus nomenclaturas correctamente. Por este motivo, dos cartas que a priori tienen la misma dificultad adquirirlas (porque tienen el mismo número de elementos), pueden tener puntuaciones diferentes (la dificultad se representa por matraces en cada carta: un punto por cada uno).

Esto se ha establecido para fomentar que los estudiantes trabajen también aquellos compuestos que son más difíciles de nombrar o formular, premiando a aquellos que se arriesgan a formular compuestos difíciles de nombrar. Por ello, aquel jugador con más matraces en su poder tendrá una recompensa de 3 puntos extra en la puntuación final.

Para terminar, *QuímiCa* favorece que los jugadores practiquen las tres nomenclaturas, ya que obtiene más puntos aquel jugador que nombre los compuestos en las tres nomenclaturas por igual, es decir, se puntúa por cada trío de cartas que los jugadores hayan obtenido (un trío es una carta en cada casilla del tablero de jugador correspondiente a cada una de las nomenclaturas). De igual modo, se penaliza a aquel jugador que solo sabe o utiliza una única nomenclatura para nombrar todos los compuestos, quitando puntos en caso de que alguna columna de nomenclatura quede vacía.

## 5. Niveles de dificultad, aprendizaje progresivo y atención a la diversidad.

Ante todo, en *QuímiCa* es posible ajustar la dificultad del juego tanto al nivel de los jugadores como a la velocidad de aprendizaje de los mismos. Para poder hacerlo, se podrán emplear compuestos más o menos complejos e incluir las cartas de ayuda. Por defecto se empezará siempre con los compuestos más sencillos, para ir cogiendo confianza en la mecánica del juego y las nomenclaturas. A medida que los jugadores se van encontrando seguros con la mecánica, las nomenclaturas y los compuestos, se pueden ir eliminando las cartas de ayuda o incorporando compuestos más complejos.

Como consecuencia de esta versatilidad, se puede adaptar el juego a la diversidad de un aula en la que algunos jugadores pueden tener ritmos de aprendizaje distintos, al existir diferentes niveles de complejidad. Debido al propio formato del juego, los alumnos con más dificultades

aprenderán de las respuestas que dan sus compañeros, por lo que es adecuado que los jugadores tengan distintos niveles y así poder aprovechar mejor esta experiencia.

## **6. Competencias clave.**

El desarrollo de competencias clave es otro beneficio importante de *QuímiCa*.

### **6.1. Comunicación Lingüística.**

Para comenzar, esta competencia es especialmente importante en el juego ya que los participantes deben hacer uso del vocabulario científico de forma correcta para poder ganar puntos. Por otro lado, el uso de prefijos y sufijos juega un papel muy importante, ya que una de las nomenclaturas que se emplea se basa en el correcto uso de ambos. Por último, conocer el origen etimológico de algunas de las palabras puede ayudar a los alumnos a memorizar ciertos datos importantes para el juego: por ejemplo, saber que la plata se representa con Ag porque en latín se denomina *Argentum*.

### **6.2. Competencia Matemática y Competencias Básicas en Ciencia y Tecnología.**

*QuímiCa* aporta a esta competencia, el uso del razonamiento matemático para la elaboración de fórmulas químicas. Además, se refuerza la utilización de conocimientos científicos para la resolución de problemas, de manera que se fortalece, la confianza en sí mismos del alumnado (Elige Educar, 2018). Igualmente, importante es el uso del cálculo para obtener los resultados de las fórmulas que dan lugar a los compuestos y saber cuál es la mejor jugada para obtener más puntuación. Por último, el dominio de los números romanos es muy importante para nombrar los compuestos correctamente.

### **6.3. Aprender a Aprender.**

La competencia de aprender a aprender se desarrollará a lo largo de las rondas en las que los jugadores aprenderán a través de los aciertos y errores que van cometiendo tanto ellos como sus compañeros. A pesar de que tiene una componente azarosa, el juego tiene otra componente táctica que propicia la organización y la planificación para completar con éxito las estrategias que cada uno plantea para ganar. Por otro lado, no siempre se finaliza la estrategia que los jugadores habían pensado desde un inicio por lo que la perseverancia y la paciencia serán dos cualidades que se trabajen y se mejoren a lo largo de las partidas (Díaz-Lauzurica y Moreno-Salinas, 2019).

