

Experiencia didáctica innovadora en clase de Química sobre la tabla periódica

María Amparo Sánchez Soler¹, Óscar Raúl Lozano Lucia²

^{1,2} Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universidad de Valencia (España).

Innovative didactic experience in Chemistry class on the periodic table

Informações do Artigo

Recebido: 19/11/2020

Aceito: 19/12/2020

Palavras chave:

tabela periódica; descobridores de elementos químicos; experiência de ensino inovadora; sala de fuga

Key words:

periodic table; discoverers of chemical elements; innovative teaching experience; escape room

E-mail: mamsanso@alumni.uv.es

ABSTRACT

This work focuses on the study of the periodic table through the use of an innovative didactic experience and on making some of the discoverers of the chemical elements visible. This is because the students tend to memorize the concepts and not to reason them. The students show difficulties in their study probably because they try to solve them by means of preconceived ideas. Thus, in order to improve knowledge about the periodic table and make visible some of the scientists who have discovered chemical elements that form it, an escape room has been used based on the fact that it is an innovative and ludic teaching methodology. To evaluate the learning of the students, the work compares the knowledge they have on the subject of the periodic table and the discoverers before and after carrying out the didactic experience.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la tabla periódica es una de las herramientas esenciales en muchas disciplinas científicas y en todos los niveles educativos. Si nos centramos en la Educación Secundaria, se puede observar que los estudiantes suelen presentar una carencia de comprensión en las propiedades periódicas por las que se pueden diferenciar los elementos químicos (COKELEZ; DUMON, 2005; GARCÍA-CARMONA, 2006) debido a diversos motivos que veremos más adelante.

Por otro lado, aunque los estudiantes saben quién ha sido el creador de la tabla periódica, muchos desconocen cómo y quiénes descubrieron los elementos químicos. Así pues, en este trabajo, para mejorar los conocimientos sobre la tabla periódica y visibilizar algunos de los científicos que han descubierto elementos químicos que la forman, se ha hecho uso de un *escape room* partiendo de que es una metodología de enseñanza innovadora, lúdica e inclusiva en la que

se pretende que el alumnado se sienta protagonista del proceso de aprendizaje y del resultado obtenido.

PROPÓSITO DE LA INVESTIGACIÓN

Hipótesis y su fundamentación

El estudio realizado está dirigido a explorar el aprendizaje del estudiante mediante el uso de metodologías innovadoras como instrumentos educativos en la clase de química. Como nueva estrategia didáctica se ha utilizado un *escape room* diseñado para reforzar los conceptos aprendidos mediante una metodología clásica sobre la tabla periódica y la formulación y para visibilizar a científicos que descubrieron elementos de la tabla periódica.

Para dar respuestas a las ideas de investigación de las que partimos, ya mencionadas, nos formulamos las siguientes hipótesis:

- Los estudiantes suelen tener problemas en la unidad sobre la tabla periódica. Reforzando los métodos clásicos de enseñanza y con la ayuda de una metodología innovadora como el *escape room* se pueden mejorar los conocimientos adquiridos.
- Partiendo de que existe un desconocimiento generalizado sobre los científicos y más concretamente, de los logros y descubrimientos realizados por mujeres científicas, éste mejora al visibilizarlas e inculcarlas mediante el uso de metodologías innovadoras como el *escape room*.

MARCO TEÓRICO

La tabla periódica y la formulación

La tabla periódica se puede utilizar en diversas disciplinas científicas y en todos los niveles educativos, por lo que saber cómo funciona permite hacer predicciones de las propiedades de los elementos químicos. Por ello, existen numerosos estudios que se centran en las dificultades que muestran los estudiantes para aprender y comprender los conceptos que se trabajan en este tema (BEN-ZVI; GENUT, 1998; FRANCO-MARISCAL; OLIVA-MARTÍNEZ, 2013; FRANCO-MARISCAL et al., 2016a).

