

Química en contexto: Función de los elementos químicos y dónde podemos encontrarlos

Carlos Cano Pérez

Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria y Bachillerato Especialidad Física y Química



MÁSTERES
DE LA UAM
2018 - 2019

Facultad de Educación y
Formación del Profesorado



MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO EN
EDUCACIÓN SECUNDARIA Y BACHILLERATO

TÍTULO:

**QUÍMICA EN CONTEXTO: FUNCIÓN DE LOS ELEMENTOS
QUÍMICOS Y DÓNDE PODEMOS ENCONTRARLOS.**

AUTOR: CARLOS CANO PÉREZ

TUTOR: JOSÉ BERNARDO ÁLVAREZ MARTÍN

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO: 2018/2019

RESUMEN

En este proyecto educativo se hizo un estudio sobre la eficacia de la implementación de una metodología que sustituyó a la típica clase magistral. El objetivo que se persiguió fue contextualizar los elementos químicos de la Tabla Periódica para los cursos de 2º ESO y 3º ESO. No obstante, también se aprovechó la oportunidad para hacer un análisis con los estudiantes de 4º ESO con el fin de conocer qué concepción tenían de la ciencia y si finalizarán la etapa de secundaria con conocimientos mínimos sobre la aplicabilidad de los elementos químicos. Para ello, se hizo una consulta bibliográfica sobre la situación actual de la enseñanza de la química y a partir de ella se diseñó este proyecto. Se estudiaron las características del centro y el currículo actual del BOCM. Posteriormente, a los estudiantes se les pasó un cuestionario inicial que me ayudó a perfilar el diseño metodológico. Una vez aplicada la propuesta de innovación educativa, se evaluó al alumnado y a partir de los resultados obtenidos, se redactaron las conclusiones que englobaron los puntos clave a resaltar tras haberse aplicado este proyecto en el centro educativo.

Palabras clave: química en contexto, Tabla Periódica, ESO, ciencia en la vida cotidiana.

ABSTRACT

In this educational project, a study was made on the effectiveness of the implementation of a methodology which replaced the typical master class. The objective was to contextualize the chemical elements of the Periodic Table for the 2nd ESO and 3rd ESO courses. Nevertheless, the opportunity was also taken to make an analysis with the students of 4th ESO in order to know what conception they had of science and if they will finish the secondary stage with minimum knowledge about the applicability of the chemical elements. To this end, a bibliographic consultation was carried out on the current situation of chemistry teaching and this project was designed on the basis of this. The characteristics of the centre and the current curriculum of the BOCM were studied. Subsequently, the students were given an initial questionnaire that helped me to outline the methodological design. Once the proposal for educational innovation had been applied, the students were evaluated and, based on the results obtained, conclusions were drawn which included the key points to be highlighted after this project had been applied in the educational centre.

Keywords: chemistry in context, Periodic Table, ESO, science in everyday life.

Contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	5
2.	ANÁLISIS DEL CONTEXTO EDUCATIVO	10
2.1.	CURRÍCULO DE FÍSICA Y QUÍMICA: BOCM Y EDITORIAL <i>EDELVIVES</i>	10
2.2.	CONTEXTO SOCIAL, CENTRO EDUCATIVO Y DPTO. DE FÍSICA Y QUÍMICA	11
3.	INICIO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVO	13
3.1.	MUESTRA SELECCIONADA	13
3.2.	CUESTIONARIO INICIAL	14
3.3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL CUESTIONARIO	15
3.3.1.	2º ESO, 3º ESO Y 4º ESO: PRECONCEPTOS EN QUÍMICA Y GUSTO POR LAS CIENCIAS.	15
3.3.2.	2º ESO, 3º ESO: ORIENTACIÓN PARA LA PROPUESTA DE INNOVACIÓN	21
3.3.3.	2º ESO, 3º ESO: DIBUJOS Y LECTURA DEL ARTÍCULO SOBRE LA QUÍMICA	25
3.4.	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA A RESOLVER	27
4.	PROPUESTA DE INNOVACIÓN CONTEXTUALIZADA	28
4.1.	OBJETIVOS PROPUESTOS	28
4.1.1.	OBJETIVOS GENERALES	28
4.1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
4.2.	CONTENIDOS UTILIZADOS EN ESTE PROYECTO.....	29
4.3.	METODOLOGÍA	30
4.4.	TEMPORALIZACIÓN.....	30
5.	EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA	40
5.1.	EVALUACIÓN FINAL	41
5.2.	RESULTADOS Y ANÁLISIS Y COMPARATIVA ENTRE CURSOS.....	41
6.	CONCLUSIONES.....	56

7. ANEXOS

7.1. ANEXO I: EVOLUCIÓN DE LA TASA DE ABANDONO ESCOLAR PREMATURO. COMPARACIÓN ENTRE ESPAÑA Y EUROPA.

7.2. ANEXO II: CURRÍCULUM DEL BOCM Y DE LA EDITORIAL *EDELVIVES*

7.3. ANEXO III: FOTOGRAFÍA DEL CENTRO EDUCATIVO

7.4. ANEXO IV: ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DEL CENTRO

7.5. ANEXO V: MAPAS DE MEJORADA DEL CAMPO

7.6. ANEXO VI: TASA DE MIGRACIÓN DE MEJORADA DEL CAMPO

7.7. ANEXO VII: RENTA BRUTA MEDIA DE MEJORADA DEL CAMPO

7.8. ANEXO VIII: OPINIÓN DE DIVERSOS AUTORES RESPECTO A LA IMPORTANCIA DE LA PARTICIPACIÓN DE LAS FAMILIAS EN LAS ESCUELAS

