

MÁSTERES de la UAM

Facultad de Formación
de Profesorado
y Educación / 16-17

(MESOB)
Especialidad
de Física y Química

El mus químico
*Carlos Márquez
Lorenzo*



CURSO 2016/17

**MÁSTER EN FORMACIÓN DE
PROFESORADO DE EDUCACIÓN
SECUNDARIA Y BACHILLERATO:
ESPECIALIDAD FÍSICA Y QUÍMICA**

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

EL MUS QUÍMICO

AUTOR: CARLOS MÁRQUEZ LORENZO
TUTORA: M. ARACELI CALVO PASCUAL

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	pág. 2
2. MARCO TEÓRICO.....	pág. 3
2.1. Las ciencias en la educación.....	pág. 3
2.2. La enseñanza de la química mediante juegos.....	pág. 7
2.3. La nomenclatura química inorgánica en la Enseñanza Secundaria.....	pág. 9
3. OBJETIVOS.....	pág. 11
4. METODOLOGÍA.....	pág. 12
5. TEMPORALIZACIÓN.....	pág. 16
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	pág. 18
6.1. Comparación y análisis de las notas obtenidas por los alumnos antes y después de la actividad.....	pág. 19
6.2. Comparación y análisis de los porcentajes acierto/fallo que obtiene cada cuestión antes y después de la actividad.....	pág. 20
6.3. Comparación y análisis de las respuestas obtenidas antes y después de la actividad para cada cuestión.....	pág. 21
6.3.1. Cuestiones de conocimiento.....	pág. 21
6.3.2. Cuestiones de actitudes.....	pág. 32
6.4. Evaluación mediante la observación.....	pág. 37
7. CONCLUSIONES DE LA EXPERIENCIA.....	pág. 38
8. BIBLIOGRAFÍA.....	pág. 40
ANEXOS.....	pág. 45
Anexo 1.....	pág. 45
Anexo 2.....	pág. 53
Anexo 3.....	pág. 54
Anexo 4.....	pág. 59
Anexo 5.....	pág. 64

1. INTRODUCCIÓN

Mi experiencia como estudiante durante la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y el Bachillerato me ha hecho reflexionar sobre las formas de enseñar que yo presencié y sus posteriores resultados, a mi parecer, muy mejorables. En concreto, en la asignatura de Física y Química, apreciaba que a pesar de no existir una buena metodología de enseñanza ni una gran atención por mi parte, la química era "lo mío". Ahora reflexiono sobre aquellos años y me pregunto: ¿trataban los profesores de captar mi atención con nuevas metodologías?, ¿me explicaban la química de una manera divertida?. La respuesta es "no". Centrándome en estos pensamientos, observando a las nuevas generaciones que pasan por esas etapas, y ayudando a familiares, amigos y amigas o conocidos de esas edades con sus tareas o "deberes" de química, me di cuenta de algo que, como he constatado posteriormente, no era un descubrimiento mío. Me estoy refiriendo a que la forma de enseñar la química no era la más aconsejable para potenciar la motivación o captar la atención de los estudiantes, ni para desarrollar la imaginación o la capacidad de relacionar los conocimientos con la vida cotidiana.

Centraré mi Trabajo Fin de Máster (TFM) en un tema al que se le dedica gran importancia en la Educación Secundaria: la nomenclatura química inorgánica. Retrocedo al pasado en mis pensamientos y recuerdo que este tema me suscitó gran interés desde el minuto uno. No sé explicar el porqué, pero fue un "flechazo", sin duda alguna. Y estoy bastante seguro de que esto no se debió a los profesores que tuve, ya que recuerdo las clases, las explicaciones, los exámenes...y no eran más que transmisión de conocimientos sin prestar atención a las ideas previas, necesidades o capacidades que teníamos los estudiantes de esa edad en aquella época. Por todo esto llegué a la conclusión de que tenía que conocer las propuestas didácticas existentes sobre la enseñanza de la nomenclatura química inorgánica, y empezar a aportar mis nuevas ideas para que sea más entretenida a la hora de transmitírsela a los estudiantes,

mostrársela más cercana y que así se den cuenta de que es algo que tiene importancia en la vida de todos.

Para ello considero que los juegos son un claro ejemplo de cómo se puede enseñar la ciencia de un modo distinto y hacer que el alumnado aprenda mientras se divierte, por lo que mi propuesta se basa en un juego, "el mus químico". Se contextualiza en el I.E.S. Alameda de Osuna, situado en la Comunidad de Madrid en el distrito 21, Barajas, donde he llevado a cabo el trabajo de campo de este TFM. El contexto social del barrio se enmarca dentro de lo que se denomina 'clase media alta', aunque también nos encontramos con alumnos que proceden de otros países, cuyo contexto socioeconómico y nivel de estudios es muy variable, dependiendo de la procedencia.

El juego se llevó a cabo con un grupo de 3º de la ESO de 30 estudiantes (14 chicas y 16 chicos), algunos/as extranjeros/as, pero todos ellos comprendían bien el idioma castellano.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Las ciencias en la educación.

En general, las ciencias no son las materias más atractivas y motivadoras en la educación actual. Esto se ha comprobado con los bajos resultados de aprendizaje (PISA, 2015), que revelan que alrededor de un 20% de los estudiantes de los países de la OCDE (entre los que se encuentra España) rinde por debajo del nivel 2, siendo este considerado el nivel básico de competencias científicas. También se ha analizado la actitud de los estudiantes en la UE frente a las diferentes materias, en las cuales "tienen una actitud positiva frente a la biología en un 57 % de los casos, 55 % en el caso de las ciencias de la tierra, 42 % hacia la Química y 38 % hacia la Física" (EURYDICE, 2011, p. 22; Méndez Coca, 2015).

Tristemente, es fácil encontrar a estudiantes que dicen no tener interés ni motivación por el estudio de las ciencias en la escuela (Marbá-Tallada y Márquez, 2010). Se piensa que el aprendizaje o la motivación del estudiante depende únicamente de él mismo (Vázquez et al., 2010; Méndez Coca, 2015), aunque analizando la situación, esto se puede atribuir al hecho de que los profesores imparten las clases utilizando la misma metodología que a ellos les transmitían cuando eran estudiantes (Mellado Jiménez, 1996), considerando la memoria como clave principal del aprendizaje (Vázquez et al., 2010). A este método de aprendizaje de las ciencias mecánico y pasivo por parte de los estudiantes, le realizan una crítica Pozo y Gómez (1998) denominándolo 'enseñanza tradicional'. Solbes (2011), concluye que: "la Física, la Química, la Biología y la Geología son aburridas para el alumnado, difíciles y excesivamente teóricas" (p. 60), lo cual da qué pensar (Méndez Coca, 2015). Una reflexión muy interesante de Bruner seleccionada por Posada (1993, p.53) dice:

"El problema no estriba tanto en el aprendizaje por sí mismo como en el hecho de que lo que la escuela impone frecuentemente no despierta las energías naturales que dan pie al aprendizaje espontáneo: la curiosidad, el deseo de competencia, el afán de emular a un modelo y una entrega completa a la reciprocidad social" (Bruner, 1972).

Para producir un cambio en esta situación, en el ámbito europeo se opta por políticas que fomenten el aprendizaje cooperativo (EURYDICE, 2011), y en España durante la última década se ha invertido económicamente en recursos tecnológicos y personal para la difusión de las nuevas tecnologías en el aprendizaje del aula (INE, 2016).

El modelo cognitivista considera que el estudiante es un elemento activo indispensable en el proceso enseñanza-aprendizaje, ya que el aprendizaje se produce a partir de una

participación decisiva del sujeto. Además explica que la conducta es intencional, plástica y flexible, por lo que la eficacia y el resultado de la metodología utilizada con el alumnado serán distintos si esta se produce a través de un trabajo grupal o por medio de dinámicas más individualistas (Moncada Cerón y Torres Lima, 2016; Castell, 2008). El modelo constructivista propone que el sujeto 'construye' el conocimiento a través de la interacción con el medio social y físico. La responsabilidad del aprendizaje forma parte mayormente de los sujetos, quienes deben ser activos en el proceso, teniendo al profesor como mediador y facilitador de ese aprendizaje. La realidad solo toma significado cuando se lo da el sujeto (Caballero, 1998; Castell, 2008).

El aprendizaje se basa en gran parte en el progreso y el esfuerzo de los estudiantes cambiando de una estructura competitiva a una cooperativa, en la que se fomenta el trabajo en grupo con los compañeros con el objetivo de promover valores y actitudes que les ayuden a convivir en comunidad. Se produce una transición de un predominio del pensamiento verbal hacia la integración del pensamiento visual y verbal, que facilita a los alumnos la comprensión, la construcción y el recuerdo de los contenidos tratados (Moncada Cerón y Torres Lima, 2016)

Debe por tanto centrarse la atención en el aprendizaje cooperativo, que se puede definir como "pequeños grupos de personas que trabajan juntos como un equipo para resolver un problema, realizar una tarea o llegar a una meta común" (Artz y Newman, 1990, p. 448).

En determinados casos puede resultar interesante realizar agrupamientos homogéneos, aunque dentro del aprendizaje cooperativo es más común formar grupos heterogéneos en función de diversos criterios: factores personales (nivel de capacidad, los intereses, etc...), factores sociales (nivel de integración con sus compañeros de clase, etc...) y factores escolares (el nivel de rendimiento, necesidades educativas, etc...) (Torrego, 2011, p. 204-206).

Los estudiantes colaboran entre ellos para llegar a esas metas (Johnson y Johnson, 1999). Esta estrategia puede tener variantes en su proceso dando unos resultados generales de aprendizaje satisfactorios (Stevens y Slavin, 1995).

Las características de este tipo de aprendizaje se pueden agrupar en las siguientes (Bará, Domingo y Valero, 2017; Méndez Coca, 2015):

1. Un estudiante no cree que pueda tener éxito si los miembros de su grupo no lo tienen también y viceversa (Interdependencia positiva).
2. Los estudiantes se ayudan entre ellos explicándose los problemas y resolviéndose las dudas los unos a los otros (Interacción positiva).
3. El profesor o profesora debe asegurar que se evalúen los resultados de cada estudiante (Exigibilidad individual / responsabilidad personal).
4. Habilidades cooperativas para el buen funcionamiento del grupo: liderazgo, toma de decisiones, saber generar confianza en sí mismo y en los demás, etc...
5. Autoanálisis del grupo: discusión dentro del grupo para analizar si se están logrando los objetivos.
6. Como actividad interdisciplinar de diferentes asignaturas.

2.2. La enseñanza de la química mediante juegos.

El juego se considera una metodología que potencia la habilidad y agilidad durante el proceso de obtención de resultados (Bruner, 1972; Castell, 2008), por lo que el juego educativo se puede utilizar como metodología de enseñanza en las clases de ciencias en todos los niveles para aumentar la calidad de los conocimientos de los estudiantes (Chimeno, 2000; Matute et al., 2009).

El juego puede tener un abanico de actuación muy amplio. Santisteban (1990) explica las situaciones educativas en las que el juego puede resultar eficaz debido a su versatilidad (Castell, 2008):

- Como elemento motivador para los estudiantes a la hora de aprender una materia nueva.
- Para ayudar a los estudiantes en el proceso de asimilación de conceptos.
- Para hacer un resumen final o un repaso de contenidos vistos previamente.
- Como técnica de evaluación, al generar un ambiente de confianza entre los estudiantes y ayudar con ello a que estos se expresen con libertad.

Tarea del docente es seleccionar el juego más adecuado para cada momento educativo, teniendo muy en cuenta el nivel educativo al que se dirige. El juego no puede sustituir al proceso educativo total, solo debe ser un apoyo que lo complementa y lo transforma en una enseñanza activa (Santisteban, 1990).

Los juegos de cartas, el dominó, los juegos de mesa o de rol y los juegos computarizados también son utilizados en la enseñanza actualmente. Existen juegos de cartas como "Escaleras y diamantes" para aprender la nomenclatura de compuestos químicos inorgánicos. Este tipo de juegos facilitan el aprendizaje de los estudiantes y además puede utilizarse fuera del ámbito escolar como por ejemplo en el ambiente familiar. Los juegos de rol ayudan a desarrollar habilidades comunicativas en los estudiantes, además de permitir el desarrollo de la creatividad en sus actividades. Así como los juegos computarizados, todos ellos promueven el aprendizaje en el contexto de la interacción social, teniendo además en cuenta que la colaboración facilita el desarrollo cognitivo individual (Matute et al., 2009).

Un juego con el que se trabaja la nomenclatura química inorgánica y que se ha llevado a cabo con estudiantes en el aula con buenos resultados es "FyQ Formulación". Este se basa en una aplicación informática con el lenguaje de programación Java, en la que va apareciendo la nomenclatura sistemática de los compuestos y los estudiantes tienen que poner su fórmula química (con la tabla periódica de fondo). Se van contabilizando y almacenando los aciertos y fallos de cada jugador en la propia aplicación, lo que puede ser muy útil para la posterior evaluación de la actividad que realice el profesor (Muñoz Calle, 2010).

Otros ejemplos de juegos para la enseñanza de la química son (Federación de Enseñanza de CCOO de Andalucía, 2010):

- El juego de la oca "Tabla periódica". Es una actividad en grupo en la que los estudiantes elaboran ellos mismos el tablero del juego investigando propiedades de los distintos elementos de la tabla periódica, y con ayuda de la imaginación y sus nociones básicas proporcionadas por el profesor/a, crean las diferentes casillas.
- Bingo Químico. Es una actividad en grupo en la que cada ficha del bingo tiene distintos símbolos de los elementos químicos.
- Dados Químicos. La actividad consta de 10 cubos que contienen los símbolos de los elementos químicos más conocidos y al lanzarlos los estudiantes pueden formar diferentes compuestos químicos.
- Quimigramas. Son crucigramas que podrían ser llevados a cabo para cualquier unidad didáctica con conceptos teórico-prácticos de esta.