Como se ha mencionado, los estudiantes de Secundaria suelen tener un déficit de comprensión de las propiedades periódicas por las que se pueden diferenciar los elementos químicos (COKELEZ; DUMON, 2005; GARCÍA-CARMONA, 2006) y esto puede ser debido a que los estudiantes no se encuentran motivados con el tema, no tienen los conceptos previos bien asentados y muestran dificultades en la comprensión de magnitudes (TOMÁS-SERRANO, 2012). Por todo ello, para solventar estas dificultades, existen estudios más actuales donde se propone que los escolares aprendan y entiendan adecuadamente los aspectos estructurales de la tabla periódica

partiendo de un conocimiento previo mediante el uso de juegos como rompecabezas o juegos de cartas (FRANCO-MARISCAL et al., 2012; JOAG, 2014); juegos como el bingo, mediante el cual los alumnos pueden comprender mejor la configuración electrónica de los elementos, cómo varía el radio atómico, los estados de oxidación y demás características propias de los elementos químicos (FRANCO-MARISCAL et al., 2010). Existen incluso, estudios que utilizan métodos innovadores como son las Enseñanzas Basadas en la Indagación (ABI) en el que se fomenta el espíritu investigador de los estudiantes y donde son ellos mismos los que encuentren la relación de los elementos químicos, sus propiedades y en cómo clasificarlos en la tabla periódica (DOMÈNECH-CASAL, 2019).

Aunque estas investigaciones se centran en el estudio de las propiedades de la tabla periódica y en las dificultades de comprensión que puede encontrar el alumnado sobre ello, también hay trabajos en los que se presenta la tabla periódica como un apoyo para la nomenclatura y formulación (FRANCO-MARISCAL; OLIVA-MARTÍNEZ, 2013; OLIVARES-CAMPILLO, 2014), que es otra de las dificultades a las que pueden enfrentarse los estudiantes de Secundaria y que se arrastra hasta estudios universitarios (GÓMEZ-MOLINÉ et al., 2008).

Las mujeres en la ciencia

No todos los elementos químicos que se muestran en la tabla periódica tienen la misma historia o importancia, al igual que tampoco se le ha dado la misma importancia si el científico era hombre o mujer y esto es porque, desde principio de la historia de la humanidad hasta el día de hoy, existe una ideología androcentrista, que ha hecho que las mujeres fueran excluidas de los lugares de poder y del saber. De hecho, no fue hasta mediados del siglo XIX cuando las mujeres fueron accediendo a instituciones para poder ser equiparadas en el saber con respecto a los hombres, encontrando todavía dificultades para poder alcanzar el sueño de ser científicas.

A principios del siglo XX las mujeres empezaron a participar en actividades docentes e investigadoras y se comenzó a reconocer su trabajo, como fue el caso de Maria Salomea Skłodowska-Curie (1867 - 1934), primera mujer en recibir dos premios Nobel. Estos fenómenos avivaron el estudio de los átomos y de la tabla periódica por parte de las mujeres y hubo más mujeres que descubrieron elementos de la tabla periódica como Berta Karlik que descubrió el astato, Lise Meitner el protactinio, Ida Noddack el renio y Marguerite Perey el francio. Sin embargo, ellas no tuvieron la misma suerte que Marie Curie, aunque algunas fueron nominadas a premio Nobel, no se le otorgó o, en cambio, fueron sus compañeros los que obtuvieron el premio sin ser reconocida la participación de la mujer en el trabajo. Esto mismo le sucedió a Rosalind Franklin, Mme. Wu, Jocelyn Bell Burnell y más (TIGGELEN; LYKKNES, 2019), cuyos descubrimientos corresponden a otras disciplinas científicas.

Es importante analizar por qué las mujeres no suelen ir a carreras de ciencias y es que, los libros de texto, que siguen siendo un pilar fundamental para la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, no muestran la realidad y no evolucionan al ritmo que evoluciona la sociedad hoy en

día. La imagen que se transmite en los manuales, y da igual la asignatura o el curso educativo (LLORENT-BEDMAR; PALMA, 2014; NAVAJAS, 2014; RODRÍGUEZ-IZQUIERDO, 1998; TERRÓN-CARO; COBANO-DELGADO, 2008), es aun androcentrista y sexista. Por ejemplo, mientras que la figura de la mujer suele aparecer asignada al matrimonio, con un rol de esposa, el estado civil de los hombres se desconoce y, por tanto, su rol social (SÁNCHEZ-BELLO, 2002). Asimismo, es habitual ver imágenes de las mujeres realizando actividades denominadas “femeninas” como enfermera, peluquera, azafata, etc. mientras que los hombres se muestran en un entorno laboral o realizando oficios “masculinos” como el de camionero, futbolista, científico, etc. (LLORENT-BEDMAR; PALMA, 2014), por lo que se desvirtúa la imagen de la mujer en la ciencia y condiciona a que las alumnas no prosperen en sus estudios científicos.