7.9. ANEXO IX: CUESTIONARIO INICIAL

7.10. ANEXO X: INFORME UNESCO 2017

7.11. ANEXO XI: DIAPOSITIVAS UTILIZADAS PARA EL DESARROLLO DE ESTA PROPUESTA DIDÁCTICA

7.12. ANEXO XII: HORARIO DE 2º D Y 3º E PARA LA ASIGNATURA DE F/Q

7.13. ANEXO XIII: LABORATORIO DE QUÍMICA DEL IES LOS OLIVOS

7.14. ANEXO XIV: JERARQUÍA DE LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS POR LA TAXONOMÍA DE BLOOM

7.15. ANEXO XV: CARTAS DEL JUEGO DEL “MEMORY” UTILIZADAS EN LA ÚLTIMA SESIÓN DEL LABORATORIO

7.16. ANEXO XVI: EVALUACIÓN FINAL REALIZADA A LOS ESTUDIANTES DE 2º ESO, 3º ESO Y 4º ESO

7.17. ANEXO XVII: PIRÁMIDE DEL RECUERDO BASADA EN LOS ESTUDIOS DE EDGAR DALE

7.18. ANEXO XVIII: ACTIVIDAD FINAL. VÍDEO DE CIENCIABIT

8. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

1. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de la asignatura de Física y Química para muchos estudiantes pertenecientes tanto a la etapa de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) como a la etapa Post-obligatoria de Bachillerato, se encuentra obstaculizado en un número elevado de casos debido a la dificultad que manifiestan algunas de sus unidades didácticas por no reflejar en sus contenidos ningún aspecto de la vida cotidiana. En concreto, todo lo relacionado con el mundo microscópico (modelos atómicos, sistema periódico, enlace químico, fuerzas intermoleculares, formulación...) son temas completamente desconocidos para los estudiantes, lo que propicia en numerosos casos su incompreensión y por consiguiente su rechazo (Nakamatsu, 2012). Los alumnos para hacer frente a esta problemática suelen tender al recurso memorístico en el que la comprensión de los conceptos explicados en el aula tiende a ser prácticamente nula al no encontrarse el contenido contextualizado a hechos corrientes a los que nuestros adolescentes se encuentran acostumbrados. Este hecho origina que no se adquiera un aprendizaje significativo (Castillo et al., 2013). Actualmente se sabe que la observación, experimentación y la estimulación de los sentidos con diferentes objetos son unas vías idóneas para que el aprendizaje sea consolidado. El enunciado aquí escrito corresponde con la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget (enmarcada dentro de las teorías constructivistas del aprendizaje). Dicha teoría puntualiza que debe acontecer un proceso de asimilación a partir de la información que obtiene el sujeto cuando este interactúe con los objetos que le rodea. Posteriormente, una vez que la persona ya no conciba como extraña la nueva información, acontecerá un proceso de acomodación en sus estructuras cognitivas (Delgado et al., 2012). De esta manera, se originaría una construcción del conocimiento del individuo a partir de la interacción con los objetos. Paralelamente, Vygotsky aportó la teoría socio-constructivista en la que defendió que a través de la interacción social se produce la construcción del conocimiento. Para ello se requiere de un maestro que contribuya a crear el andamiaje¹ necesario para adquirir el nuevo aprendizaje. Por otra parte, el psicólogo y pedagogo Ausubel, defendió que para que el aprendizaje sea significativo, el estudiante debe ser capaz de asociar la información nueva con la que ya posee, reajustando y reconstruyendo ambas informaciones en este proceso (Ausubel, 1983). El conocimiento que ya posee el sujeto condiciona cómo adquirirá el conocimiento nuevo, y las experiencias vividas, a su vez, modifican y reestructuran los conocimientos ya adquiridos.

La química es la ciencia que estudia la materia y sus cambios. Por tanto, el número de campos que abarca es inmenso. Presenta aplicación en el mundo real en múltiples ámbitos

¹ herramienta necesaria para que el aprendiz pase del desarrollo de conocimiento que ya posee al desarrollo potencial que pueda alcanzar. La distancia entre estos dos conceptos mencionados es conocido como Zona de Desarrollo Próximo.

debido a que en nuestro día a día estamos rodeados de procesos químicos. No obstante, para su comprensión, el alumno debe hacer frente a tres niveles conceptuales: macroscópico, sub-microscópico y simbólico (representados en la Figura 1). Estos niveles fueron establecidos por Johnstone en 1982 (Nakamatsu, 2012).

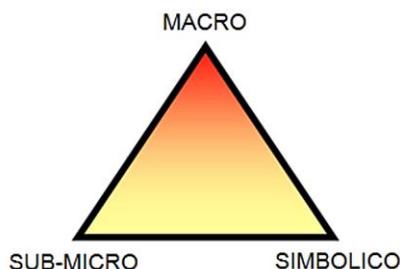


Figura 1. Niveles conceptuales de la química según Johnstone (Nakamatsu, 2012).

De los niveles mencionados el único que no requiere una gran capacidad de abstracción es el nivel macroscópico, al relacionarse sus contenidos con fenómenos observables. El nivel sub-microscópico y simbólico, al identificarse con modelos teóricos, fórmulas y ecuaciones, el docente debe presentar especial esfuerzo en transmitir esta serie de conocimientos de la manera más amena posible. Un exceso de información de estos apartados ocasionaría que los estudiantes catalogaran a la asignatura de Química como abstracta donde se estudian conceptos intangibles. Como se mencionó anteriormente, esto ocasionaría que los alumnos tendieran a acogerse al recurso memorístico originando un proceso de aprendizaje no útil al no retenerse el nuevo conocimiento adquirido a largo plazo (Caamaño, 2014). Se encuentran estudios que corroboran que los niños pertenecientes a etapas muy inferiores (infantil) ya presentan un razonamiento científico perfectamente sólido (Duckworth, 2006; Benlloch, 1992; Kamii y Devries, 1983). No obstante, tal y como recogen Pozo y Gómez (2006), los estudiantes a medida que van escalando por las diferentes etapas educativas van perdiendo dicha capacidad de reflexión llegando a convertirse en meros transmisores del conocimiento que han adquirido. Dicha desconexión acontece en edades muy tempranas (en educación primaria), según Murphy y Beggs (2003).