En cuanto a la atención a la diversidad, los juegos didácticos nos permiten tratar contenidos concretos de cada unidad didáctica y también prestar una especial atención a los estudiantes que presenten deficiencias en el aprendizaje ya que se fija el nivel de

dificultad teniendo en cuenta las capacidades y actitudes de los estudiantes. Los juegos grupales permiten al docente organizar a los estudiantes con distinto nivel educativo para conseguir, a través del trabajo cooperativo, un aprendizaje más significativo (Federación de Enseñanza de CCOO de Andalucía, 2010).

2.3. La nomenclatura química inorgánica en la Educación Secundaria.

Según Lind (1992) si se analizan algunos de los libros de Química General más importantes (Atkins, 1989; Petrucci, 1989), se puede apreciar que se muestra la nomenclatura inorgánica como un tema únicamente memorístico, no sistemático y nada atractivo para el estudiante.

La situación no cambia respecto a la enseñanza secundaria, agravado por el hecho de ser la primera vez en la que los estudiantes trabajan esta cuestión, con la limitación de la falta de conocimientos sobre temas químicos necesarios. A su vez es frecuente encontrar que en el aula se trabajan nomenclaturas no aceptadas por la IUPAC, que complican innecesariamente su estudio.

Según la Real Sociedad Española de Química (2016), el Libro Rojo (Connelly et al., 2005, p. 3) dice: *“El fin principal de la nomenclatura química es simplemente proporcionar una metodología para asignar descriptores (nombres y fórmulas) a las sustancias químicas de manera que puedan identificarse sin ambigüedad, y de este modo facilitar la comunicación”*.

Por tanto, el objetivo de la nomenclatura química es ayudar a que haya un entendimiento entre las personas, y más concretamente entre los científicos, a la hora de hablar sobre las sustancias químicas, las cuales son parte importante de nuestra vida cotidiana.

Existen numerosas metodologías y vías muy interesantes para la enseñanza de la nomenclatura química.

Un ejemplo es realizar una actividad en la que los estudiantes toman fotos (con sus cámaras o móviles) de las etiquetas de los productos de consumo que se les ocurran o que vean en su día a día, para después comentar en clase lo que contiene cada producto. De esta manera se trabaja la nomenclatura de los compuestos químicos y, al mismo tiempo, se relaciona la química con la vida cotidiana (Calvo Pascual, 2014).

Otra posibilidad puede ser una especie de competición para ver qué estudiante consigue formar su nombre con los símbolos de los elementos de la tabla periódica, siendo el ganador el que obtiene la mayor masa molar (sumando las masas molares de cada elemento en el nombre formado). Es una manera original de familiarizarse con la tabla periódica (Woelk, 2015).

También relacionado con el estudio de la tabla periódica, y similar a la actividad propuesta por Woelk (2015), se encuentra una iniciativa que se llevó a cabo en un centro educativo de Nueva York, en la que cada uno de los estudiantes formaba una palabra o nombre con los elementos de la tabla periódica (no más de seis elementos), y después se elaboraban camisetas con esos diseños creados por los estudiantes (Palmer, 2005).

Una manera muy interesante para el estudio interdisciplinar de la tabla periódica con cualquier otra materia, es una actividad en la que se trata de escribir los nombres de los huesos del cuerpo humano con los elementos de la tabla periódica (Franco Mariscal et al., 2011).

En una universidad de Taiwan crearon una actividad por equipos que tenía como base el deporte del ping pong, para conseguir motivar a los estudiantes en el estudio de la tabla periódica (elementos, símbolos y números atómicos). La actividad consiste en que los

estudiantes con una bola de ping pong y una pala desde un lado de la mesa, atinen a golpear a unas figuras hechas con cartulinas situadas en el otro lado de la misma, en las que hay números (que serían los números atómicos), símbolos químicos (para nombrar los elementos) o nombres de elementos químicos sin escribir completamente (con dos o tres letras y huecos para rellenar). Una vez se golpea a una de estas figuras, se tiene que resolver lo que contiene esta para conseguir el punto para su equipo (Lee et al., 2016).

Un artículo de Mesa y Blanco (2015) que resume muy bien, a mi parecer, el porqué la sociedad, y en concreto los estudiantes de la Educación Secundaria no comprenden la cercanía que tiene la química en la vida diaria de todos/as nosotros/as, y la importancia que esto transfiere a tener conocimientos básicos sobre ella: *"El aprendizaje de los contenidos de Química trasciende social y significativamente, si se considera el rol que su enseñanza juega en el acercamiento de los estudiantes en su aplicación cotidiana en diferentes contextos de la vida"*.

3. OBJETIVOS

Con esta propuesta se pretende:

- Ampliar el conocimiento de la nomenclatura química inorgánica del alumnado de Enseñanza Secundaria.
- Mejorar la actitud hacia el estudio de la nomenclatura química inorgánica, considerándolo algo entretenido de aprender y útil en la vida cotidiana.
- Ayudar a los estudiantes en el desarrollo de habilidades sociales y aptitudes como la implicación, responsabilidad personal, deportividad en el juego o autonomía.

- Potenciar la relación entre compañeros y el trabajo cooperativo como herramientas de aprendizaje activo y significativo.

4. METODOLOGÍA

La actividad diseñada inicialmente es más sofisticada que la llevada a cabo después en el aula, ya que fue desarrollada para llevarse a la práctica en Bachillerato o en 4º de la ESO, y finalmente no se pudo aplicar en estos cursos y se llevó a cabo en el curso de 3º de la ESO, donde los conocimientos respecto a la nomenclatura química inorgánica son bastante bajos, y la disciplina para seguir las normas del juego también es menor.

- En primer lugar, explico la actividad diseñada para 4º ESO- Bachillerato:

El juego consta de una baraja de cartas (Anexo 1) y en cada una de esas cartas hay un símbolo de un elemento químico. Se juega en grupos de cuatro, dentro de esos grupos se hacen dos parejas que juegan una contra la otra. Los jugadores se sientan, a poder ser, en una mesa cuadrada y cada jugador enfrente de su pareja, como se puede apreciar en la ilustración 1,

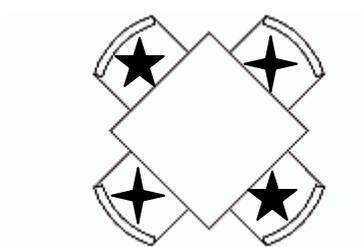


Ilustración 1. Mesa cuadrada para realizar el juego.

donde las estrellas de cuatro puntas forman una pareja y las de cinco puntas forman otra.

Las cartas se reparten de una en una y en círculo hasta que cada persona tenga ocho. Al principio del juego se sortea quién empieza a repartir las cartas, y después de cada ronda le

toca a la persona que se encuentre al lado derecho, es decir, se va rotando en el sentido contrario al de las agujas del reloj. Cada jugador puede ver únicamente sus propias cartas.

El juego está compuesto por cinco fases o jugadas; dos en las que los jugadores participan individualmente, y tres en las que, mostrando las cartas a todos los jugadores, se dialoga entre las parejas y existe una ayuda mutua. Cada una de estas fases tiene su puntuación.

Las fases o jugadas son:

- *Cartas*: consiste en formar un compuesto con el mayor número de elementos (cartas) posible.
- *Compuestos*: consiste en formar el mayor número de compuestos posible (sin usar más de una vez la misma carta en esta fase).
- *Nombres*: se nombran los compuestos formados para poder puntuar en las dos fases anteriores.
- *Números de oxidación*: se trata de comentar en pareja los números de oxidación de los átomos de los compuestos formados por ambos componentes de la pareja.
- *Relación con la vida cotidiana*: se trata de saber asociar los compuestos formados por los componentes de la pareja con ejemplos que contengan dichos compuestos.

Antes de comenzar con las fases ya explicadas, con las cartas repartidas hay una pre-fase llamada "cambio", que consiste en que cada jugador dice "cambio" o "no cambio" según quiera cambiar una o varias cartas de las que tiene por otras nuevas. Esto sólo sucede si los cuatro jugadores están de acuerdo y coinciden diciendo la palabra "cambio". Los turnos para hablar en esta pre-fase y en todas las fases siguientes funcionan de la siguiente manera: el primer jugador en hablar (se le llama "mano") es el que está a la derecha del que ha repartido las cartas en esa ronda. Y a partir de ahí el orden de hablar en cada fase va en sentido contrario al de las agujas del reloj, de manera análoga a los turnos de repartir las cartas.

Pasada la pre-fase comienzan las fases, en las que se trata de conseguir el mayor número de puntos posibles. En las dos fases individuales se puede enviar o pugnar el número de tantos que se quiera (con un mínimo de dos) una pareja contra la otra, e incluso jugarse toda la partida con lo que se denomina "órdago". Si una pareja envía y la otra no acepta el envite, la primera pareja ganará un punto automáticamente.

En la fase *Nombre* se comprobará quién gana esos envites mostrando las cartas, y solamente se conseguirán los puntos nombrando correctamente los compuestos (en pareja).

Además de los puntos conseguidos con las pujas o envites, también habrá otro tipo de puntuación para los ganadores de cada fase;

- En la fase *Cartas* se conseguirá 1 punto por cada carta utilizada en el compuesto ganador.
- En la fase *Compuestos* se conseguirá 1 punto por cada compuesto formado por la pareja ganadora.
- En la fase *Nombres* se conseguirá 1 punto por cada compuesto correctamente nombrado. Como ya se dijo antes, es necesario nombrar correctamente los compuestos para ganar las dos anteriores fases y conseguir con ello los puntos de las posibles pujas o envites.
- En la fase *Números de oxidación* se conseguirán 2 puntos por cada asignación correcta de los números de oxidación de los elementos en cada uno de los compuestos formados.
- En la fase *Relación con la vida cotidiana* se conseguirán 3 puntos por la unión de cada compuesto con algún material, actividad o proceso conocido en el que intervenga o con el que esté relacionado dicho compuesto.

Gana el juego la pareja que antes acumula 50 puntos.

Durante el juego los datos requeridos en cada fase se van apuntando en una ficha (Anexo 2) en la que el/la docente va corrigiendo y puntuando a cada grupo.

- A continuación describo los cambios realizados sobre la metodología inicial para ajustarla lo máximo posible al nivel madurativo y de conocimientos de los estudiantes de 3º de la ESO, planificar la actividad de acuerdo a las sesiones concedidas en el centro para realizarla, y así poder llevarla a cabo en el aula con el mayor éxito posible:

- En primer lugar, hago cuatro barajas de cartas, ya que durante el juego voy a tener a 4 grupos.
- Cada carta tendrá el nombre de un elemento químico con su respectivo símbolo químico.
- No se realiza una pre-fase con la posibilidad de cambiar cartas, sino que cada jugador tendrá que jugar todas las fases con las ocho cartas que recibe inicialmente.
- No hay un orden estipulado ni turnos en las dos primeras fases, así como tampoco hay envites o pugnas.
- Existe un "feedback" continuo entre los componentes de cada grupo y el/la docente sobre las dudas que surgen durante el juego, tratando de crear una cooperación de los cuatro participantes a la hora de resolver dichas dudas.
- Por último, no hay un límite de puntos, los estudiantes van rellenando las fichas y estas se recogen al terminar la sesión. Son corregidas por mí y comunico los resultados a cada pareja y grupo en las sesiones posteriores.

- La evaluación se lleva a cabo de la siguiente manera:

- I. Se hace una evaluación inicial o diagnóstica por medio de un cuestionario (Anexo 3) de conocimientos y actitudes previas a la actividad.
- II. Se produce una evaluación formativa mediante preguntas orales después del cuestionario, una evaluación continua durante la actividad con ayuda de unas fichas de datos del juego (Anexo 2) en las que se aprecia el nivel de conocimientos de forma

grupal (en parejas) y acompañada de una continua observación durante todas las sesiones, fundamentalmente durante el juego.

- III. Se realiza una evaluación final después de la actividad con un cuestionario similar al de la evaluación inicial (Anexo 4), salvo con algunos cambios en las cuestiones de actitud, con el fin de identificar el impacto que ha producido la actividad en los alumnos, y poder evaluar el proceso de aprendizaje y mejora.

5. TEMPORALIZACIÓN

El número de sesiones que puede dedicarse a esta actividad es muy variado. Sería recomendable un mínimo de seis u ocho sesiones, llevando a cabo el juego al menos dos veces con cada grupo.

Esta temporalización dependerá de los objetivos del profesorado y de la disponibilidad horaria que permite el resto del temario de la asignatura.

En mi caso, debido a la poca disponibilidad de sesiones con los estudiantes (seis en total), el funcionamiento de estas fue de la siguiente manera:

- *1ª sesión-* Al comienzo de la sesión se pasan los cuestionarios de conocimientos previos (Anexo 3) a los alumnos para que los rellenen y cuando terminen de hacerlos se crea un debate sobre los mismos con preguntas del tipo “¿Os ha resultado difícil el cuestionario?” o “¿Qué es lo que os ha resultado más difícil de responder?” (tratando de llevar a cabo una evaluación formativa).

En la segunda parte de la sesión se cuenta cómo se van a organizar las próximas sesiones, así como los contenidos teóricos que se van a trabajar en ellas.