Dado que la visibilización de la mujer en el sistema educativo es lenta, hay que buscar alternativas para dar una visión más igualitaria a los estudiantes y sensibilizarlos de la existencia de la mujer en todos los ámbitos. En el presente trabajo, se quiere visibilizar a la mujer que existe en el ámbito científico y no se ve reflejada en los manuales educativos y, puesto que hay escasez de bibliografías de mujeres científicas ni de las descubridoras de varios elementos químicos, en lo que respecta al trabajo que se presenta aquí, se ha querido visibilizar a las descubridoras de elementos químicos mediante una metodología innovadora y sensibilizar a los alumnos de que las mujeres también existen en la ciencia y que la ciencia no es cosa sólo de hombres.

METODOLOGÍA

Diseño experimental de la investigación

En el presente trabajo se utilizaron dos metodologías: la tradicional para explicar la parte teórica, como qué es el sistema periódico y sus propiedades, la clasificación de los elementos, la nomenclatura y formulación de las sustancias químicas, y otra metodología innovadora, que es en la que se centra este trabajo y que tiene como fin visibilizar a las mujeres científicas y reforzar conocimientos relacionados con la tabla periódica. El argumento principal del *escape room*, así como los diferentes retos y enigmas a resolver, se encuentran adjuntos en el anexo 1.

Para verificar o refutar las hipótesis planteadas, se ha utilizado una actividad investigadora de carácter exploratorio, que presenta un diseño *transversal*, ya que nos limitamos a un intervalo de tiempo concreto; *descriptivo*, esto es porque se describe el comportamiento de los participantes sin influir sobre ellos y de aspecto *prospectivo*, porque los resultados que se obtienen se recogen según ocurren.

Muestra de estudiantes

El grupo experimental estaba compuesto por un total de 39 estudiantes de Física y Química de 3º ESO de un instituto público en la provincia de Valencia (España). Las edades de los estudiantes

oscilaban entre 14 y 15 años de los cuales, un total de 56.4% de los participantes eran mujeres y 43.6% hombres. Estaban matriculados en el curso de física y química como asignatura obligatoria en el penúltimo año de Educación Secundaria Obligatoria, durante el curso 2019 - 2020.

El perfil de los estudiantes era similar en cuanto al rendimiento académico en las asignaturas de ciencias y actitudes hacia el estudio y la enseñanza del capítulo al que pertenece la tabla periódica fue impartida por el mismo profesor.

Recogida y análisis de datos

Como herramienta y técnica para recopilar información se realizó un mismo cuestionario antes y después de la unidad, con el fin de recopilar datos cuantitativos (Anexo 2). Con este cuestionario se pretendía evaluar el conocimiento de los estudiantes antes de empezar la enseñanza de la unidad (pre - test), como prueba inicial para determinar el nivel y después de terminar la unidad y realizar la actividad propuesta en este trabajo (post - test) con el fin de observar el progreso y el nivel de conocimiento final.

El cuestionario utilizado, en gran parte, fue validado por estudios anteriores (FRANCO-MARISCAL et al., 2016a; HOFFMAN; HENNESSY, 2018; JOAG, 2014; SOLBES et al., 2007) y, algunas de las preguntas fueron adaptadas. Consistió en 10 preguntas que podían dividirse en tres áreas de aprendizaje: conocimiento sobre la tabla periódica y los elementos químicos (preguntas de la 1 a la 5), sobre formulación (pregunta 6) y, finalmente, la parte de ciencia y género (preguntas de la 7 a la 10).

Las respuestas de los estudiantes en ambas pruebas, se evaluaron mediante un sistema dividido en tres niveles: inapropiado o en blanco, parcialmente apropiado y apropiado, los cuales se cuantificaron con 0, 1 y 2 puntos, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Conocimiento general de la tabla periódica

La primera pregunta del cuestionario hace referencia a diferentes ítems de cómo se disponen los elementos en la tabla periódica, así pues, se pretende contrastar el conocimiento que tienen los alumnos sobre ello (Tabla 1). Si bien, los resultados muestran una ligera mejoría de conocimiento, aproximadamente del 33%, tras finalizar el capítulo correspondiente, sigue habiendo alumnos que todavía no tienen asentados los conocimientos en toda su totalidad, alrededor del 25,6% del que, solamente un 5,13% tienen los conocimientos inapropiados, que es una tasa mucho menor que la obtenida en el pre - test.

Tabla 1. Ítem 1: Resultados obtenidos por los alumnos sobre la disposición de los elementos en la tabla periódica en porcentaje.