Además de los tres niveles conceptuales a los que se ha hecho referencia, un docente no debe olvidar que existen otros dos tipos de contenidos mucho más importantes: procedimentales (relacionados con el saber hacer) y actitudinales (relacionados con el saber ser). El objetivo principal de una escuela o centro educativo reside en formar a personas de tal forma que al final de su etapa educativa sean ciudadanos competentes e independientes en una sociedad democrática. Es un hecho que aquellas personas que sólo presenten una formación básica tendrán una gran dificultad en alcanzar este último punto mencionado, pues la probabilidad de que se encuentren en situación de paro será mucho mayor que si presentan

estudios avanzados (Fuente: Ministerio de Educación y Formación Profesional. Gobierno de España) y por consiguiente, no conseguirán desarrollarse plenamente como ciudadanos libres, autónomos y autosuficientes. Si se examina la tasa de abandono escolar prematuro que presenta España, en la última década ha descendido considerablemente (Fuente: Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad social). No obstante, aún nos encontramos a ocho puntos por encima de la media europea. Los datos se encuentran representados en el ANEXO I. Desde el punto de vista político, se debería seguir trabajando en las medidas de prevención, intervención y reincorporación educativa de aquellos estudiantes que abandonaron sus estudios de manera prematura. No obstante, desde el punto de vista del docente, se debe buscar la innovación e individualización de la educación. Nuestro enfoque debe centrarse en este último apartado, pues es lo que se encuentra en nuestras manos. Con el objetivo de disminuir la tasa de abandono escolar, los profesores, atendiendo en todo momento a la diversidad del aula, deben priorizar la enseñanza en actitudes más que en conceptos. Para ello, deben reducir el tiempo dedicado a la efectucción de clases magistrales y preocuparse en el diseño de estrategias de enseñanza y aprendizaje con el fin de que se puedan dinamizar los procesos educativos enfocados a potenciar el protagonismo del estudiante. Diversos autores ya han diseñado un manual que responde a lo aquí enunciado (Parra Pineda, 2003), facilitando así la tarea a cualquier docente.

Normalmente, la asignatura de Física y Química suele identificarse exclusivamente con el desarrollo de la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología de todas las que dictamina la LOMCE. No obstante, acorde con la teoría de las inteligencias múltiples de Gardner, el profesorado debe estimular todas las inteligencias (lógica-matemática, lingüístico-verbal, naturalista, visual-espacial, musical, cinestésico-corporal, interpersonal e intrapersonal) de sus alumnos en el aula con el objetivo de potenciar al máximo todas sus habilidades cognitivas (Suárez et al., 2010). Actualmente, las asignaturas de matemáticas y lengua se encuentran sobrevaloradas en el actual currículo oficial. Debería darse una importancia por igual a todas las asignaturas y aplicar en el mayor grado de lo posible metodologías activas (como el aprendizaje cooperativo y aprendizaje basado en proyectos) con el fin de potenciar el desarrollo de estas inteligencias. Como recurso, el docente puede emplear paletas de inteligencias múltiples que ayuden a la estimulación de dichas inteligencias (Fuente: inteligenciasmultiples.net).

En relación con las teorías constructivistas mencionadas anteriormente, como remedio a toda la problemática que lleva asociada el aprendizaje de la Física y la Química, en las últimas décadas se ha ido desarrollando una línea de trabajo conocida como Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). El objetivo de este cambio de paradigma reside en potenciar las teorías socio-constructivistas y aplicarlas al ámbito de la Física y la Química. De esta

manera, se conseguiría contextualizar los contenidos expuestos en el aula con las diferentes implicaciones sociales, históricas, culturales, medioambientales y económicas llegando a cumplir el objetivo final de lograr una alfabetización científica en la sociedad. El concepto de alfabetización científica se define como el medio por el cual los ciudadanos adquieren noción de la unión que existe entre la ciencia y la sociedad y utilizan dichos conocimientos para ejercer argumentaciones de las diferentes noticias que los medios informativos les ofrecen diariamente.

Para conseguir una alfabetización científica de la sociedad, debería darse una considerable importancia dentro del currículo de la Física y Química al contexto histórico que acompañó en cada momento al avance de la ciencia. La historia de la ciencia es muy escasamente tratada en los libros de texto (Moreno y Calvo, 2019), mencionándose casi exclusivamente a grandes científicos (mayoritariamente hombres). Se debería dar un enfoque donde el progreso de la ciencia no se deba a la súper-dotación intelectual de una única persona. Si no se corrige este aspecto, al alumno se le magnifica el mundo del científico o científica y por consiguiente a este le resulta inalcanzable poder pertenecer en un futuro al ámbito científico a pesar de que la ciencia está al alcance de todos.

Se han desarrollado diferentes propuestas de la enseñanza de la Química y Física en contexto en España (Caamaño, 2018). Entre ellas se destaca la adaptación de *Salter's Advanced Chemistry* al contexto español: *Química Salters*. Esta adaptación se elaboró durante los años 1995 a 1999. Las unidades didácticas que presentaban se dividían en tres bloques (Química y Sociedad, Conceptos Químicos y Actividades) y son las que se ilustran en la Imagen 1.

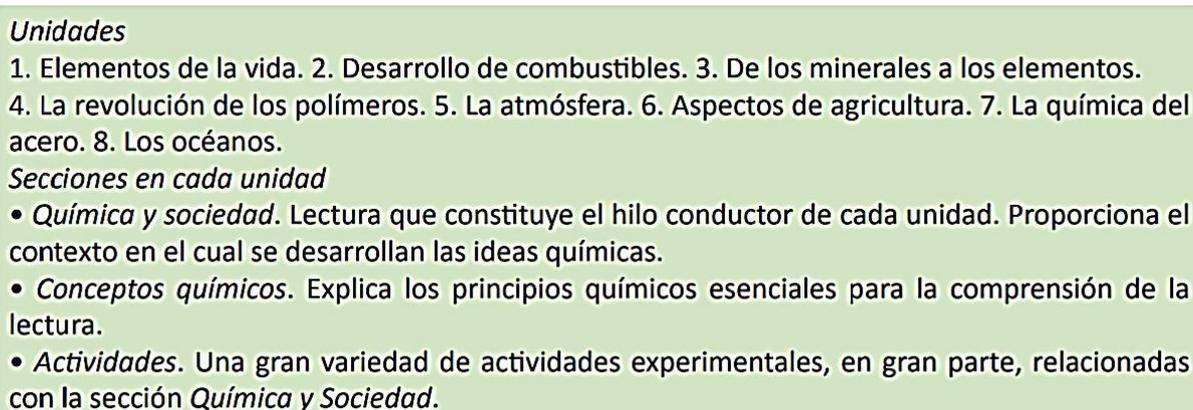


Imagen 1. Unidades y secciones del proyecto *Química Salters* (2000) (Caamaño, 2018).