- *2ª sesión*- En esta sesión, inicialmente el profesor moviéndose por todo el aula, propone a los alumnos hacer una ronda de nombres y aficiones con el objetivo de “romper el hielo” y ayudar a que pierdan el miedo a participar. Se realiza una breve introducción de la actividad y una toma de contacto con la baraja de cartas y con las normas del juego. A continuación se explica y se repasan conceptos teóricos utilizando la pizarra (elementos, símbolos químicos, número o estado de oxidación, compuestos binarios y ternarios y la relación de estos compuestos con la vida cotidiana), ajustando el nivel al curso en el que se lleva a cabo la actividad. Se procura que todos los alumnos participen en el repaso de los conceptos haciéndoles preguntas continuas sobre el tema. Antes de finalizar la clase se le reparte a cada estudiante una ficha (Anexo 5) con relaciones de algunos compuestos con sus aplicaciones o utilidades en la vida, para que ellos mismos en sus casas la lean y estudien. Por último se comunica a los alumnos las parejas formadas. La formación de las parejas para la actividad es de manera que se empareje a un/a alumno/a de buena capacidad, afabilidad y/o compromiso con otro/a de distintas características y con distintas habilidades a las suyas, para así hacer más rico el aprendizaje y el desarrollo de habilidades sociales con el trabajo grupal. Para conseguir esto se necesita ayuda del profesor/a o tutor/a del grupo. El juego se lleva a cabo durante dos sesiones en dos días distintos, en las que se produce un desdoble del grupo (la mitad va a prácticas de laboratorio y la otra mitad se queda en clase realizando el juego), de forma alterna en ambas sesiones.
- *3ª sesión*- Se organiza la disposición de las mesas y sillas en el aula adecuadamente para el juego unos minutos antes de la clase (en el caso de que sea posible). Se entrega una baraja de cartas en cada mesa de juego y se hace un breve simulacro del juego para que se entienda correctamente el funcionamiento de este y se resuelvan dudas si las hubiera. Se lleva a cabo la primera partida del 'Mus químico' con la mitad del grupo, bajo la

correspondiente vigilancia y apoyo por parte del profesor a todas las mesas en juego, para poder así tener un "feedback" continuo por parte de los alumnos/as respecto a la actividad (si fuera posible, sería deseable que hubiera dos docentes vigilando la actividad). En el caso de no haber un número de estudiantes múltiplo de cuatro, el juego se puede realizar entre las parejas, uno contra uno. Se rellenan las fichas durante el mismo.

- *4ª sesión*- Se realiza el juego con la segunda mitad del grupo siguiendo el mismo proceso anteriormente explicado. Los nuevos grupos rellenan sus respectivas fichas durante la actividad y se mantiene el "feedback" con todos los estudiantes durante toda la sesión.
- *5ª sesión*- Se pasan los cuestionarios post-actividad (Anexo 4) a todos los alumnos con el objetivo de evaluar el posible cambio actitudinal y la mejora del nivel de conocimientos con la metodología utilizada. Una vez recogidos los cuestionarios, se resuelven dudas sobre las cuestiones y sobre conceptos relacionados con las sesiones previas, utilizando la pizarra si se precisa.
- *6ª sesión*- Se reparten las fichas del juego y los cuestionarios post-actividad corregidos a todas las parejas formadas durante las sesiones. Se comentan los fallos cometidos tanto en las fichas como en los cuestionarios y se resuelven las dudas individuales en la pizarra, de manera que todos los estudiantes pueden ver los errores más comunes y aprender de ellos.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En primer lugar, se van a realizar tres análisis respecto a los resultados de los cuestionarios llevados a cabo por los treinta estudiantes. Como dato a tener en cuenta, los estudiantes hicieron el segundo cuestionario quince días después de haber hecho el primero y sin saber que habría las mismas preguntas en ambos.

6.1. Comparación y análisis de las notas obtenidas por los estudiantes en los cuestionarios antes y después de la actividad.



Ilustración 2. Número de estudiantes con las distintas calificaciones sobre 14. Antes de la actividad.



Ilustración 3. Número de estudiantes con las distintas calificaciones sobre 14. Después de la actividad.

Como se puede apreciar hay una mejora notable en los resultados de la parte de conocimientos.

En el cuestionario realizado antes de la actividad (ilustración 2), ningún estudiante contestó correctamente todas las preguntas, e incluso un estudiante acertó menos de la mitad. Cinco estudiante acertaron justo la mitad.

En el cuestionario realizado después de la actividad (ilustración 3), la mayor parte de los estudiantes contestaron correctamente más de diez cuestiones, y tres estudiantes acertaron todas. No hubo ningún estudiante que acertara siete o menos de siete cuestiones.

6.2. Comparación y análisis del porcentaje de acierto/fallo que obtiene cada cuestión antes y después de la actividad.

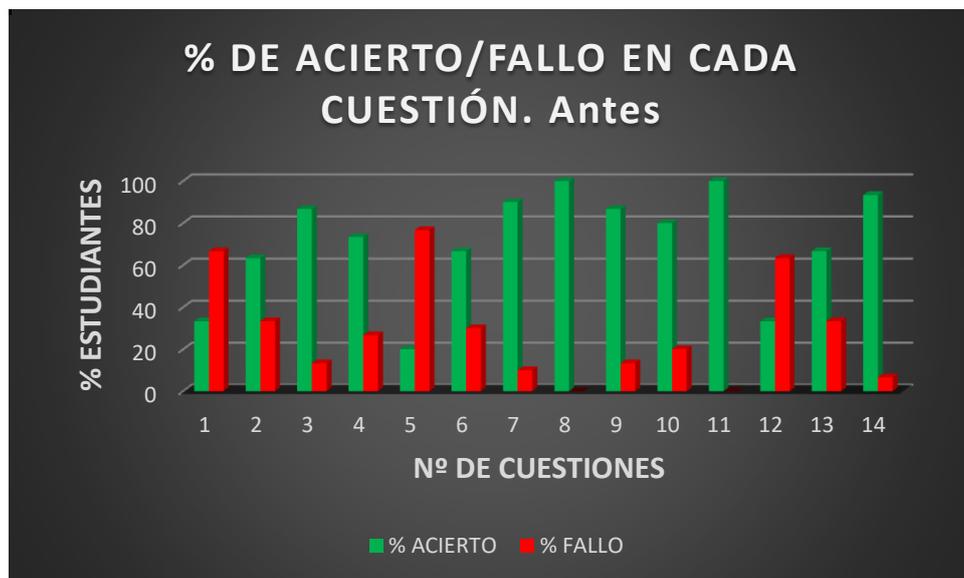


Ilustración 4. Porcentaje de acierto/fallo en cada cuestión. Antes de la actividad.

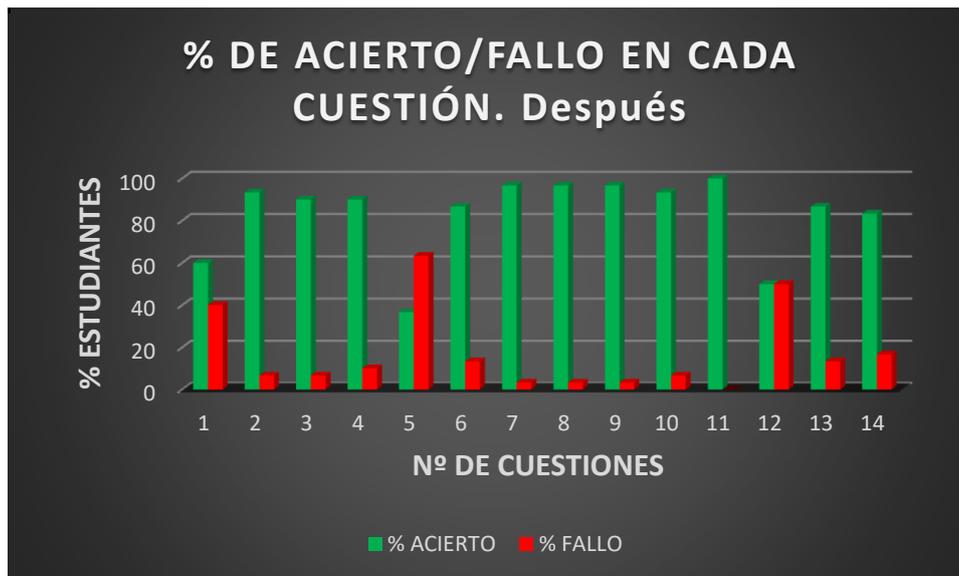


Ilustración 5. Porcentaje de acierto/fallo en cada cuestión. Después de la actividad.

Como se puede observar comparando los gráficos, la mayoría de las cuestiones tienen mayor porcentaje de acierto después de la actividad. Solo las cuestiones 8 y 14 tienen menor porcentaje de acierto después de haber llevado a cabo el juego (ilustración 5), lo cual comentaremos en el análisis de cada cuestión que veremos a continuación.

6.3. Comparación y análisis de las respuestas obtenidas antes y después de la actividad para cada cuestión.

6.3.1. Cuestiones de conocimientos.

1. Un elemento es una sustancia pura, al igual que también lo son los compuestos. ¿En qué se distinguen?

- a) En el tamaño de sus partículas.
- b) En su aspecto, olor, color, propiedades, etc.
- c) Un elemento está formado por átomos iguales.
- d) Un elemento está formado por átomos diferentes.

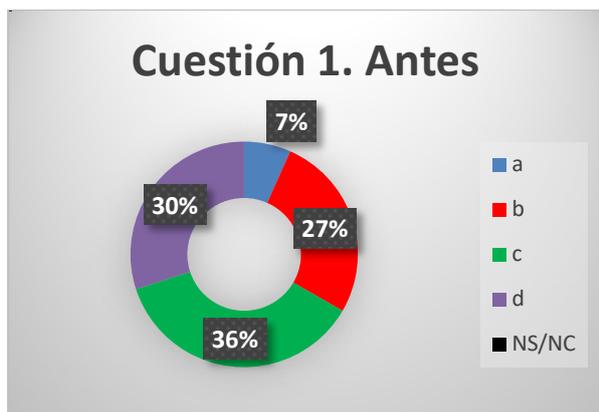


Ilustración 6. Cuestión 1. Antes de la actividad.

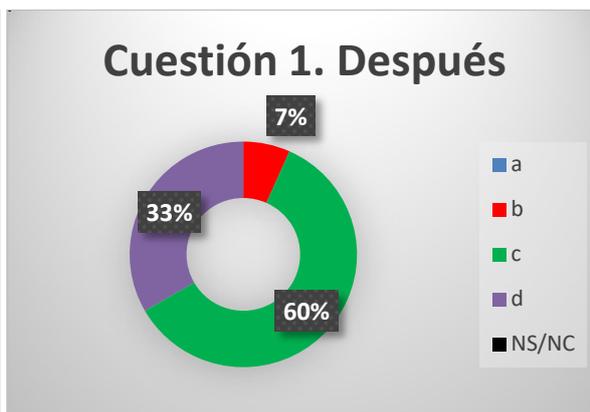


Ilustración 7. Cuestión 1. Después de la actividad.

La respuesta correcta (c) se representa con el color verde. Se puede apreciar la mejoría después de la actividad. Se observa también el alto porcentaje de estudiantes que opta por la respuesta "d", lo cual podría ser debido a la mala comprensión de los conceptos de "elemento" o de "átomo".

2. ¿Cuál de las siguientes sustancias *NO* es un elemento?

- a) Cobre.
- b) Agua.
- c) Mercurio.
- d) Grafito.

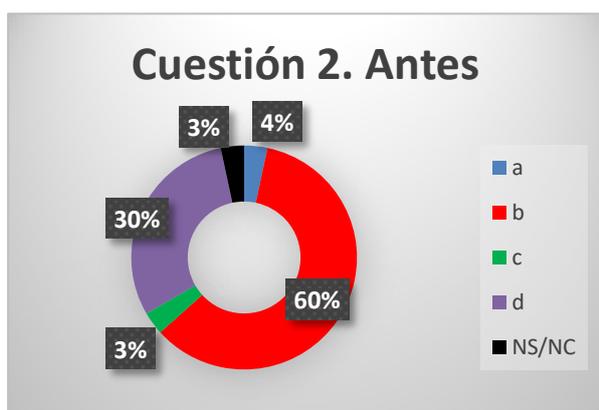


Ilustración 8. Cuestión 2. Antes de la actividad.

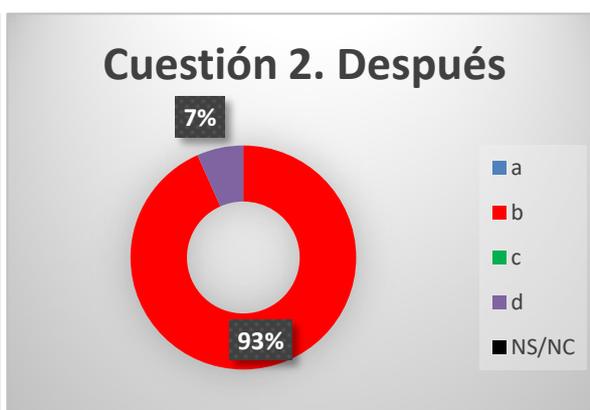


Ilustración 9. Cuestión 2. Después de la actividad.

La respuesta correcta (b) se representa con el color rojo. La mejoría se aprecia claramente, habiendo solamente dos estudiantes que fallan la respuesta. Enlazando con la cuestión anterior, podemos decir que la mayoría de los estudiantes identifica después de la actividad ejemplos sencillos de elementos/compuestos, pero un número menor reconoce la diferencia desde un punto de vista conceptual.

3. Los subíndices de una fórmula molecular son unos números muy importantes, pero ¿qué significan en realidad?

- a) Los gramos de cada sustancia en la mezcla.
- b) Los números que identifican cada elemento químico.
- c) El número de átomos de cada elemento en cada molécula de la sustancia.
- d) Las proporciones de cada elemento en la Naturaleza.