Resultado	Pre - test (%)	Post - test (%)
Apropiado	41,03	74,36
Parcialmente apropiado	28,21	20,51
En blanco o inapropiado	30,77	5,13

En el segundo ítem se les pregunta cómo varía el radio de los átomos en la tabla periódica. Como se puede observar en la Tabla 2, al realizar el pre - test, los alumnos partían de un desconocimiento total sobre dicha propiedad, en cambio, en el post - test los resultados aumentan considerablemente de manera muy satisfactoria, obteniendo un 84,6% de respuestas apropiadas. Si bien, la respuesta completa debía ser que aumenta hacia abajo en un mismo grupo y disminuye yendo hacia la derecha en un mismo periodo, hay un 13,3% de respuestas parcialmente apropiadas porque los alumnos comentaban solamente una de las posibilidades, es decir, solamente respondían si aumentaba hacia abajo o disminuía hacia la derecha.

Tabla 2. Ítem 2: Resultados obtenidos por los alumnos sobre cómo varía el radio de los elementos químicos en la tabla periódica en porcentaje.

Resultado	Pre - test (%)	Post - test (%)
Apropiado	0,00	84,62
Parcialmente apropiado	2,56	13,30
En blanco o inapropiado	97,44	2,08

Con la tercera pregunta del cuestionario, se pretende saber el conocimiento que tienen sobre la estructura de la tabla periódica. En este caso la respuesta solamente es nombrar los cuatro bloques en los que se divide la tabla periódica (*s, p, d, f*) y, como se ve en la Tabla 3, un 76,05% de los alumnos mejoran en este conocimiento, ya que, en un inicio, el conocimiento sobre ello era nulo. No obstante, cabe señalar que parte del alumnado, menos del 18%, muestra confusión en este ítem, ya que, en lugar de responder los bloques correspondientes, hacen referencia a los nombres de las familias o grupos que se pueden encontrar en la tabla periódica, es decir, responden alcalinos, alcalinotérreos, carbonoides, nitrogenoides, halógenos, etc.

Tabla 3. Ítem 3: Resultados obtenidos por los alumnos sobre el conocimiento que tienen respecto a la estructura de la tabla periódica en porcentaje.

Resultado	Pre - test (%)	Post - test (%)
Apropiado	0,00	76,05
Parcialmente apropiado	15,38	6,00
En blanco o inapropiado	84,62	17,95

En cuanto al cuarto ítem (Tabla 4), se quiere saber el conocimiento que tienen los alumnos respecto a los símbolos y nombres de los elementos químicos y también, respecto a su clasificación

en metálicos o no metálicos. En este caso, las respuestas del pre - test nos dicen que los alumnos no diferencian en elementos y moléculas o compuestos, ya que algunas de las respuestas eran, por ejemplo, O₂, H₂O y, pocos de ellos sabían qué elemento correspondía a qué símbolo y si era un metal o no metal. En cambio, en las respuestas del post - test los resultados cambiaron a obtener casi un 100% de respuestas apropiadas, por lo que se refleja que los alumnos aprendieron la relación de elementos y símbolos y saber clasificarlos en metales o no metales.

Tabla 4. Ítem 4: Resultados obtenidos por los alumnos sobre el conocimiento que tienen respecto a la relación de símbolos y nombres de los elementos químicos en porcentaje.

Resultado	Pre - test (%)	Post - test (%)
Apropiado	2,56	97,44
Parcialmente apropiado	23,08	2,56
En blanco o inapropiado	74,36	0,00

La última cuestión de este bloque pretendía averiguar qué características conocían los alumnos sobre los gases nobles, como, por ejemplo, que son gases inertes, es decir, que no reaccionan y que todos poseen 8 electrones en su última capa, salvo el helio que tiene dos electrones, pero que aun así tiene completa su capa. Como se observa en la Tabla 5, el 97,44% de los alumnos mejoró el conocimiento obtenido sobre los gases nobles, ya que todos ellos respondieron adecuadamente la pregunta realizada. Solamente alrededor del 3% respondió parcialmente a la pregunta, poniendo solamente una de las dos características comentadas anteriormente.

Tabla 5. Ítem 5: Resultados obtenidos por los alumnos sobre el conocimiento que tienen respecto a las características de los gases nobles en porcentaje.