Desgraciadamente a día de hoy, pocas son las oportunidades que presentan los docentes para poder adaptar el temario convencional que les exige el currículo a esta programación innovadora. A su vez, el hecho de implementar aspectos innovadores en el aula

resulta ser para los maestros una tarea novedosa, complicada y muy poco valorada. Por consiguiente, ante la pregunta de qué debe enseñar la Física y la Química y cómo, las grandes editoriales suelen tomar las riendas de esta cuestión (Pedrinaci y Del Carmen, 2010). La secuenciación de los contenidos que ellas dictaminan es la que en la gran mayoría de los casos se utiliza por todo el equipo docente, debido a la facilidad que ello supone. Ante este panorama, se debería replantear la formación del profesorado para que sean ellos los que tengan la potestad de dirigir la programación en su propia aula.

Con la intención de potenciar las teorías socio-constructivistas, desarrollar contenidos más allá de los conceptuales, potenciar en la asignatura de Física y Química las inteligencias múltiples y promover una alfabetización científica acorde con el movimiento CTS, el trabajo aquí presente desarrollado es un proyecto de investigación educativo que busca el fin de contextualizar los contenidos de la Química a la vida diaria, en concreto, la contextualización de los elementos químicos de la Tabla Periódica. Se aprovechó la ocasión de que durante el curso académico 2018-2019 se conmemoró el 150 aniversario de la Tabla Periódica de Dmitri Mendeléyev.

El motivo que me inspiró en la realización del diseño de este proyecto fue el hecho de que a pesar de que la definición de ciencia implica razonamiento, deducción y experimentación, en el aula normalmente todo se reduce a que los alumnos reproduzcan las leyes y teorías que el docente formula de manera magistral (Pozo y Gómez, 2006). No obstante, el alumno debe dejar de actuar con este rol pasivo y ser protagonista en el proceso de su aprendizaje con el fin de que su motivación hacia la ciencia se vea incrementada (Quintanal, 2012). Según documentan Pozo y Gómez (2006), una de las posibilidades para incentivar la motivación intrínseca² consiste en utilizar materiales para atraer el interés de los alumnos y relacionarlo con el mundo que los rodea. Por tanto, la manera en la que se procedió en este proyecto fue en llevar a cabo una metodología que demostró a los estudiantes que los elementos que se encuentran ubicados en la Tabla Periódica pueden ser fácilmente encontrados en nuestro día a día.

Para la realización de este proyecto de investigación educativo, la muestra escogida abarca toda la ESO en la que se imparte la asignatura de Física y Química (desde 2º ESO hasta 4º ESO). A dichos estudiantes se les pasó un cuestionario inicial donde se incluyeron preguntas con las que se pretendió conocer tanto el interés del alumnado hacia las ciencias, cómo reciben la información científica y los preconceptos que tienen de ella.

² En este contexto, la motivación intrínseca hace referencia a una motivación potenciada por el deseo de satisfacer su curiosidad e incrementar su campo de conocimiento en esta rama de la ciencia. Esta motivación no viene acompañada de un premio que se le otorga al estudiante si alcanza con éxito un objetivo o de presiones externas.

Tal y como se diseñó este proyecto educativo, la propuesta de innovación metodológica solamente se llevó a la práctica con los estudiantes de 2º ESO y 3º ESO. Este hecho se justifica debido a que tuve que adaptarme a las necesidades del centro educativo. Con el fin de mantener un equilibrio y no alterar en exceso la función docente del día a día de mi tutora, fue conveniente no involucrar a los estudiantes de 4º ESO en esta metodología, al tener que impartirse unos contenidos mínimos para aquellos alumnos que quisieran continuar sus estudios en Bachillerato. No obstante, aparte de pasarles a 4º ESO el cuestionario inicial, sí tuve la oportunidad de entregarles la misma evaluación final que realizaron los estudiantes de 2º ESO y 3º ESO. Por consiguiente, el objetivo que se estudió con la evaluación final fue doble:

- Uno de ellos fue comparar los resultados obtenidos por 2º ESO y 3º ESO para esclarecer en qué curso tuvo un mayor éxito la implementación de este proyecto educativo.
- El segundo consistió en averiguar si los estudiantes de 4º ESO finalizarán la etapa obligatoria con un conocimiento básico de cómo aparecen en nuestro día a día los elementos de la Tabla Periódica sin haber trabajado con ellos la propuesta didáctica.

Teniendo en cuenta este diseño, el cuestionario inicial que se les otorgó a los estudiantes de 2º ESO y 3º ESO presentó unas preguntas extra que no estaban reflejadas en el cuestionario inicial de 4º ESO. El motivo residió en que se deseaba conocer aparte de las ideas previas que presentaban acerca de la química y las ciencias en general, qué conocimientos tenían de los elementos de la Tabla Periódica y si manejaban contenidos conceptuales básicos. Teniendo presente los resultados de las preguntas extras de dicho cuestionario inicial formuladas a los estudiantes de 2º ESO y 3º ESO, se diseñó una propuesta metodológica acorde con los objetivos de aprendizaje que se establecieron en este Trabajo Fin de Máster (TFM).

2. ANÁLISIS DEL CONTEXTO EDUCATIVO

2.1. CURRÍCULO DE FÍSICA Y QUÍMICA: BOCM Y EDITORIAL EDELVIVES

Tras revisar el DECRETO 48/2015, me he percatado de que son pocos los vínculos que presenta el currículo oficial establecido por la Comunidad de Madrid a lo referente a la contextualización de la Tabla Periódica. Sólo se encontró mencionado un sub-apartado exclusivamente en los cursos de 2º ESO y 3º ESO dentro del Bloque 2: La materia, denominado: *Elementos y compuestos de especial interés con aplicaciones industriales, tecnológicas y biomédicas*. No obstante, por los criterios de evaluación que se ligan con dicho

bloque, no queda reflejado en ninguno de ellos que al estudiante se le vaya a exigir que sea conocedor de las aplicaciones que presentan los elementos químicos. Por lo que muy probablemente este sub-apartado nunca llegue a ser tratado en el aula. Si se desean conocer los contenidos establecidos por el BOCM relacionados con la Tabla Periódica y sus correspondientes criterios de evaluación se pueden consultar en el ANEXO II.