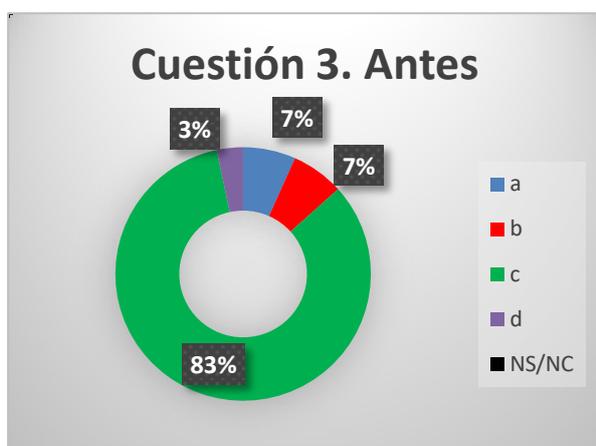


Ilustración 10. Cuestión 3. Antes de la actividad.

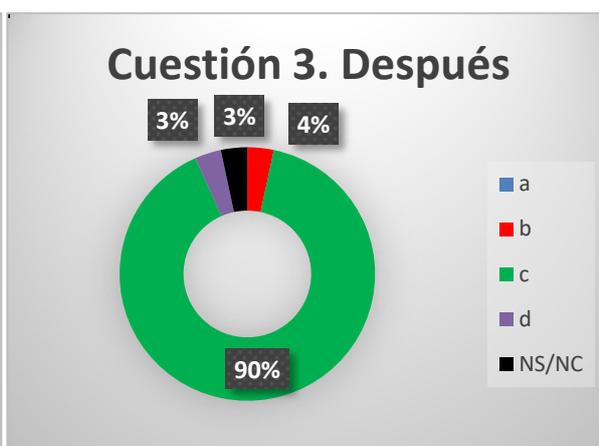


Ilustración 11. Cuestión 3. Después de la actividad.

La respuesta correcta (c) se representa con el color verde. Se puede apreciar una leve mejoría después de la actividad. Desde el primer cuestionario ya había una comprensión mayoritaria por parte de los estudiantes, mejorando aún más después de la actividad.

4. *Un compuesto que está formado por cloro y cobalto, de forma que por cada átomo de cobalto hay dos átomos de cloro, tiene una fórmula:*

- a) Co_2Cl
- b) CoC_2
- c) CoCl_2
- d) COCl_2

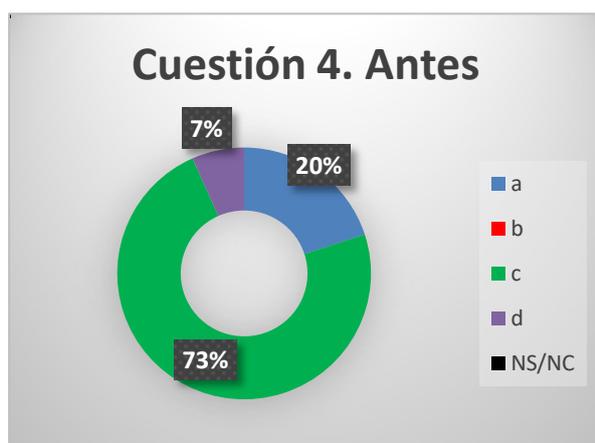


Ilustración 12. Cuestión 4. Antes de la actividad.

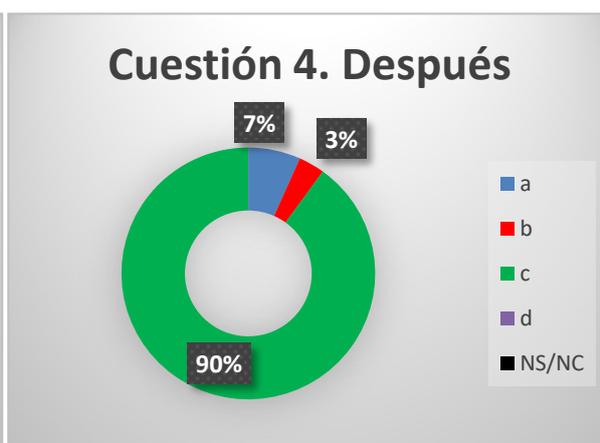


Ilustración 13. Cuestión 4. Después de la actividad.

La respuesta correcta (c) se representa con el color verde. Se observa la considerable mejoría que hay después de la actividad acertando la cuestión casi todos los estudiantes.

5. *¿Cuál de estas afirmaciones es cierta en relación con los números de oxidación de los elementos habituales?*

- a) Los metales alcalinos actúan siempre con estado de oxidación -1.
- b) El oxígeno siempre tiene estado de oxidación +2.
- c) El hidrógeno siempre tiene estado de oxidación +1.
- d) Los metales siempre actúan con estado de oxidación positivo.

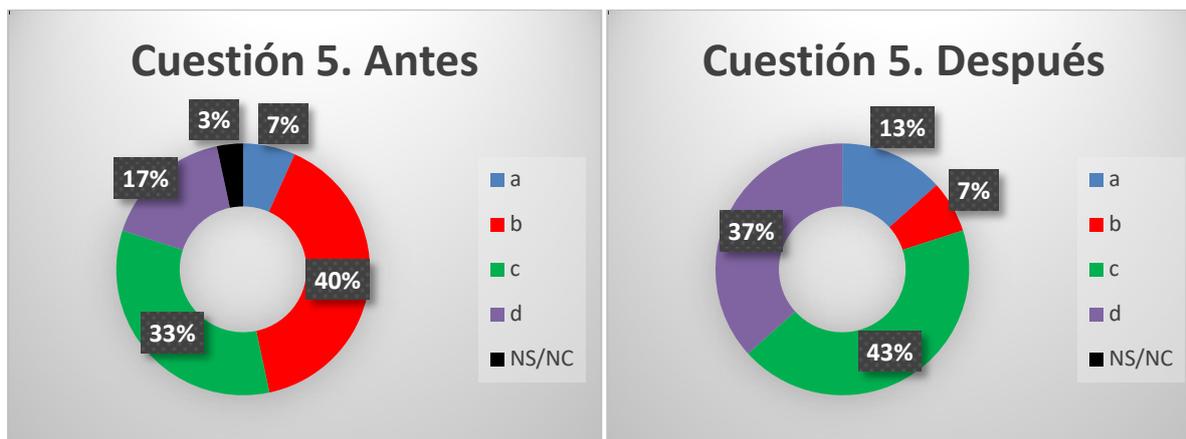


Ilustración 14. Cuestión 5. Antes de la actividad.

Ilustración 15. Cuestión 5. Después de la actividad.

La respuesta correcta (d) se representa con el color morado. Se observa mejoría después de la actividad a pesar de los bajos porcentajes de acierto. De esta cuestión podemos obtener información general de los estudiantes del grupo. Como se puede apreciar en el primer cuestionario, hay mucha variedad de respuestas y la respuesta correcta no es de las más elegidas. Puede afirmarse por estos resultados y por la observación realizada en el aula, que los estudiantes de 3º de la ESO de este grupo tienen un nivel de conocimiento bastante bajo sobre los estados de oxidación de los elementos en general, y les crea mucha confusión el signo del estado de oxidación. De ahí puede venir que muchos de ellos opten de forma errónea por la respuesta a), b) o c).

6. La característica fundamental de un compuesto binario, que nos permite distinguirlo de otros tipos de compuesto, es:

- a) Que posee 2 átomos.
- b) Que está formado por 2 elementos diferentes.
- c) Que puede ser de 2 tipos.
- d) Que contiene oxígeno.

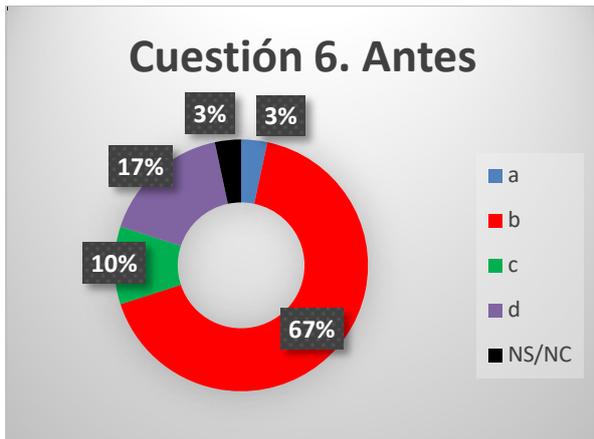


Ilustración 16. Cuestión 6. Antes de la actividad.

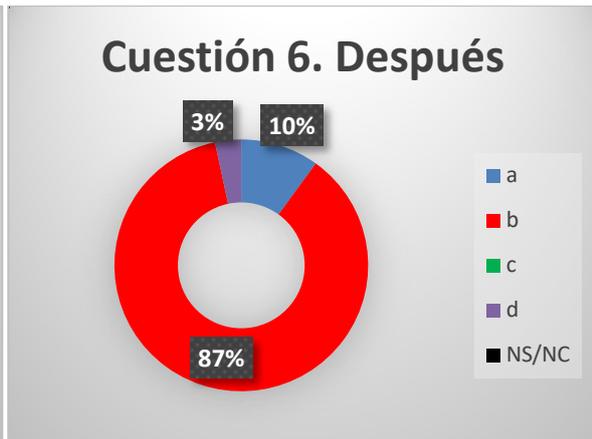


Ilustración 17. Cuestión 6. Después de la actividad.

La respuesta correcta (b) se representa con el color rojo. Se observa una mejoría después de la actividad, ya que en el post-cuestionario aciertan casi todos los estudiantes.

7. Si se tiene un compuesto binario y está formado sólo por oxígeno y otro elemento, entonces es un:

- a) Óxido.
- b) Sal binaria.
- c) Hidruro.
- d) Hidróxido.

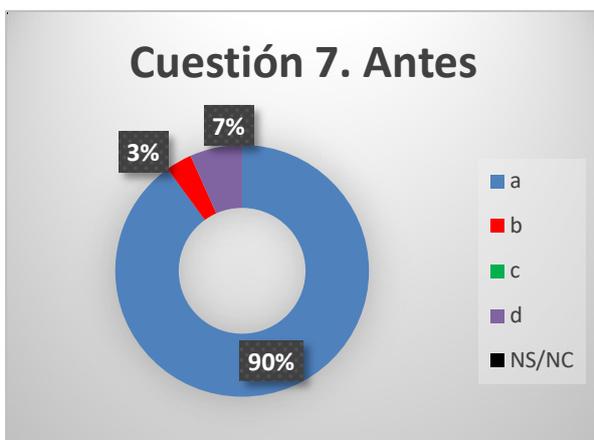


Ilustración 18. Cuestión 7. Antes de la actividad.

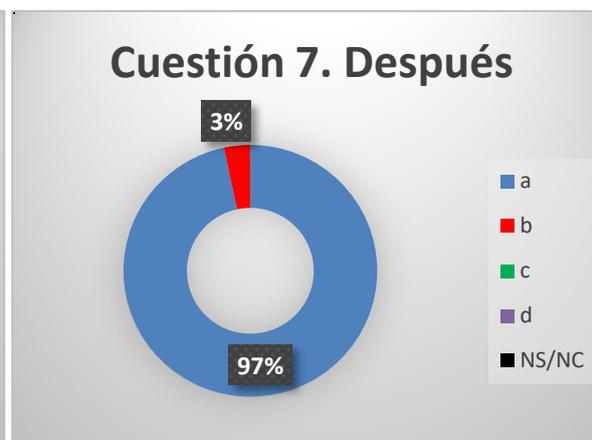


Ilustración 19. Cuestión 7. Después de la actividad.

La respuesta correcta (a) se representa con el color azul. En el primer cuestionario acertaron la gran mayoría de los estudiantes (90%) y después de la actividad solo hubo un estudiante que se equivocó en la respuesta, produciéndose así una leve mejoría.

8. Otro compuesto binario tiene una fórmula CaS . ¿Qué nombre le asignaría la nomenclatura sistemática?

- a) Óxido de calcio.
- b) Hidruro de calcio.
- c) Disulfuro de calcio.
- d) Sulfuro de calcio.

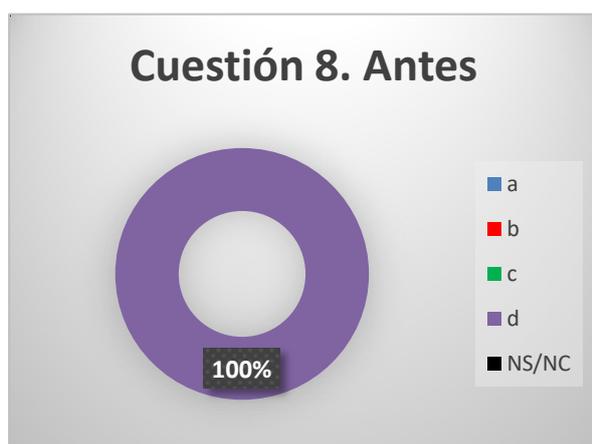


Ilustración 20. Cuestión 8. Antes de la actividad.

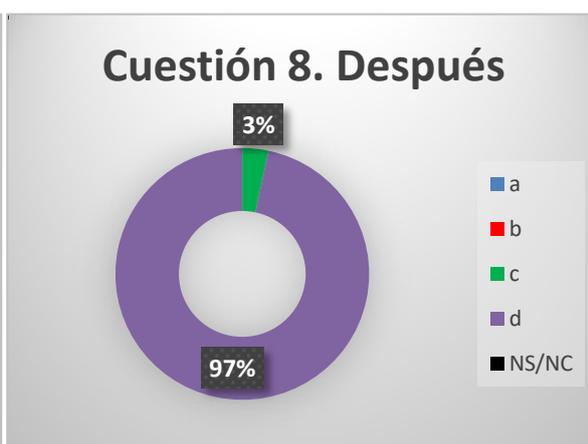


Ilustración 21. Cuestión 8. Después de la actividad.