Resultado	Pre - test (%)	Post - test (%)
Apropiado	0,00%	97,44%
Parcialmente apropiado	2,56%	2,56%
En blanco o inapropiado	97,44%	0,00%

Por tanto, podemos concluir que, en relación al bloque del conocimiento sobre la tabla periódica, los alumnos han mejorado considerablemente en todos los aspectos. Si bien, en la primera pregunta los alumnos partían con un ligero conocimiento y la diferencia de adquisición de conocimientos puede no reflejarse tan abruptamente como en los demás casos, en general, en todo el bloque, hay una mejoría de un 77,3% sobre el conocimiento de la tabla periódica en todos los alumnos evaluados.

Nomenclatura y formulación

Este bloque se estudió mediante el ítem 6. Con ello pretendíamos saber cuánto saben los alumnos sobre formulación y nomenclatura. La pregunta consta de un cuadro en el que los alumnos partían de dos elementos y tenían que rellenar los huecos que correspondían a los estados de oxidación que utilizaban cada elemento para formar la sustancia correspondiente, que en algunos casos se indicaba, completando de esta forma la tabla con la fórmula molecular y/o el nombre de la sustancia que se forma. Si bien en el pre - test los alumnos solamente conocían algún nombre de la sustancia y fórmula molecular, los resultados del post - test demuestran una ligera mejoría en los resultados, como se observa en la Tabla 6. No obstante, cabe señalar que la mejoría fue en lo que respecta a la nomenclatura y formulación, respecto a indicar con qué estado de oxidación actúa cada elemento en dicha fórmula, los alumnos siguen mostrando ciertas dificultades en su entendimiento, ya que relacionan el mismo subíndice con el estado de oxidación de ese elemento y no con el del otro. Pero aun así, el 41,03% de los alumnos respondieron de forma apropiada a esta cuestión planteada, lo que indica que han aumentado los conocimientos de los alumnos respecto a la nomenclatura y formulación.

Tabla 6. Ítem 6: Resultados obtenidos por los alumnos sobre el conocimiento que tienen respecto a la nomenclatura y formulación en porcentaje.

Resultado	Pre - test (%)	Post - test (%)
Apropiado	5,13	41,03
Parcialmente apropiado	28,21	41,03
En blanco o inapropiado	66,67	17,95

En todos los ítems propuestos en ambos bloques ya explicados, conocimiento de la tabla periódica y nomenclatura y formulación, se ha observado una mejoría en los resultados obtenidos por los estudiantes. Sin embargo, estos no muestran diferencias significativas cuando han sido tratados estadísticamente mediante el uso de RStudio, ya que el valor resultante de p-valor es no significativo (p -valor = 1).

Ciencia y género

Este bloque, consta de cuatro preguntas y están relacionadas con la cuestión de género y el desconocimiento de los alumnos de Secundaria en la contribución de las científicas en la ciencia, bloque relacionado con la actividad realizada del *escape room*.

La pregunta 7 y la 10 fueron evaluadas conjuntamente, ya que ambas cuestiones hacen alusión al conocimiento de mujeres científicas. Mientras que la primera se refiere a las que existen en el ámbito de la Física y la Química, la segunda está vinculada con las mujeres de otros ámbitos científicos. Como se observa en la Tabla 7, los resultados antes de realizar la actividad (pre - test) eran los supuestos en la hipótesis inicial. El 79% de los alumnos hizo referencia a la mujer galardonada con dos premios Nobel, Marie Curie, un 8% de los alumnos señalaron también el

nombre de otras científicas como el de Hipatia de Alejandría, Hedy Lamarr y Rosalind Franklin y el 13% de los alumnos no conocía a ninguna mujer científica. Pero, los resultados cambiaron considerablemente tras realizar la actividad presentada en este trabajo. Aunque Marie Curie seguía siendo la más nombrada por la mayoría de los estudiantes y también volvieron a nombrar a Hipatia de Alejandría, Hedy Lamarr y Rosalind Franklin, aparecieron respuestas con otros nombres de mujeres científicas de todos los ámbitos científicos. Se encontraron los nombres trabajados en la actividad: Marie Curie, Ida Noddack, Lise Meitner, Berta Karlik y Marguerite Perey, pero también el de otras como, por ejemplo, Vera Rubin, Caroline Herschel, Jane Goodall, Nettie Stevens, Amanda Jones, etc. aumentando así el porcentaje total de mujeres científicas conocidas por los alumnos.

Esto indica que, aunque solamente en la actividad se trabajaron las mujeres relacionadas con la tabla periódica, los alumnos investigaron por su cuenta y aumentaron más si cabe el conocimiento sobre las mujeres científicas.