El libro de texto utilizado por el Departamento Didáctico de Física y Química en los tres cursos de la ESO (2º, 3º y 4º ESO) corresponde con la editorial *Ede/vives*. Dicha editorial es bastante fiel a lo que queda estipulado en el BOCM. En el ANEXO II también queda reflejado el contenido de dicha editorial relacionado con la Tabla Periódica. Se destaca que este material didáctico es comúnmente utilizado debido a que tanto el docente como el alumno sienten una elevada seguridad y comodidad al encontrarse en él todo el contenido estructurado y temporalizado (Perales y Vilchez, 2015). No obstante, se encuentra documentado que el libro de texto produce el desencantamiento de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias debido al excesivo uso de este en las aulas (Aguilera y Perales, 2018). Como factor a tener en cuenta en un libro de texto para que el interés del alumnado hacia la ciencia se vea incrementado, es el número de ilustraciones que presenta y el grado de conexión con la realidad que estas reflejan. En los libros de la editorial *Ede/vives* sí aparecen imágenes en la unidad didáctica relacionada con la Tabla Periódica. Sin embargo, no se observaron ni a personas ni objetos de la vida cotidiana. Solamente a moléculas, átomos y a la Tabla Periódica. En la Imagen 2, se fotografiaron algunos ejemplos de imágenes que aparecen en los libros de texto de la editorial *Ede/vives* para los diferentes cursos.

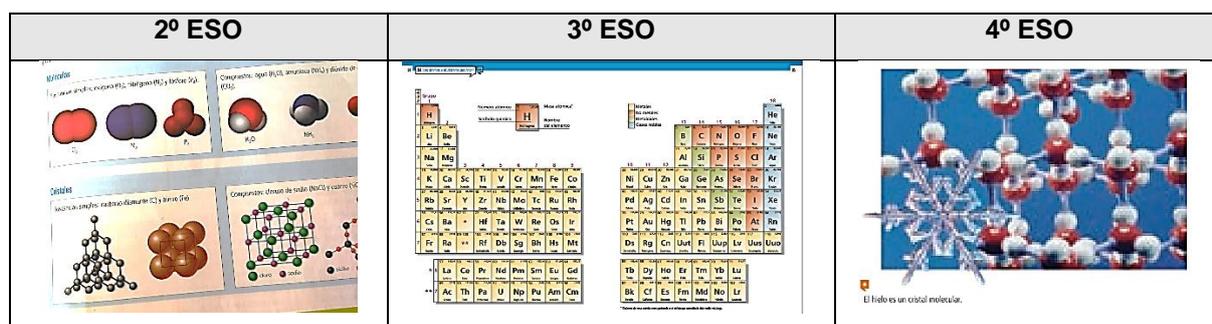


Imagen 2. Ilustraciones que aparecen en los libros de los diferentes cursos de la ESO (2º, 3º y 4º) en la unidad didáctica relacionada con la Tabla Periódica en la asignatura de Física y Química (*Ed. Edelvives*).

2.2. CONTEXTO SOCIAL, CENTRO EDUCATIVO Y DPTO. DE FÍSICA Y QUÍMICA

El centro donde se ha llevado a cabo este TFM fue el instituto IES Los Olivos. Dicho instituto es uno de los dos centros que imparten secundaria y el único que ofrece la modalidad de bachillerato de ciencias en el municipio español de Mejorada del Campo de la Comunidad

de Madrid. Podría catalogarse de un centro grande al presentar un total de 860 alumnos matriculados en el curso académico 2018/2019. Este centro es un instituto público laico no bilingüe. En el ANEXO III se ilustra una fotografía del mismo (Fuente: Página Oficial IES Los Olivos). Se distinguen tres edificios independientes que se encuentran equipados de aulas donde se imparten la mayor parte de la docencia, aulas específicas (Plástica, Música, Religión), aulas de informática, laboratorios y talleres. Cuenta también con una biblioteca, un gimnasio y pistas polideportivas y con dos aulas de audiovisuales. Existe un total de 19 departamentos didácticos. En el ANEXO IV puede observarse de una manera más visual un esquema de la organización interna que presenta el centro.

El municipio al que pertenece este centro educativo (Mejorada del Campo) se ubica en el sudeste de la Comunidad de Madrid. Dista de la capital unos 23 Km aproximadamente. Se encuentra limitado por San Fernando de Henares, Velilla de San Antonio, Rivas-Vaciamadrid y Loeches. En ANEXO V se encuentran disponibles imágenes de la localidad (Fuente: Ayuntamiento de Madrid). Actualmente, tal y como se encuentra recogido en la Agencia de datos de Europa Press, esta localidad presenta un total de 23000 habitantes (2018). En el Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid se encuentran recogidos diversos servicios que presenta este municipio entre los que se destacan: cinco colegios públicos, guarderías, dos institutos públicos, instalaciones deportivas, equipamientos culturales (biblioteca, ludoteca, casa de la cultura y de la juventud), equipamientos sociales y de salud (centro de mayores, centro de servicios sociales y centro de salud) y transporte público (sólo autobús).

Como muchas ciudades del entorno de Madrid, la población de Mejorada del Campo ha sido modificada debido a la inmigración. Según se encuentran recogidos los datos por la Estadística del Movimiento Migratorio de la Comunidad de Madrid, Mejorada del Campo presentó su máxima Tasa de Migración en el año 2001 con un valor de 49,02 % (ver ANEXO VI). Finalmente se destacó que el nivel socioeconómico en el año 2016 de los habitantes de Mejorada del Campo fue medio presentando una renta bruta media de 23000 €, inferior a los municipios de su alrededor. Para mayor información consultar en el ANEXO VII (Fuente: Epdata. Agencia de Datos de Europa Press).