La respuesta correcta (d) se representa con el color morado. Como se puede apreciar, en el pre-cuestionario el 100% de los estudiantes acertó esta cuestión y en el post-cuestionario hubo un único fallo. Este fallo no es significativo, por lo que se podría asegurar que hay una alta comprensión de la materia tratada en la pregunta.

9. Un compuesto binario se denomina trihidruro de aluminio. ¿Cuál de las siguientes es su fórmula?

- a) Al_3H .
- b) AlH_3 .
- c) Al_3H_3 .
- d) Ninguna de las anteriores.

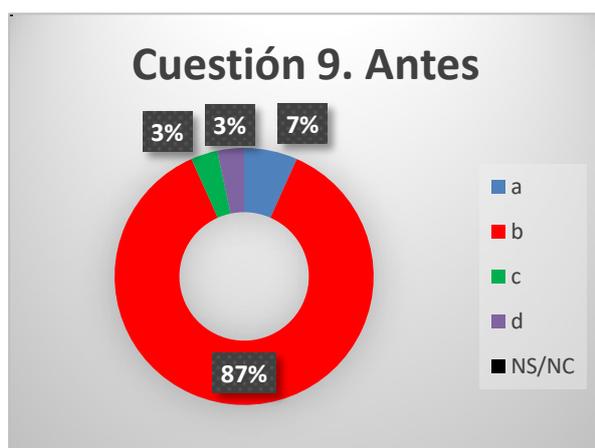


Ilustración 22. Cuestión 9. Antes de la actividad.

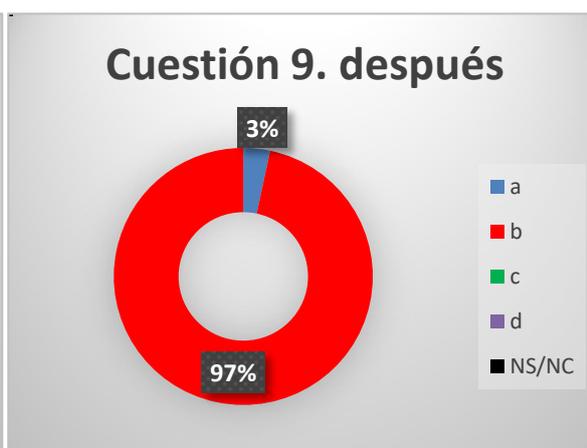


Ilustración 23. Cuestión 9. Después de la actividad.

La respuesta correcta (b) se representa con el color rojo. Se observa claramente la mejoría después de la actividad, ya que el porcentaje de acertantes pasa de un 87% a un 97%, casi el total de los estudiantes en el cuestionario final.

10. Existen distintos tipos de compuestos binarios, según la naturaleza de los elementos que los componen. ¿Qué afirmación NO es correcta?

- a) Un óxido está formado por oxígeno e hidrógeno.
- b) Un hidruro está formado por hidrógeno y otro elemento.
- c) Una sal binaria no contiene hidrógeno ni oxígeno.
- d) Un hidrácido no es un compuesto químico sino una mezcla.

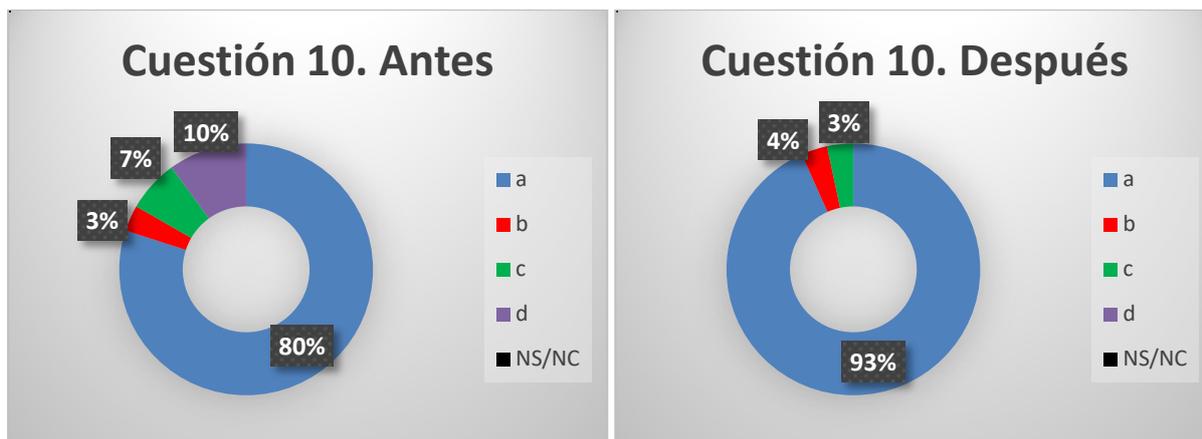


Ilustración 24. Cuestión 10. Antes de la actividad.

Ilustración 25. Cuestión 10. Después de la actividad.

La respuesta correcta (a) se representa con el color azul. En esta cuestión hubo algunos fallos por no leer bien la pregunta, como algunos de los estudiantes evidenciaron después de realizar el último test, ya que marcaron la primera respuesta correcta que vieron. Puede deberse a que no han realizado aún muchos cuestionarios o exámenes tipo test y no están familiarizados con este tipo de preguntas. En cualquier caso en el primer cuestionario hay un porcentaje alto de acierto, y una mejoría notable en el cuestionario final como se puede apreciar en el segundo gráfico.

11. Los compuestos binarios cuyos nombres son dihidruro de berilio y fluoruro de sodio se corresponden, respectivamente, con las fórmulas:

- a) BeH y NaF.
- b) BeH₂ y NaF.
- c) BeH₂ y Na₂F.
- d) BeH y Na₂F.

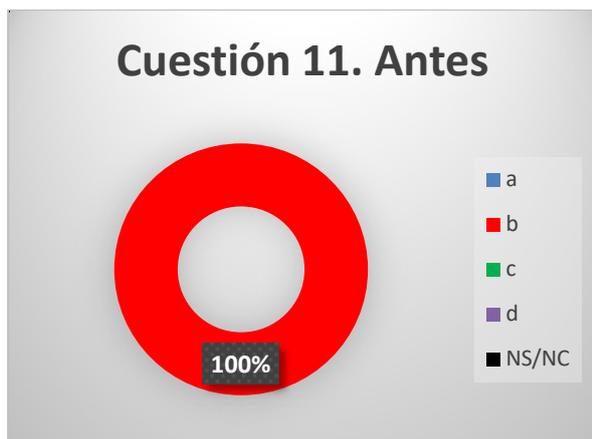


Ilustración 26. Cuestión 11. Antes de la actividad.



Ilustración 27. Cuestión 11. Después de la actividad.

La respuesta correcta (b) se representa con el color rojo. Todos los estudiantes acertaron esta cuestión, tanto en el primer test como en el último. Se puede decir que hay muy buena comprensión por parte de los estudiantes a la hora de formular compuestos a partir de la nomenclatura sistemática.

12. Un compuesto tiene esta fórmula: $Mg(OH)_2$. De acuerdo con esto, podemos afirmar que:

- a) Se llama dióxido de magnesio.
- b) Se llama dihidruro de magnesio.
- c) Es tanto un óxido como un hidruro.
- d) No es compuesto binario.

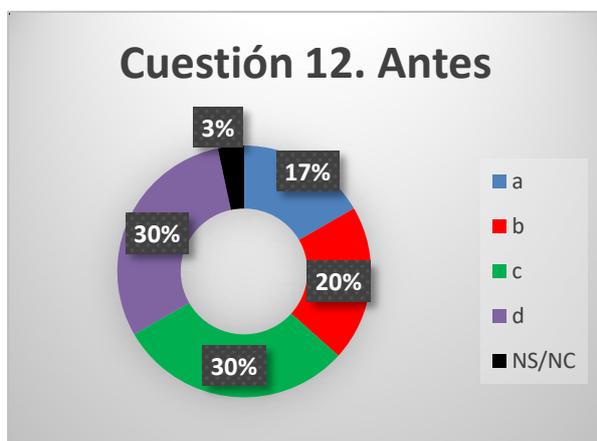


Ilustración 28. Cuestión 12. Antes de la actividad.

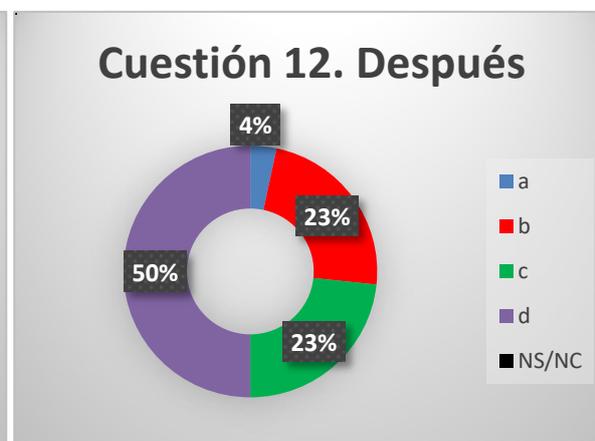


Ilustración 29. Cuestión 12. Después de la actividad.

La respuesta correcta (d) se representa con el color morado. El porcentaje de acierto es bastante bajo y se observa mucha disparidad de respuestas. Puede deberse al poco conocimiento y comprensión que tienen aún en 3º de la ESO, y en este grupo en concreto, sobre los compuestos ternarios, a pesar de haber estudiado los hidróxidos durante el curso. No obstante, en el cuestionario que se realizó después del juego se puede apreciar una mejoría en el porcentaje de aciertos.

13. La característica que define a los compuestos ternarios y los distingue de otros, es:

- a) Que contienen 3 átomos en su fórmula.
- b) Que contienen 3 átomos de oxígeno en su fórmula.
- c) Que contienen 3 tipos de átomos diferentes en su fórmula.
- d) Que hay 3 partes en su fórmula.

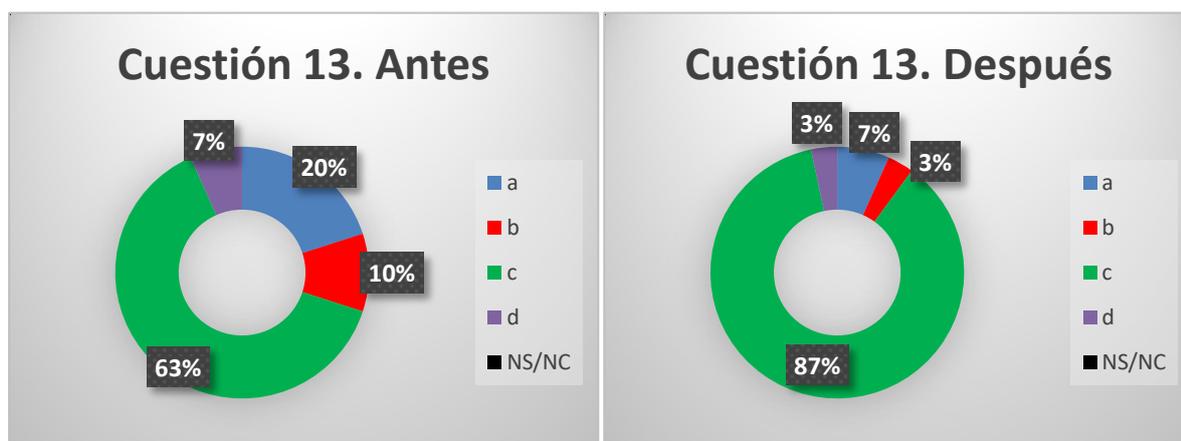


Ilustración 30. Cuestión 13. Antes de la actividad.

Ilustración 31. Cuestión 13. Después de la actividad.

La respuesta correcta (c) se representa con el color verde. En esta cuestión se puede apreciar lo que comentábamos en la cuestión 12, que no hay una clara comprensión de los estudiantes sobre lo que se denomina un compuesto ternario. Como en la cuestión anterior, también hay una mejoría en el porcentaje de aciertos después de la actividad.

14. Un compuesto ternario tiene la fórmula $Fe(OH)_3$. ¿Qué nombre le asignaría la nomenclatura sistemática?

- a) Trihidróxido de hierro.
- b) Hidruro de hierro (III).
- c) Hidróxido de hierro.
- d) Trioxohidrato (I) de hierro.

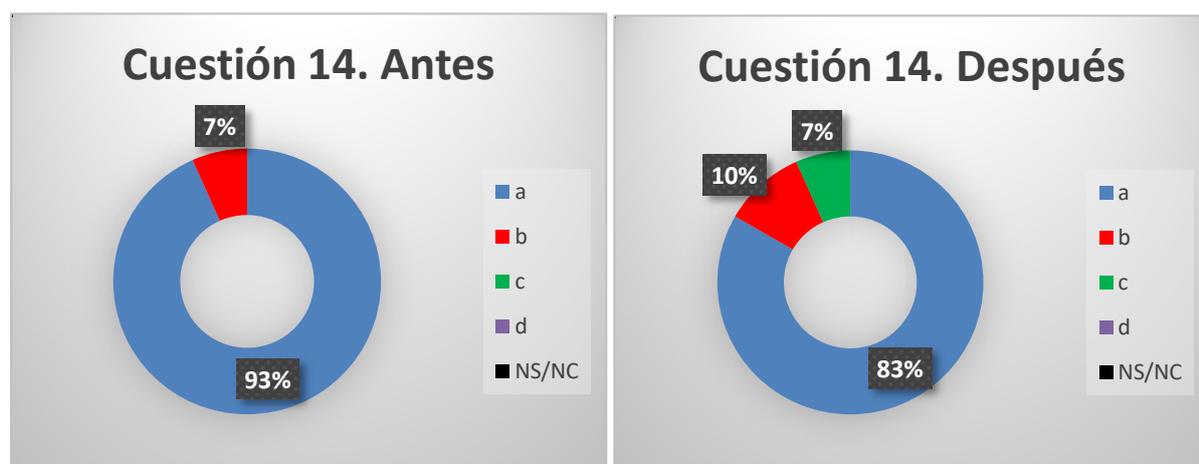


Ilustración 32. Cuestión 14. Antes de la actividad.