Tabla 7. Ítems 7 y 10. Conocimiento de mujeres científicas conocidas en porcentaje.

Mujeres científicas	Pre - test (%)	Post - test (%)
Marie Curie	79,00	40,00
Otras	8,00	57,00
NS/NC	13,00	3,00

En la pregunta 8 se pretendía saber qué elementos de la tabla periódica conocían los alumnos que habían sido descubiertos por alguna mujer. Como era de suponer, los alumnos conocían los elementos descubiertos por Marie Curie. Aunque no todos nombraron en un principio los dos elementos que descubrió, sino que el más nombrado y conocido por los alumnos es el radio, como se observa en la Tabla 8.

Tras realizar la actividad propuesta, el conocimiento sobre los elementos descubiertos por mujeres científicas mejoró. Como se observa, el 100% de los alumnos conocían los dos elementos descubiertos por Marie Curie. Además, como se ve en la tabla en otros, casi la totalidad de la clase nombró correctamente todos los elementos trabajados en el *escape room* vinculándolos con su respectiva científica y descubridora. No hubo ningún alumno que dijo no conocer ningún elemento descubierto por mujeres.

Tabla 8. Ítem 8: Conocimiento de elementos químicos de la tabla periódica descubiertos por mujeres científicas en porcentaje.

Elementos	Pre - test (%)	Post - test (%)
Polonio	51,28	100,00
Radio	76,92	100,00
Otros	0,00	85,00
Ninguno	23,07	0,00

Por último, se quiso saber cuáles son las razones de por qué no se conocen mujeres científicas. Las respuestas se observan en la Tabla 9. Antes de realizar la actividad propuesta las

respuestas fueron más diversas. Un 10% de los alumnos dieron una razón obvia y es que no se enseñan, el 23% contestó que no se conocen y un 13% que las mujeres no podían estudiar. Sin embargo, un total del 54% de los estudiantes dieron otras razones que no estaban en el cuestionario y todas estas respuestas se pueden englobar con la palabra “machismo”, algunas de estas frases fueron “*por el machismo de la época*”, “*porque el mundo es muy machista*”, “*porque la sociedad es muy machista*”, “*porque nuestra sociedad es muy machista y antes no se aceptaba que las mujeres tuvieran sus propios conocimientos, entonces no hay suficientes experimentos realizados y patentados por ellas*”, “*porque se valoraban más los hombres y no tenían tanta importancia las mujeres*”, “*machismo*”, y otras frases llamativas que se pueden encontrar son “*porque anteriormente había superioridad en los hombres*”, “*porque los maridos se quedaban con los logros de las mujeres*”, “*porque antes no se daba ninguna importancia a las mujeres*”.

Por el contrario, tras realizar el *escape room*, el 62% de los alumnos contestó que no conocen mujeres científicas porque no se enseñan y el 33% restante volvían a hacer referencia al machismo que existe en la sociedad y que antiguamente éste era mayor.

Tabla 9. Ítem 10. Razones de desconocimiento de mujeres científicas en porcentaje.

Respuestas	Pre - test (%)	Post - test (%)
No se enseñan	10	62
No se conocen	20	0
No sirven	3	0
No podían estudiar	13	5
Otras razones	54	33

Como anteriormente se ha mencionado, al realizar los tratamientos estadísticos adecuados, tampoco hay diferencias significativas en sus respuestas. No obstante, se ha visto también, una mejoría en los resultados respecto al bloque correspondiente a ciencia y género.

Tras realizar la actividad innovadora que se ha propuesto en este trabajo para inculcar a los alumnos la existencia de las mujeres científicas, de forma voluntaria, los estudiantes han hecho sus propias investigaciones aparte, para aumentar su conocimiento sobre las científicas, ya que muchas de las que mencionaron en el post - test, no se trabajaron en el *escape room*. Por tanto, parece claro que en los libros de texto, como se ha comentado durante el trabajo, no aparecen mujeres científicas y por ello, los alumnos carecen de este conocimiento. Así pues, si no se les alfabetiza de alguna manera sobre este aspecto, los alumnos seguirán ignorando los progresos realizados por las mujeres científicas, ya que éstas no tienen la suficiente visibilidad, a no ser que se les motive e incite a hacerlo y, se puede decir, que la realización de un *escape room* puede ayudar a ello.