Respecto a la participación de las familias se destaca que puede efectuarse a través del AMPA. No obstante, se puntualizó, por la información otorgada por la Jefa de Estudios, que la participación es muy escasa en comparación con lo que puede encontrarse en los colegios de Educación Primaria de Mejorada del Campo. En el ANEXO VIII se hizo una breve recapitulación de ideas de diversos autores respecto a la importancia de la participación de las familias en las escuelas por si se desea ser leído.

Referente al Departamento de Física y Química del instituto IES Los Olivos, se destacó que está constituido en el presente curso académico 2018-2019 por cuatro profesores (tres mujeres y un hombre) licenciados todos ellos en Ciencias Químicas. Se distribuyen entre ellos los diferentes cursos que abarca desde 2º ESO hasta 2º de Bachillerato. El Departamento de Física y Química también es el encargado de impartir la asignatura del *Ámbito Científico - Tecnológico* tanto en 1º de PMAR (2º ESO) como en 2º de PMAR (3º ESO). Mi tutora en concreto, Dña. Gema Buitrago, desempeña su función docente como profesora de Física y Química en tres cursos de 3º ESO, dos cursos de 4º ESO y al único 1º de Bachillerato de Ciencias. Como puede apreciarse, mi tutora no imparte clase a ningún grupo de 2º ESO. Por este motivo, a la hora de efectuar mi TFM, estuve acompañado de una docente del Departamento de Física y Química (Dña. Belén Parra) que me ofreció la oportunidad de estar con su grupo de 2º ESO para poder realizar mi proyecto de innovación educativa. Para concluir este apartado se desea indicar que el Departamento de Física y Química se reunía semanalmente con la finalidad de analizar la evolución en el temario de cada uno de los docentes y tratar los temas que son de interés en cada momento (evaluaciones, reuniones con la CCP...).

3. INICIO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVO

3.1. MUESTRA SELECCIONADA

Los cursos seleccionados que fueron objeto de estudio correspondieron con 2º ESO, 3º ESO y 4º ESO tal y como se mencionó en el apartado 1. INTRODUCCIÓN de este TFM. En concreto, las clases seleccionadas de dichos cursos fueron 2º D, 3º E y 4º A. Se puntualiza que tanto en 2º ESO como en 3º ESO la asignatura de Física y Química es obligatoria. En el final de la etapa de Educación Secundaria (4º ESO), dicha asignatura presenta un carácter optativo.

El grupo de 3º E, cuya profesora era mi tutora del centro, presentó un total de 22 estudiantes (12 chicos y 10 chicas) con edades que variaban desde los 14 años hasta los 17 años. De los 22 alumnos que componían la clase, 9 de ellos habían repetido 3º ESO en el último año. En general, eran estudiantes que presentaban dificultad en el ámbito de los estudios. No obstante, este grupo fue bastante participativo. La interacción con ellos a lo largo de mi estancia durante las prácticas fue muy satisfactoria. Respecto a la diversidad, se menciona que existía tanto diversidad cultural (presencia de diferentes etnias dentro del grupo) como sensorial (había estudiantes que presentaban implante coclear). Por lo que se ha podido observar, todos los alumnos se encontraban integrados, aunque en la hora del recreo la clase quedaba dividida en pequeños grupos de amigos.

La clase de 2º D, cuya profesora era la docente que me permitió estar en su clase, estaba constituida por un total de 26 alumnos (12 chicas y 14 chicos). El rango de edad existente en esta clase iba desde los 13 a los 16 años. El número de personas que habían repetido curso en el último año fueron cinco. En comparación con 3º E, este grupo fue más hablador y su involucración y participación en las sesiones que les impartí fue menor. Se distraían con facilidad y el interés por aprender era bastante menor. Se encuentra comprobado que a medida que transcurren los años en la pubertad, la cantidad de sustancia blanca en el cerebro aumenta. Esto implica una mayor velocidad de transmisión de la información entre neuronas y una mayor densidad de sinapsis en la corteza frontal. A edades tempranas de dicha etapa, la falta de madurez de la corteza prefrontal lleva asociada una serie de conductas como la impulsividad, búsqueda de estímulos y riesgo (Burunat, 2004). Estos estudios justifican la menor madurez que presentaban los estudiantes de 2º D. Se observó la existencia de diversidad religiosa en esta clase. No obstante, al igual que en 3º E, existía buena relación entre compañeros.

Por último, el curso de 4º A, cuya profesora era mi tutora del centro, lo componía un total de 31 estudiantes (16 chicas y 15 chicos). Sólo había dos repetidores en esta clase. Al pertenecer a la última etapa de la ESO y al haber escogido la rama que más les atraía (la rama de ciencias), se notaba que estos estudiantes presentaban un elevado interés hacia la asignatura de Física y Química. Participaron activamente en el aula y fueron bastantes responsables, aplicados y comprometidos con sus estudios.

3.2. CUESTIONARIO INICIAL

Tal y como se comentó anteriormente y por la bibliografía consultada, el aprendizaje de la Física y la Química presenta numerosas trabas. Este hecho viene reflejado por la escasa o nula asociación de los contenidos teóricos que se imparten en el aula con la vida cotidiana. El cuestionario inicial fue dividido en dos partes (para consultarlo ver ANEXO IX). La primera fue realizada por 2º D, 3º E y 4º A cuyo fin residía en averiguar cuáles eran los conocimientos y preconceptos que presentaban los alumnos sobre la química aplicada en la vida diaria en los diferentes cursos. Además, se buscó conocer si concebían la química como algo perjudicial para nuestra salud, pues en numerosos anuncios se hace mala propaganda de ella. Esta primera parte tuvo un total de siete preguntas y el tiempo máximo para completarlo fue de 15 minutos. Cuando 4º A finalizó esta primera parte del cuestionario y única para ellos, se continuó con la clase normal. La segunda parte sólo fue realizada por 2º D y 3º E y estaba constituida por sólo cuatro preguntas. Aquí el objetivo consistió en constatar hasta qué punto eran conocedores los estudiantes de la aplicabilidad de los elementos de la Tabla Periódica en la vida cotidiana y si manejaban conceptos básicos como *molécula* y *átomo*. El tiempo que se les ofreció para completar estas cuatro preguntas fue de 10 minutos. Los resultados de

esta segunda parte me ayudaron a perfilar la metodología que se les aplicó a estas dos clases (2º D y 3º E). Una vez finalizado el cuestionario a los estudiantes de 2º D y 3º E, se les repartieron unos folios para que dibujasen qué era para ellos la química y quién hacía química y se les leyó un pequeño artículo que hacía referencia a la mala fama de esta rama de la ciencia (Valenzuela, 2011). Finalmente, se desarrolló un pequeño debate en 2º D y 3º E con todo lo tratado en aquella sesión. Todo esto supuso un total de 25 minutos, por lo que se deduce que se tomó la clase completa para 2º D y 3º E. En todas las clases los cuestionarios fueron anónimos, al igual que los dibujos que efectuaron los alumnos de 2º D y 3º E.