### **6.4. Competencias Sociales y Cívicas.**

Como ya se ha mencionado, la interacción es otro punto destacable del juego. Vargas (2015) afirma que la incorporación del juego en el proceso de aprendizaje consigue que este sea participativo e interactivo, principios que se han tenido en cuenta en *QuímiCa*.

Estos cambios de estrategia propios del juego, y que se producen por el aprendizaje y la experiencia desarrollados durante la partida (o en partidas anteriormente jugadas), mejora también la flexibilidad cognitiva, que nos permite, entre otras cosas, aprovechar las circunstancias cambiantes de nuestro entorno para extraer aprendizajes nuevos.

### **6.5. Conciencia y Expresiones Culturales.**

Para concluir, esta competencia se trabaja especialmente dando importancia a los descubridores de cada uno de los elementos, haciendo que los jugadores puedan no solo conocer el nombre, sino también qué elementos químicos han descubierto y en qué año. Esta información aparece tanto en los comodines como en las cartas de elementos.

A pesar de que sería posible trabajar la competencia digital, en la versión actual de *QuímiCa* no se contempla, al estar concebido como un juego presencial, en el que la interacción social

*face to face* entre los jugadores es una parte importante del mismo. No obstante, no se descarta la posibilidad de una posterior adaptación digital del juego.

## 7. Conclusiones.

Como conclusión, destacamos que la elaboración de un juego de mesa educativo debe tener en cuenta no solo el aspecto lúdico, sino que, cada una de las decisiones que se tomen deben estar enfocadas a que los jugadores mejoren sus destrezas o conocimientos. Por todo ello, *QuímiCa*, ha experimentado numerosas modificaciones desde sus versiones iniciales, con un proceso de diseño, prototipado y testeo largo y minucioso. Además, el juego debe ser divertido, por lo que en el diseño no se debe olvidar para qué jugadores está destinado el juego, sus intereses o sus motivaciones.

Para finalizar, nos gustaría mencionar que cuando sea posible por la situación sanitaria, se realizarán más testeos y con distintas poblaciones.

## Referencias bibliográficas.

- Barret, G. (2019). Board Game Design advice from the best in the world (2ª ed.). Barret Publishing.
- Bernabéu, N. y Goldstein, A. (2016). Creatividad y aprendizaje: el juego como herramienta pedagógica. Narcea.
- Campillo, S. O. (2014). ¿Formulación química? Nomenclatura química. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 416-425.
- Ciriano, M.A.; Borrás, J.J. y de Jesús, E. (2016) Resumen de la normas IUPAC 2005 de nomenclatura de química inorgánica para su uso en enseñanza secundaria y recomendaciones didácticas. Real Sociedad Española de Química.
- Díaz-Lauzurica, B. y Moreno-Salinas, D. (2019). Computational Thinking and Robotics: A Teaching Experience in Compulsory Secondary Education with Students with High Degree of Apathy and Demotivation. Sustainability 11(18). doi: 10.3390/su11185109.
- Elige Educar (2014). 15 razones por las que los docentes implementan juegos y dinámicas lúdicas en sus clases. <https://eligeeducar.cl/>
- Fernández-González, M. (2013). La formulación química en la formación inicial del profesorado: Concepciones y propuestas. Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias, 678-693.
- Fernández-González, M. (2014). Enseñar formulación. Unos comentarios a los comentarios. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 11(3), 426-435.
- Fombella, I. (2020). Experiencias activas, espacios pasivos. Una propuesta de Educación Artística contemporánea en espacios tradicionales. Tercio Creciente, (extra4), 47–58. doi: 10.17561/rtc.extra4.5767.
- Maila-Álvarez, V., Figueroa-Cepeda, H., Pérez-Alarcón, E. y Cedeño-López, J. (2020). Estrategias lúdicas en el aprendizaje de la nomenclatura química inorgánica. Revista Cátedra, 3(1), 59-74. doi.10.29166/10.29166/catedra.v3i1.1966.
- Montero, B. (2017). Aplicación de juegos didácticos como metodología de enseñanza: Una Revisión de la Literatura. Pensamiento Matemático, 7(1), 75-92.
- Vargas, C. (2015). El juego en el aprendizaje. <http://vinculando.org/educacion/juego-en-aprendizaje.html#vcite>.