CONCLUSIONES

Con la realización de este trabajo se ha pretendido profundizar en los conocimientos sobre la tabla periódica, nomenclatura y formulación y sobretodo, en que los alumnos tengan conciencia de que existen mujeres científicas, aunque no se muestren en los libros de texto, y que han participado y realizado avances científicos importantes para la sociedad y para la ciencia.

Se puede concluir a partir de los resultados que en todos los bloques ha habido una mejoría. Si bien en el conocimiento sobre la tabla periódica aumentó alrededor de un 77% y en nomenclatura y formulación, aproximadamente un 36%, en el bloque de la cuestión de género, aunque es difícil de cuantificar, se puede decir que los alumnos conocen ahora más mujeres científicas y los logros que se han conseguido gracias a ellas, que antes de empezar el capítulo dedicado a ello.

Por tanto, el *escape room* realizado para visibilizar a la mujer científica y en el que se quería que los alumnos fueran partícipes de su aprendizaje y que aprendieran a trabajar en equipo para conseguir un objetivo final, parece que ha tenido el efecto deseado. Se puede observar que se ha despertado la curiosidad por el saber y aprender de los alumnos y se les ha alfabetizado en lo que respecta a uno de los temas principales de la actividad, visibilizar e inculcar a los alumnos la existencia de la mujer en la ciencia. Han realizado la actividad y en el post - test parece evidente que conocen a las mujeres que aparecían en la actividad y las saben relacionar con el elemento que descubrieron. Además, fuera de la actividad y por motivación de los propios estudiantes, ampliaron conocimientos realizando una búsqueda a posteriori.

Así pues y para finalizar, se puede considerar que el uso de metodologías innovadoras como el *escape room* parece adecuado para poder implementarlas en clase como alternativa complementaria a la metodología clásica. Con el uso de este tipo de dinámicas, se puede ampliar el conocimiento del alumnado respecto a temas que son interesantes y beneficiosos para ellos en

Enlace a los anexos: <https://cutt.ly/ESCAPEROOMTABLAPERIODICA>

múltiples aspectos. Por ejemplo, se aumenta la cultura de los alumnos, los conocimientos y la sociabilización entre ellos, se puede aumentar la motivación y curiosidad y que ellos mismos aprendan a aprender. Pueden ser capaces de buscar y aportar más respuestas y, por tanto, mejorar la enseñanza y su propio aprendizaje.

REFERENCIAS

BEN-ZVI, N.; GENUT, S. Uses and limitations of scientific models: the Periodic Table as an inductive tool. **International Journal of Science Education**, v. 20, 351-360, 1998.

COKELEZ, A.; DUMON, A. Atom and molecule: Upper secondary school French students' representations in long-term memory. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 6, n. 3, p. 119-135, 2005.

CHERIF, A. A.; ADAMS, G. E.; CANNON, C. E. Nonconventional methods in teaching matter, atoms, molecules & the periodic table for nonmajor students. **The American Biology Teacher**, v. 59, n. 7, p. 428-438, 1997.

DOMÈNECH-CASAL, J. Retorno a Karlsruhe: una experiencia de investigación con la Tabla Periódica para aprender la estructura y propiedades de los elementos químicos. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 6, n. 1, p. 1201, 2019.

FRANCO-MARISCAL, A.-J.; OLIVA-MARTÍNEZ, J.-M. Evolución en el alumnado de la idea de elemento químico a lo largo del bachillerato. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 10, n. 3, p. 353-376, 2013.

FRANCO-MARISCAL, A.-J.; OLIVA-MARTÍNEZ, J. M.; BERNAL-MÁRQUEZ, S. An Educational Card Game for Learning Families of Chemical Elements. **Journal of Chemical Education**, v. 89, n. 8, p. 1044-1046, 2012.

FRANCO-MARISCAL, A.-J.; OLIVA-MARTÍNEZ, J. M.; GIL, M. L. A. Understanding the Idea of Chemical Elements and Their Periodic Classification in Spanish Students Aged 16–18 Years. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 14, n. 5, p. 885-906, 2016a.

FRANCO-MARISCAL, A.-J.; OLIVA, J., LÓPEZ, A.; ESPAÑA, E. A game-based approach to learning the idea of chemical elements and their periodic classification. **Journal of chemical education**, v. 93, n. 7, p. 1173-1190, 2016b.

FRANCO-MARISCAL, A.-J.; TOMÁS-SERRANO, A.; JARA-CANO, V.; ORTÍZ-TUDELA, F. J. El bingo como recurso didáctico en el aula de secundaria. **Educación Química**, v. 21, n. 1, p. 78-84, 2010.