3.3. RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL CUESTIONARIO

Los resultados del cuestionario se dividieron en dos partes. La parte común realizada tanto por 2º D, 3º E y 4º A, y la segunda parte que sólo participaron las clases de 2º D y 3º E.

3.3.1. 2º ESO, 3º ESO Y 4º ESO: PRECONCEPTOS EN QUÍMICA Y GUSTO POR LAS CIENCIAS.

El día que se entregó a los estudiantes este cuestionario había un total de 20 alumnos en 3º E, 26 alumnos en 2º D y 31 en 4º A. A continuación, se detalló pregunta por pregunta los resultados obtenidos. No se apreció distinción entre hombres y mujeres, pues no se encontraron diferencias significativas en las respuestas entre ellos. En los casos que se ha considerado necesario se realizaron pequeñas puntualizaciones respecto a este tema.

Pregunta 1. ¿Sabrías decirme el nombre de algún científico o científica? En caso afirmativo escribe los nombres de los que te acuerdes (máximo 3).

El objetivo que se buscó al formular esta pregunta fue conocer si los estudiantes tenían algunos referentes establecidos en el mundo de la ciencia, ya bien sean históricos o actuales. A su vez, se pretendió saber si eran conocedores de alguna mujer que tuviera algún papel clave en el desarrollo de la ciencia. Por este motivo se recalcó lo de científico o científica.

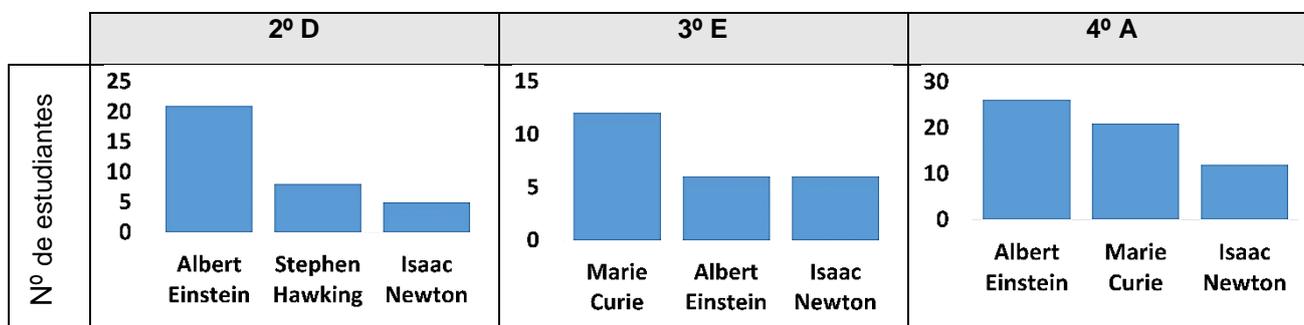


Figura 2. Nombres más citados por los estudiantes de 2º D, 3º E y 4º A en el cuestionario inicial ante la pregunta: “¿sabrías decirme el nombre de algún científico o científica?”

Como puede apreciarse en la Figura 2, en todos los cursos los tres nombres más reiterados correspondieron a científicos o científicas que ya no se encuentran con vida. Dichos nombres son los más repetidos en las escuelas y en los medios de comunicación, hecho que genera que el alumno conciba el desarrollo de la ciencia como un ámbito que solamente se identifica, generalmente, con unos hombres con mente privilegiada. Dando así una visión errónea de la ciencia, pues esta avanza por el trabajo cooperativo de equipos de investigación.

Solamente un único alumno de 2º D (un chico) escribió el nombre de Marie Curie. El resto de esta clase reflejó en el cuestionario inicial exclusivamente a científicos y no a científicas. Esta situación es una manifestación del poco reconocimiento que se les otorga a las científicas a lo largo de su importante papel en la historia de la ciencia.

En 3º E, curiosamente, el nombre más repetido fue el de Marie Curie. Es más, sólo 4 de los 20 alumnos que realizaron este cuestionario pusieron sólo hombres en esta pregunta y 2 de los 20 encuestados (dos alumnas) escribieron sólo mujeres. De los 12 nombres diferentes que llegaron a escribirse en este cuestionario para esta clase, 7 de ellos correspondían a científicas y 5 a científicos. Pregunté a la profesora ante la curiosidad que me entró al encontrarme estos resultados en la clase de 3º E. La explicación se fundamentó en que esta clase realizó en el 2º trimestre un trabajo en grupo relacionado con las mujeres científicas. Este hecho explicó los resultados de este cuestionario.

En la clase de 4º A, nuevamente el nombre más repetido fue el de Albert Einstein, al igual que en 2º D. También se mencionaron a mujeres científicas, pero la gama fue menor en comparación con la clase de 3º E (se mencionaron a más científicos que a científicas). Como dato se destaca que esta clase también llevó a cabo el trabajo de las mujeres científicas.

Por consiguiente, se concluyó a la vista de los resultados de esta primera pregunta, que en las clases donde se remarcó el papel de la mujer en la ciencia, los alumnos tomaron conciencia de su importante papel y quedó en sus recuerdos sus nombres. Por este motivo, cada año el instituto hace más hincapié en ello.

Pregunta 2. ¿Cuáles son los medios por los que recibes noticias de ciencias?

El objetivo al realizar esta pregunta fue conocer los medios que utilizaba el alumnado para recibir noticias de ciencias.