Ilustración 33. Cuestión 14. Después de la actividad.

La respuesta correcta (a) se representa con el color azul. Se puede apreciar que en ambos cuestionarios hay un alto porcentaje de acierto, en cambio, este disminuye levemente después de realizar la actividad. Esto puede ser debido a la dificultad que existía en el juego de formar hidróxidos, ya que se necesitan varias cartas de oxígeno e hidrógeno y esto apenas sucedió.

6.3.2. Cuestiones de actitudes.

Se tienen en cuenta en los cuestionarios las siguientes valoraciones:

1: Totalmente en desacuerdo, 2: En desacuerdo, 3: De acuerdo, 4: Totalmente de acuerdo y NS/NC: Sin respuesta.



Ilustración 34. Antes de la actividad.



Ilustración 35. Después de la actividad.

En el primer cuestionario (ilustración 34) más de la mitad de los estudiantes dejan claro con esta valoración que no les resulta entretenido, hasta el momento, aprender la nomenclatura química inorgánica con los métodos tradicionales.

En el último cuestionario (ilustración 35), prácticamente el total de los estudiantes dicen que le ha resultado entretenido el método utilizado para aprender el mismo contenido, lo que demuestra que la actividad llevada a cabo mejora la actitud hacia el aprendizaje de la nomenclatura química.

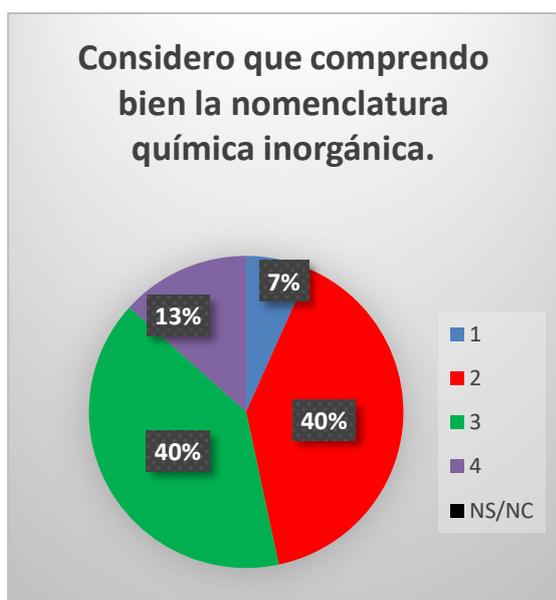


Ilustración 36. Antes de la actividad.

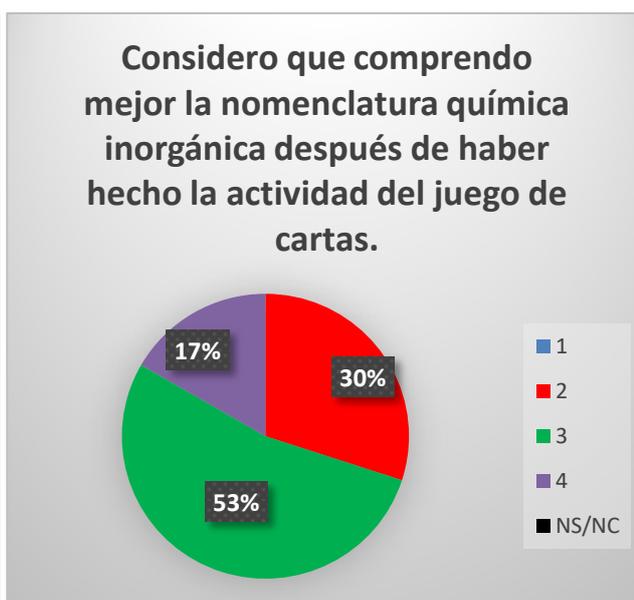


Ilustración 37. Después de la actividad.

En el primer cuestionario (ilustración 36) aproximadamente la mitad (53%) de los estudiantes consideran que comprenden bien la nomenclatura química inorgánica, habiendo un 7% de ellos que está totalmente en desacuerdo con esta afirmación, lo que se puede traducir en que están convencidos de que entienden mal el tema.

En el último cuestionario (ilustración 37), en cambio, no hay un ningún estudiante que tenga esta seguridad de comprender mal el tema, y los estudiantes que consideran que lo comprenden bien pasan a ser el 70%, una mejoría considerable.

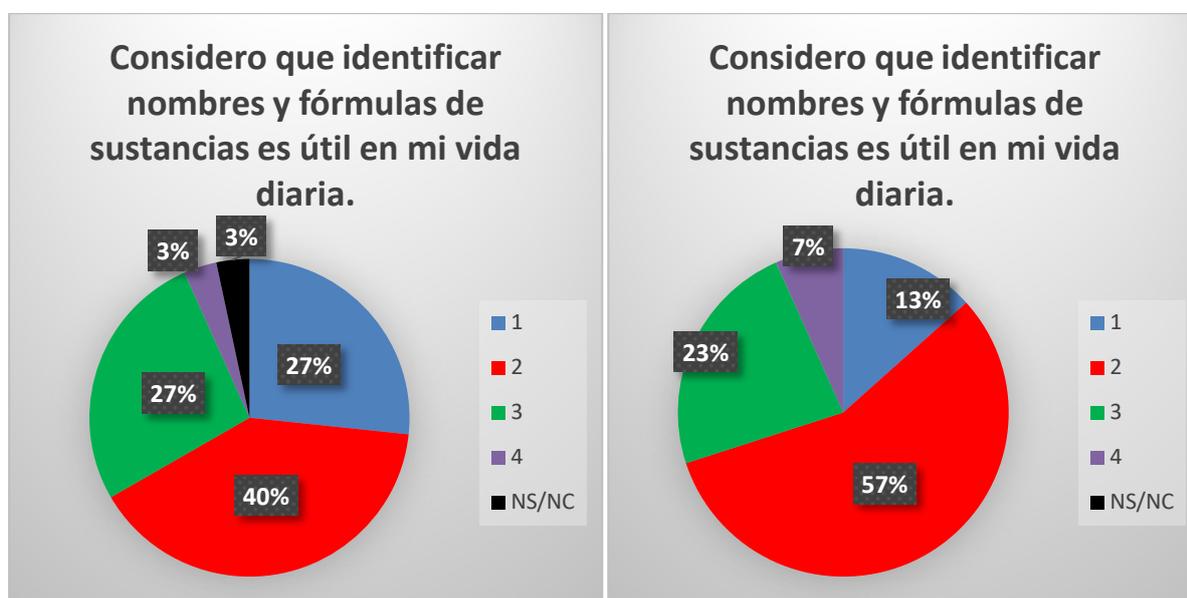


Ilustración 38. Antes de la actividad.

Ilustración 39. Después de la actividad.

Podemos decir que en esta afirmación, que es la misma en el primer (ilustración 38) y en el segundo cuestionario (ilustración 39), es en la que peores resultados se han obtenido. Se puede apreciar en ambos gráficos cómo la mayoría de los estudiantes no creen que sea útil en su vida diaria el identificar nombres y sustancias químicas.

En primer lugar, esto puede ser debido a la forma de enseñar la nomenclatura química inorgánica en el centro educativo, en el que no suelen relacionar los compuestos formados o los elementos con la vida cotidiana.

En segundo lugar, después de realizar la actividad no se produce la mejoría esperada en los estudiantes ya que durante las sesiones asignadas para llevar a cabo la actividad no hubo tiempo suficiente para centrarse en ello, ya que al no tener una base de conocimientos sobre este tema, necesitan más tiempo para asimilarlo. Sí que se repartió a todos los alumnos una ficha (Anexo 5) con relaciones de algunos compuestos con sus aplicaciones o utilidades en la vida, para que ellos mismos en sus casas la leyeran y estudiaran, pero como se puede apreciar en el gráfico y como resultado de la observación durante el juego y después de este, y de la corrección de las fichas de datos del juego (Anexo 2), este proceso de aprendizaje dirigido no se produjo en la gran mayoría de los estudiantes.

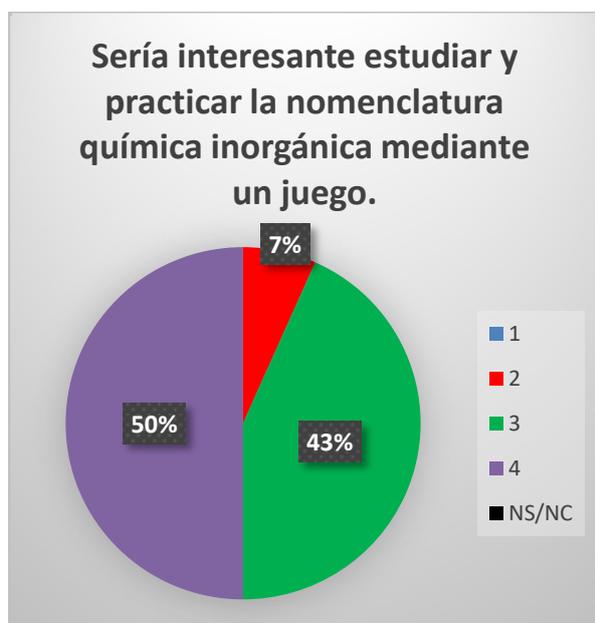


Ilustración 40. Antes de la actividad.

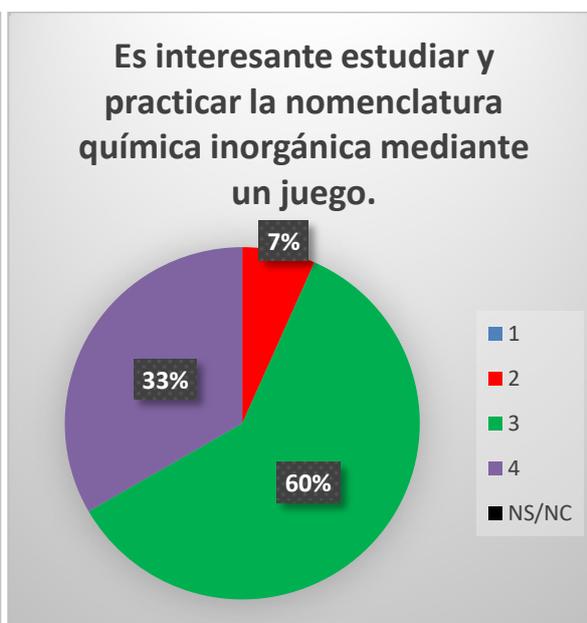


Ilustración 41. Después de la actividad.

Se puede apreciar que la gran mayoría de los estudiantes están de acuerdo con esta afirmación. Antes de realizar la actividad (ilustración 40) había más seguridad por parte de la mayoría de ellos, y después de la actividad (ilustración 41) algo menos. No puede considerarse que este leve cambio sea significativo, es normal que los alumnos y alumnas tengan mayor motivación por hacer un juego antes de conocerlo y ponerlo en práctica. Además, en este caso concreto, necesitaban una serie de conocimientos previos

(fundamentalmente números de oxidación) que no todos llegaron a tener antes de realizar el juego, y esto suponía una limitación a la hora de poder jugar.

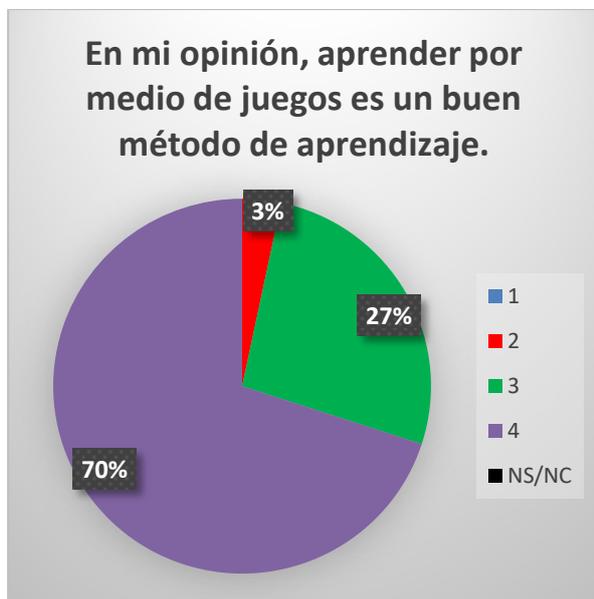


Ilustración 42. Antes de la actividad.