GARCÍA-CARMONA, A. La estructura electrónica de los átomos en la Escuela Secundaria: un estudio de los niveles de comprensión. **Educación Química**, v. 17, n. 4, p. 414-423, 2006.

GÓMEZ-MOLINÉ, M.; MORALES, M. L.; REYES-SÁNCHEZ, L. B. Obstáculos detectados en el aprendizaje de la nomenclatura química. **Educación Química**, v. 19, n.3, p. 201-206, 2008.

HAMODI, C. ¿Transmiten los libros de texto el valor De la igualdad desde la perspectiva de género? estudio del lenguaje icónico de dos editoriales. **REIRE: Revista d' Innovació i Recerca en Educació**, v. 7, n. 1, p. 30-55, 2014.

HOFFMAN, A.; HENNESSY, M. The People Periodic Table: A Framework for Engaging Introductory Chemistry Students. **Journal of Chemical Education**, v. 95, n. 2, p. 281-285, 2018.

JOAG, S. D. An Effective Method of Introducing the Periodic Table as a Crossword Puzzle at the High School Level. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 6, p. 864-867, 2014.

LLORENT-BEDMAR, V.; PALMA, V. C.-D. La mujer en los libros de texto de bachillerato en España. **Cadernos de pesquisa**, v. 44, n. 151, p. 156-175, 2014.

NAVAJAS, A. L. Análisis de la ausencia de las mujeres en los manuales de la ESO. **Revista de educación**, n. 363, p. 282-308, 2014.

OLIVARES-CAMPILLO, S. ¿Formulación química? Nomenclatura química. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 11, n. 3, p. 416-425, 2014.

RODRÍGUEZ-IZQUIERDO, R. La imagen y el papel de la mujer en los libros de texto escolares en España. **EA, Escuela Abierta: revista de Investigación Educativa**, v. 1, n. 1, p. 257-266, 1998.

SÁNCHEZ-BELLO, A. El androcentrismo científico: el obstáculo para la igualdad de género en la escuela actual. **Educación**, n. 29, p. 91-102, 2002.

SOLBES, J.; MONTSERRAT, R.; FURIÓ, C. El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. **Didáctica de las ciencias experimentales y sociales**, n.21, p. 91-117, 2007.

TERRÓN-CARO, M. T.; COBANO-DELGADO, V. El papel de la mujer en las ilustraciones de los libros de texto de Educación Primaria. **Foro de Educación**, v. 10, n. 6, p. 385-400, 2008.

TIGGELEN, B. V.; LYKKNES, A. Celebrate the women behind the periodic table. **Nature**, v. 565, n. 7741, p. 559-561, 2019.

TOMÁS-SERRANO, A. Ningún Pollo Asado Sabe Bien. Frases para recordar... la tabla periódica. **Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales**, n. 72, p. 99-104, 2012.

RESUMO

Este trabalho se concentra no estudo da tabela periódica através do uso de uma experiência didática inovadora e em tornar visíveis alguns dos descobridores dos elementos químicos. Isso ocorre porque os alunos tendem a memorizar os conceitos e não a raciocinar, motivo pelo qual os alunos apresentam dificuldades em seus estudos que tentam resolvê-los por meio de idéias preconcebidas. Assim, para melhorar o conhecimento sobre a tabela periódica e tornar visíveis alguns dos cientistas que descobriram elementos químicos que a formam, uma sala de fuga foi usada com base no fato de ser uma metodologia de ensino inovadora. Para avaliar a aprendizagem dos alunos, o trabalho compara o conhecimento que eles têm sobre o assunto da tabela periódica e os descobridores antes e depois de realizar a experiência didática.

RESUMEN

Este trabajo se centra en el estudio de la tabla periódica mediante el uso de una experiencia didáctica innovadora y en visibilizar algunos de los descubridores de los elementos químicos. Esto es porque los alumnos tienden a memorizar los conceptos y no a razonarlos, por lo que los estudiantes muestran dificultades en su estudio que intentan solventarlas mediante ideas preconcebidas. Así pues, para mejorar los conocimientos sobre la tabla periódica y visibilizar algunos de los científicos que han descubierto elementos químicos que la forman, se ha hecho uso de un *escape room* partiendo de que es una metodología de enseñanza innovadora. Para evaluar el aprendizaje de los alumnos, en el trabajo se comparan los conocimientos que tienen sobre el tema de la tabla periódica y descubridores antes y después de realizar la experiencia didáctica.