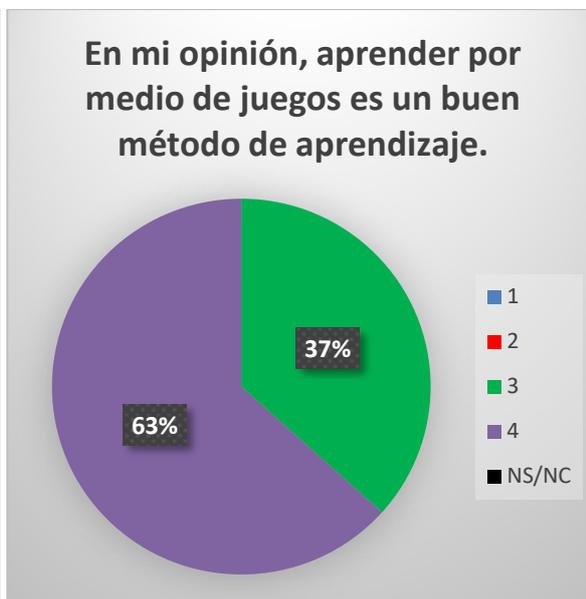


Ilustración 43. Después de la actividad.

Esta misma afirmación antes y después de la actividad da unos resultados muy similares, dejando bastante claro que a la gran mayoría de los estudiantes les gusta aprender mediante juegos. En el cuestionario final ningún estudiante tuvo una opinión en contra de esta afirmación.



Ilustración 44. Después de la actividad.

Como se aprecia claramente en el gráfico, la gran mayoría de los estudiantes opina que sería una buena idea que sus compañeros y compañeras de años posteriores llevaran a cabo la actividad realizada para el aprendizaje de la nomenclatura química inorgánica.

Finalmente se muestran los resultados de la evaluación realizada mediante la observación en el aula durante las sesiones impartidas y de la ficha de datos del juego.

6.4. Evaluación mediante la observación y la ficha de datos.

En las primeras sesiones pudo apreciarse el bajo nivel de conocimientos sobre la nomenclatura química inorgánica y la baja actitud por el aprendizaje de los estudiantes de esa clase en general, exceptuando a dos alumnos que destacaban por encima del resto por su iniciativa al responder las preguntas planteadas sobre el tema y su notable interés por la actividad que se iba a realizar. En concreto, las mayores debilidades en cuanto a conocimientos eran la tabla periódica y los números de oxidación de los elementos. Por esta razón, las primeras sesiones estuvieron principalmente dedicadas a repasar estos conceptos y los relacionados con ellos. Se consiguió captar la atención de los estudiantes y se logró una gran participación de la mayoría de ellos a la hora de explicar la teoría mediante clases magistrales participativas.

En las fichas de datos completadas por los estudiantes durante el juego se pudo observar el bajo nivel de conocimientos que estos tenían sobre los números de oxidación de los elementos, como comentamos anteriormente. También quedaba una clara constancia de la confusión que existía entre el alumnado sobre las cargas de distinto signo de estos números de oxidación. En el apartado sobre la vida cotidiana los resultados fueron bastante negativos, ya que la mayoría de los estudiantes no lo completaron.

La mayoría de los alumnos prestaron atención en todas las sesiones, pero sin lugar a dudas, cuando más interés pusieron fue llevando a cabo el juego de cartas. Al finalizar las sesiones con el grupo, los alumnos y alumnas estaban contentos con las sesiones que se habían impartido y pedían que se hiciese más días el juego. Su actitud hacia el aprendizaje de la nomenclatura química inorgánica subió notablemente.

7. CONCLUSIONES DE LA EXPERIENCIA

- Respecto al grado de consecución de los objetivos:

- Se ha conseguido que el alumnado tenga un mayor conocimiento de la nomenclatura química tras el trabajo realizado en todas las sesiones en las que la actividad se ha desarrollado.
- Se ha conseguido una mejora en la actitud del alumnado hacia el aprendizaje de la nomenclatura química. Los estudiantes mayoritariamente ven la nomenclatura química inorgánica como un tema entretenido. En cambio, como se ha observado en los gráficos de los cuestionarios y en las fichas de datos del juego, no se ha conseguido que aprecien la utilidad de esta en la vida cotidiana.
- Se ha trabajado indirectamente mediante el juego el desarrollo de habilidades sociales y aptitudes en los estudiantes.
- Se ha potenciado la relación entre compañeros trabajando en grupo, y por los resultados de los cuestionarios se aprecia que se ha conseguido llevar a cabo un aprendizaje activo y significativo.

- Teniendo en cuenta el grado de consecución de los objetivos, se plantean las siguientes propuestas de mejora para este proyecto.

- Al llevar a cabo el juego en el aula se observó una clara limitación a la hora de realizar la actividad con soltura y autonomía por parte de los estudiantes, ya que desconocían la gran mayoría de estados de oxidación de los elementos. Por ello sería aconsejable para futuras implementaciones que cada estudiante dispusiera de una tabla periódica con los estados de oxidación de cada elemento, al menos en el curso de 3º de la ESO.
- Otra vía para solucionar la falta de conocimiento por parte de los estudiantes de los estados de oxidación sería modificar las cartas, en las que cada elemento tendría un estado de oxidación concreto y bien indicado.
- Otro cambio que sería productivo es la colocación de los estudiantes emparejados, situándolos uno al lado del otro, en lugar de estar enfrente. A la hora de rellenar la ficha de datos es más cómodo para ellos y hay un mayor y más eficiente trabajo grupal.
- Sin lugar a dudas es necesario aumentar el número de sesiones para llevar a cabo la actividad, realizando como mínimo dos veces el juego con cada grupo. De esta manera se dispondría de más tiempo para mejorar el aprendizaje de la utilidad de la nomenclatura química inorgánica en la vida cotidiana, quizá dándoles la responsabilidad a los estudiantes de buscar ejemplos respecto a este tema e incluso haciéndoles que expongan en clase a todos sus compañeros la información encontrada.

Para finalizar este trabajo, voy a hacer un breve comentario como futuro docente:

La educación no es un juego, y por ello debemos cuidarla y tratar de que el trabajo que llevamos a cabo como profesores tenga un efecto positivo en la sociedad en la que vivimos. Pero, aunque la educación no sea un juego, el juego es una parte muy importante en la educación.

"En el juego, y sólo en él, pueden el niño o el adulto crear y usar toda la personalidad, y el individuo descubre su persona solo cuando se muestra creador" (Winnicott, 1982, p. 51).

8. BIBLIOGRAFÍA

- Atkins, P.W. (1989). *General Chemistry*, 1st ed.; Scientific American Books: New York.
- Artz, A F., y Newman, C. M. (1990). Cooperative learning. *Mathematics Teacher*, 83, 448-449.
- Bará, J., Domingo, J. y Valero, M. (2007). *Técnicas de aprendizaje cooperativo*. Taller de formación en la Universidad Politécnica de Cataluña.
- Brougère, G. (2016). Juego y Educación. *Revista Ludicamente*, Vol. 5, nº. 10.
- Bruner, J., (1972). *El Proceso de educación*, México: Ed. Uteha.
- Caballer Senabre, M. J. y Doménech Marco, C. (1998). El valor del trabajo cooperativo, la gestión del aula en pequeños grupos. *Didáctica de las ciencias experimentales. Alambique*, 17, 93-104.
- Calvo Pascual, M. A. (2014). Using Product Content Labels to Engage Students in Learning Chemical Nomenclature. *Journal of Chemical Education*, vol. 91, nº 5, pp. 757 – 759.
- Castell, J. J. E. (2008). Formulación química inorgánica en educación secundaria (Póquer de química), *Pulso: revista de educación*, 31, 197-217.
- Chaves Solano, Y., *Estudio de algunos compuestos químicos de uso cotidiano*. Recuperado de: <http://campus-oei.org/fpciencia/> el 16 de Junio de 2017.

- Connelly N. G., Hartshorn R.M., Damhus, T. y Hutton, A. T. (2005). *Nomenclature of Inorganic Chemistry IUPAC Recommendations 2005*, International Union of Pure and Applied Chemistry, The Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- EURYDICE (2011). *Science education in Europe*. Bruselas: EACEA.
- Federación de Enseñanza de CC.OO. de Andalucía (2010). Didáctica de la química a través de los juegos. *Revista digital para profesionales de la enseñanza*, 11.
- Franco Mariscal, A. J. y Cano Iglesias, M. J. (2011). Elemental B-O-Ne-S. *Journal of Chemical Education*, 88(11), 1551-1552.
- Garritz, A. (2009). Química verde y reducción de riesgos, *Educ. quím.*, 20 (4), 394-397.
- Gil-Pérez, D., Vilches, A., Edwards, M., Praia, J., Marques, L., y Oliveira, T. (2003). A proposal to enrich teachers' perception of the state of the world. First results. *Environmental Education Research*, 9(1), 67–90.
- INE (2016). *Estadísticas de educación*. Recuperado de: <http://www.ine.es/> el 11 de junio de 2017.
- Johnson, D., y Johnson, R. (1975). *Learning together and alone*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Lee, C. H., Zhu, J. F., Lin, T. L., Ni, C. W., Hong, C. P., Huang, P. H., Chuang, H. L., Lin, S. Y. y Ho, M. L. (2016). Using a Table Tennis Game, “Elemental Knock-Out”, To Increase Students' Familiarity with Chemical Elements, Symbols, and Atomic Numbers. *Journal of Chemical Education*, 93(10), 1744-1748.
- Lind, G. J. (1992). Teaching Inorganic Nomenclature - A Systematic-Approach. *Chem. Educ.* 69, 613–614.

- Marbá-Tallada, A. y Márquez, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 19-30.
- Marques, L., Vilches, A., Gil-Pérez, D., Praia, J. y Thompson, D. (2008). The current planetary crisis: A missing dimension in science education. In U. M. Azeteiro, F. Gonçalves, R. Pereira, M. J. Pereira, W. Leal-Filho, & F. Morgado (Eds.), *Science and environmental education. Towards the integration of science education, experimental science activities and environmental education* (pp. 25–47). Frankfurt: Peter Lang.
- Matute, S., Parra, L. M. M., Di'Bacco, L., Gutiérrez, O. y Tovar, A.M. (2009). El juego computarizado para el aprendizaje de compuestos inorgánicos, *Educere: Revista Venezolana de Educación*, 44, 39-47.
- Mellado Jiménez, V. (1996). Concepciones y prácticas de profesores de ciencias en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 289-302.
- Méndez Coca, D. (2015). Estudio de las motivaciones de los estudiantes de secundaria de física y química y la influencia de las metodologías de enseñanza en su interés. *Educación XXI*, 18(2), 215-235, doi: 10.5944/educXX1.14016
- Mesa, G. y Blanco, M. (2015). Software para la nomenclatura de las sustancias en la especialidad biología-química. *Enl@ce Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 12 (1), 39-56.
- Moncada Cerón J. y Torres Lima H. (2016). La coherencia constructivista como estrategia didáctica para el aprendizaje. *Revista Educación y Desarrollo Social*. 10(2), 50-85. DOI: org/10.18359/reds.11775

- Muñoz Calle, J.M. (2010). Juegos educativos. F y Q formulación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(2), 559-565.
- Palmer, J. y Brosnick, L. (2005). Designing Element T-shirts: Spelling with the Periodic Table. *J. Chem. Educ.*, 82, 517.
- Petrucci, R. H. (1989). *General Chemistry: Principles and Modern Applications*, 5th ed.; Macmillan: New York.
- PISA, (2015). *Informe PISA*. Recuperado de: <http://www.oecd.org/pisa/> el 11 de junio de 2017.
- Posada, J. J. (1993). Jerome Bruner y la educación de adultos. *Boletín Proyecto Principal de Educación en América Latina y el Caribe*, 32, 49-54.
- Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencias*. Madrid: Morata.
- Real Sociedad Española de Química (2016). Resumen de las normas IUPAC 2005 de nomenclatura de química inorgánica para su uso en enseñanza secundaria y recomendaciones didácticas.
- Santisteban Cimarro, A. (1990). El uso de los juegos de simulación en Ciencias Naturales como técnicas de conocimiento del entorno. *Revista Investigación en la Escuela*, 10, 71-75.
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Didáctica de las ciencias experimentales Alambique*, 67, 53-61.
- Stevens, R. J., y Slavin, R. E. (1995). The cooperative elementary school: Effects on students' achievement, attitudes, and social relations. *American Educational Research Journal*, 32, 321-351.

- Torrego, J. C. (coord.), (2011). *Alumnos con altas capacidades y aprendizaje cooperativo: un modelo de respuesta educativa*. Madrid: Fundación SM, D.L.
- Vázquez, B., Jiménez, R. y Mellado, V. (2010). Los obstáculos para el desarrollo profesional de una profesora de enseñanza secundaria en ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 417-432.
- Vilches, A., y Gil-Pérez, D. (2011). Papel de la Química y su enseñanza en la construcción de un futuro sostenible. *Educación Química*, 22(2), 103–116.
- Vilches, A. y Gil-Pérez, D. (2013). Creating a sustainable future: some philosophical and educational considerations for chemistry teaching. *Sci Educ*, 22(7), 1857–1872.
- Winnicott, D.W., (1982). *Realidad y juego*. Editorial Gedisa, Buenos Aires.
- Woelk, C. (2015). How Heavy Are You? Find the Answer in the Periodic Table. *Journal of Chemical Education*, 92 (10), pp 1757–1758.

ANEXO 1

1 H Hidrógeno	1 H Hidrógeno	1 H Hidrógeno

8  Oxígeno	8  Oxígeno	8  Oxígeno
8  Oxígeno	8  Oxígeno	8  Oxígeno
8  Oxígeno	8  Oxígeno	8  Oxígeno
8  Oxígeno	8  Oxígeno	8  Oxígeno

3 Li Litio	3 Li Litio	3 Li Litio
4 Be Berilio	4 Be Berilio	5 B Boro
5 B Boro	6 C Carbono	6 C Carbono
6 C Carbono	6 C Carbono	7 N Nitrógeno

7 N Nitrógeno	7 N Nitrógeno	9 F Flúor
9 F Flúor	11 Na Sodio	11 Na Sodio
11 Na Sodio	11 Na Sodio	12 Mg Magnesio
12 Mg Magnesio	13 Al Aluminio	13 Al Aluminio

14 Si Silicio	14 Si Silicio	15 P Fósforo
15 P Fósforo	16 S Azufre	16 S Azufre
16 S Azufre	16 S Azufre	17 Cl Cloro
17 Cl Cloro	17 Cl Cloro	17 Cl Cloro

17 Cl Cloro	17 Cl Cloro	19 K Potasio
19 K Potasio	19 K Potasio	20 Ca Calcio
20 Ca Calcio	26 Fe Hierro	26 Fe Hierro
29 Cu Cobre	29 Cu Cobre	33 As Arsénico

33 As Arsénico	35 Br Bromo	35 Br Bromo
35 Br Bromo	38 Sr Estroncio	38 Sr Estroncio
47 Ag Plata	47 Ag Plata	50 Sn Estaño
50 Sn Estaño	51 Sb Antimonio	51 Sb Antimonio

53 I Yodo	53 I Yodo	53 I Yodo
79 Au Oro	79 Au Oro	80 Hg Mercurio
80 Hg Mercurio	88 Ra Radio	88 Ra Radio

ANEXO 3

CUESTIONARIO FÍSICA Y QUÍMICA - 3º ESO

Autor: Carlos Márquez Lorenzo / Estudiante del MESOB (*Máster Universitario en Formación de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato*) en la UAM (*Universidad Autónoma de Madrid*)

Estoy llevando a cabo un Proyecto para enseñar la Nomenclatura Química Inorgánica de una forma entretenida en la asignatura de Física y Química. Por ello, quiero pedir tu colaboración y que rellenes este cuestionario, ya que puede ser de gran utilidad para mi proyecto.

El cuestionario es totalmente anónimo.

Muchas gracias y ¡adelante!

-Nomenclatura química inorgánica-

Responde a las siguientes preguntas marcando SOLO UNA de las cuatro respuestas posibles.

1. Un elemento es una sustancia pura, al igual que también lo son los compuestos. ¿En qué se distinguen?

- a) En el tamaño de sus partículas.
- b) En su aspecto, olor, color, propiedades, etc.
- c) Un elemento está formado por átomos iguales.
- d) Un elemento está formado por átomos diferentes.

2. ¿Cuál de las siguientes sustancias NO es un elemento?

- a) Cobre.
- b) Agua.
- c) Mercurio.
- d) Grafito.

3. Los subíndices de una fórmula molecular son unos números muy importantes, pero ¿qué significan en realidad?

- a) Los gramos de cada sustancia en la mezcla.
- b) Los números que identifican cada elemento químico.
- c) El número de átomos de cada elemento en cada molécula de la sustancia.
- d) Las proporciones de cada elemento en la Naturaleza.

4. Un compuesto que está formado por cloro y cobalto, de forma que por cada átomo de cobalto hay dos átomos de cloro, tiene una fórmula:

- a) Co_2Cl
- b) CoC_2
- c) CoCl_2
- d) COCl_2

5. ¿Cuál de estas afirmaciones es cierta en relación con los números de oxidación de los elementos habituales?

- a) Los metales alcalinos actúan siempre con estado de oxidación -1.
- b) El oxígeno siempre tiene estado de oxidación +2.
- c) El hidrógeno siempre tiene estado de oxidación +1.
- d) Los metales siempre actúan con estado de oxidación positivo.

6. La característica fundamental de un compuesto binario, que nos permite distinguirlo de otros tipos de compuesto, es:

- a) Que posee 2 átomos.
- b) Que está formado por 2 elementos diferentes.
- c) Que puede ser de 2 tipos.
- d) Que contiene oxígeno.

7. Si se tiene un compuesto binario y está formado sólo por oxígeno y otro elemento, entonces es un:

- a) Óxido.
- b) Sal binaria.
- c) Hidruro.
- d) Hidróxido.

8. Otro compuesto binario tiene una fórmula CaS . ¿Qué nombre le asignaría la nomenclatura sistemática?

- a) Óxido de calcio.
- b) Hidruro de calcio.
- c) Disulfuro de calcio.
- d) Sulfuro de calcio.

9. Un compuesto binario se denomina trihidruro de aluminio. ¿Cuál de las siguientes es su fórmula?

- a) Al_3H .
- b) AlH_3 .
- c) Al_3H_3 .
- d) Ninguna de las anteriores.

10. Existen distintos tipos de compuestos binarios, según la naturaleza de los elementos que los componen. ¿Qué afirmación NO es correcta?

- a) Un óxido está formado por oxígeno e hidrógeno.
- b) Un hidruro está formado por hidrógeno y otro elemento.
- c) Una sal binaria no contiene hidrógeno ni oxígeno.
- d) Un hidrácido no es un compuesto químico sino una mezcla.

11. Los compuestos binarios cuyos nombres son dihidruro de berilio y fluoruro de sodio se corresponden, respectivamente, con las fórmulas:

- a) BeH y NaF.
- b) BeH₂ y NaF.
- c) BeH₂ y Na₂F.
- d) BeH y Na₂F.

12. Un compuesto tiene esta fórmula: Mg(OH)₂. De acuerdo con esto, podemos afirmar que:

- a) Se llama dióxido de magnesio.
- b) Se llama dihidruro de magnesio.
- c) Es tanto un óxido como un hidruro.
- d) No es compuesto binario.

13. La característica que define a los compuestos ternarios y los distingue de otros, es:

- a) Que contienen 3 átomos en su fórmula.
- b) Que contienen 3 átomos de oxígeno en su fórmula.
- c) Que contienen 3 tipos de átomos diferentes en su fórmula.
- d) Que hay 3 partes en su fórmula.

14. Un compuesto ternario tiene la fórmula Fe(OH)₃. ¿Qué nombre le asignaría la nomenclatura sistemática?

- a) Trihidróxido de hierro.
- b) Hidruro de hierro (III).
- c) Hidróxido de hierro.
- d) Trioxohidrato (I) de hierro.

Por último, rellena el siguiente ejercicio marcando con una X el recuadro que más se corresponda.

Es muy importante que seas totalmente sincero/a, ¡muchas gracias!

15. ¿Qué valoración darías a cada una de las siguientes afirmaciones?

1: Totalmente en desacuerdo.

2: En desacuerdo.

3: De acuerdo.

4: Totalmente de acuerdo.

	1	2	3	4
Me resulta entretenido aprender la nomenclatura química inorgánica.				
Considero que comprendo bien la nomenclatura química inorgánica.				
Considero que identificar nombres y fórmulas de sustancias es útil en mi vida diaria.				
Sería interesante estudiar y practicar la nomenclatura química inorgánica mediante un juego.				
En mi opinión, aprender por medio de juegos es un buen método de aprendizaje.				

Observaciones:

ANEXO 4

CUESTIONARIO FÍSICA Y QUÍMICA - 3º ESO

Autor: Carlos Márquez Lorenzo / Estudiante del MESOB (*Máster Universitario en Formación de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato*) en la UAM (*Universidad Autónoma de Madrid*)

Alumno/a:

-Nomenclatura química inorgánica-

Responde a las siguientes preguntas marcando SOLO UNA de las cuatro respuestas posibles.

1. Un elemento es una sustancia pura, al igual que también lo son los compuestos. ¿En qué se distinguen?

- a) En el tamaño de sus partículas.
- b) En su aspecto, olor, color, propiedades, etc.
- c) Un elemento está formado por átomos iguales.
- d) Un elemento está formado por átomos diferentes.

2. ¿Cuál de las siguientes sustancias NO es un elemento?

- a) Cobre.
- b) Agua.
- c) Mercurio.
- d) Grafito.

3. Los subíndices de una fórmula molecular son unos números muy importantes, pero ¿qué significan en realidad?

- a) Los gramos de cada sustancia en la mezcla.
- b) Los números que identifican cada elemento químico.
- c) El número de átomos de cada elemento en cada molécula de la sustancia.
- d) Las proporciones de cada elemento en la Naturaleza.

4. Un compuesto que está formado por cloro y cobalto, de forma que por cada átomo de cobalto hay dos átomos de cloro, tiene una fórmula:

- a) Co_2Cl
- b) CoC_2
- c) CoCl_2
- d) COCl_2

5. ¿Cuál de estas afirmaciones es cierta en relación con los números de oxidación de los elementos habituales?

- a) Los metales alcalinos actúan siempre con estado de oxidación -1.
- b) El oxígeno siempre tiene estado de oxidación +2.
- c) El hidrógeno siempre tiene estado de oxidación +1.
- d) Los metales siempre actúan con estado de oxidación positivo.

6. La característica fundamental de un compuesto binario, que nos permite distinguirlo de otros tipos de compuestos, es:

- a) Que posee 2 átomos.
- b) Que está formado por 2 elementos diferentes.
- c) Que puede ser de 2 tipos.
- d) Que contiene oxígeno.

7. Si se tiene un compuesto binario y está formado sólo por oxígeno y otro elemento, entonces es un:

- a) Óxido.
- b) Sal binaria.
- c) Hidruro.
- d) Hidróxido.

8. Otro compuesto binario tiene una fórmula CaS. ¿Qué nombre le asignaría la nomenclatura sistemática?

- a) Óxido de calcio.
- b) Hidruro de calcio.
- c) Disulfuro de calcio.
- d) Sulfuro de calcio.

9. Un compuesto binario se denomina trihidruro de aluminio. ¿Cuál de las siguientes es su fórmula?

- a) Al_3H .
- b) AlH_3 .
- c) Al_3H_3 .
- d) Ninguna de las anteriores.

10. Existen distintos tipos de compuestos binarios, según la naturaleza de los elementos que los componen. ¿Qué afirmación NO es correcta?

- a) Un óxido está formado por oxígeno e hidrógeno.
- b) Un hidruro está formado por hidrógeno y otro elemento.
- c) Una sal binaria no contiene hidrógeno ni oxígeno.
- d) Un hidrácido no es un compuesto químico sino una mezcla.

11. Los compuestos binarios cuyos nombres son dihidruro de berilio y fluoruro de sodio se corresponden, respectivamente, con las fórmulas:

- a) BeH y NaF .
- b) BeH_2 y NaF .
- c) BeH_2 y Na_2F .
- d) BeH y Na_2F .

12. Un compuesto tiene esta fórmula: $\text{Mg}(\text{OH})_2$. De acuerdo con esto, podemos afirmar que:

- a) Se llama dióxido de magnesio.
- b) Se llama dihidruro de magnesio.
- c) Es tanto un óxido como un hidruro.
- d) No es compuesto binario.

13. La característica que define a los compuestos ternarios y los distingue de otros, es:

- a) Que contienen 3 átomos en su fórmula.
- b) Que contienen 3 átomos de oxígeno en su fórmula.
- c) Que contienen 3 tipos de átomos diferentes en su fórmula.
- d) Que hay 3 partes en su fórmula.

14. Un compuesto ternario tiene la fórmula $\text{Fe}(\text{OH})_3$. ¿Qué nombre le asignaría la nomenclatura sistemática?

- a) Trihidróxido de hierro.
- b) Hidruro de hierro (III).
- c) Hidróxido de hierro.
- d) Trioxohidrato (I) de hierro.

Por último, rellena el siguiente ejercicio marcando con una X el recuadro que más se corresponda.

Es muy importante que seas totalmente sincero/a, ¡muchas gracias!

15. ¿Qué valoración darías a cada una de las siguientes afirmaciones?

1: Totalmente en desacuerdo.

2: En desacuerdo.

3: De acuerdo.

4: Totalmente de acuerdo.

	1	2	3	4
Me ha resultado más entretenido aprender la nomenclatura química inorgánica mediante el juego de cartas que con los métodos vistos anteriormente.				
Considero que comprendo mejor la nomenclatura química inorgánica después de haber hecho la actividad del juego de cartas.				
Considero que identificar nombres y fórmulas de sustancias es útil en mi vida diaria.				
Es interesante estudiar y practicar la nomenclatura química inorgánica mediante un juego.				
En mi opinión, aprender por medio de juegos es un buen método de aprendizaje.				
Recomendaría este método a compañeros/as de años posteriores.				

Observaciones:

ANEXO 5

Nombre común	Compuesto responsable de su actividad	Fórmula química del compuesto activo	Para qué se utiliza
Sal común	Cloruro de sodio	NaCl	Sazonador.
Cal viva	Óxido de calcio	CaO	Producción de cal apagada.
Antiácido	Hidróxido de magnesio	Mg(OH) ₂	Antiácido.
Amoniaco	Amoniaco	NH ₃	Desinfectante.
Antiácido	Hidróxido de aluminio	Al(OH) ₃	Antiácido.
Hielo seco	Dióxido de carbono	CO ₂	Extinguidor de fuego.
Sosa cáustica	Hidróxido de sodio	NaOH	Fabricación de jabón.
Cal apagada	Hidróxido de calcio	Ca(OH) ₂	Neutralizar terrenos ácidos.
Mármol (piedra caliza)	Carbonato de calcio	CaCO ₃	En la industria del cemento, antiácido, prevenir diarrea.
Agua	Agua pura	H ₂ O	Beber, lavar.
Cuarzo	Óxido de silicio (IV)	SiO ₂	Arena para construcción.
Ácido clorhídrico	Cloruro de hidrógeno	HCl	Limpiador de metales.
Potasa cáustica	Hidróxido de potasio	KOH	Desatascar tuberías.
Anestésico	Óxido de dinitrógeno	N ₂ O	Anestésico.
Herrumbre	Óxido de hierro (III)	Fe ₂ O ₃	Polvo.

Tabla adaptada de Chaves Solano, <http://campus-oei.org/fpciencia/art14.htm>