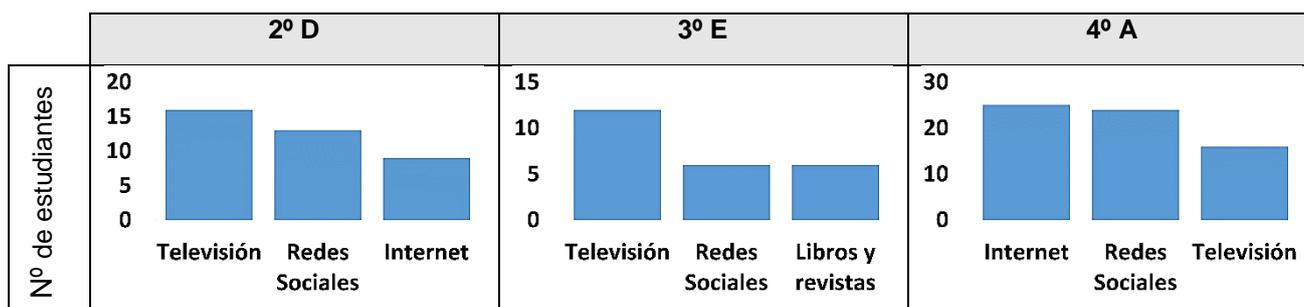


Figura 3. Medios más citados por los que reciben noticias de ciencia los estudiantes de 2º D, 3º E y 4º A en el cuestionario inicial. Esta pregunta era de tipo test y podían marcar más de un apartado: a) *Televisión*, b) *Redes sociales*, c) *Libros y revistas*, d) *Páginas de internet*, e) *Nunca recibo noticias de ciencias*, f) *Otro*. Si marcaban esta última opción debían indicar de qué medio se trataba.

Tal y como se observa en la Figura 3, en 2º D los medios más empleados fueron todos digitales. Esto es un reflejo de que los jóvenes actualmente viven en una era digital y debido al gran avance tecnológico es su vía preferente para recibir la infinidad de información que se propaga por las redes. Sin embargo, este hecho no lleva asociado que sea la generación mejor informada (Ortega y Cerdà, 2016). Sólo tres estudiantes marcaron que no recibían nunca noticias de ciencias (12 %). Los alumnos que marcaron la opción f) indicaron que el instituto en sí es uno de sus canales de información científica.

En la clase de 3º E las opciones marcadas por los estudiantes difirieron a las de 2º D en la tercera. Este grupo sí hacía uso de libros y revistas para informarse de las noticias científicas que acontecen a su alrededor. Probablemente sea por el mayor grado de madurez que presentaban, por ilustrar un mayor interés hacia las ciencias y por aprender en general, aunque mostrasen notorias dificultades académicas. Los estudiantes que seleccionaron la última opción (apartado f) también indicaron que el instituto les ofrecía de manera periódica información sobre noticias científicas. Al igual que en la clase de 2º D, tres alumnos indicaron que nunca recibían noticias científicas (14 %).

Al igual que en 2º D, en 4º A volvieron a predominar las fuentes digitales. No obstante, se puntualizó que diez alumnos también seleccionaron la opción de los libros y revistas. Los adolescentes que rodearon el apartado f), aparte de mencionar el instituto, también indicaron que las amistades y familiares son fuentes de conocimiento científico.

Pregunta 3. Probablemente hayas visto anuncios o productos domésticos que indican que no tienen *químicos*. ¿Crees que estos productos son mejores para nuestra salud? ¿Por qué?

Con esta pregunta se pretendía conocer si la mala fama de la química se seguía propagando por los medios de comunicación. Actualmente hay anuncios que indican para

vender sus productos que no tienen químicos. De esta manera se está persuadiendo a la sociedad de que la química es perjudicial para nuestra salud. La química en sí misma ni es buena ni es mala, puesto que todo lo que nos rodea está hecho de química.

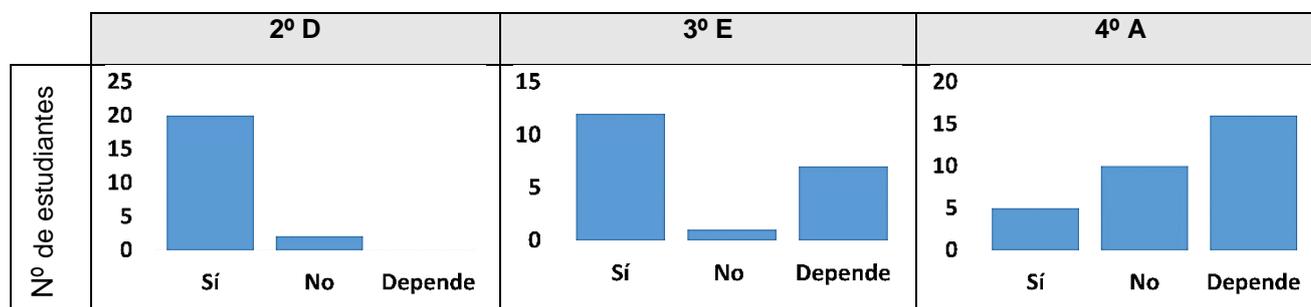


Figura 4. Respuesta de los alumnos de 2º D, 3º E y 4º A ante la pregunta formulada en el cuestionario inicial: “¿creéis que los productos sin *químicos* son mejores para nuestra salud?”

El grupo de 2º D, tal y como queda representado en la Figura 4, creía en su inmensa mayoría que los productos sin químicos son más beneficiosos para nuestra salud (85 %). Sus justificaciones se fundamentaban en que son más naturales y que no presentan productos artificiales, lo que implica que los ingerimos (en el caso de los alimentos) tal y como son, por lo que se digieren mejor en nuestro organismo. Muchos de ellos están convencidos de que si lo que comen presentan compuestos químicos podrían perjudicar a su salud. Incluso hay un estudiante que pensaba que en nuestro cuerpo no hay presencia alguna de sustancias químicas. Se ha anotado que estos estudiantes relacionaban los químicos con los contaminantes del medio ambiente y con generadores de enfermedades.

Los resultados en 3º E fueron similares. Sin embargo, se destaca que apareció un porcentaje de estudiantes (35 %) que puntualizó que depende de qué compuestos químicos estemos hablando, nos pueden perjudicar a nuestro organismo o no. Esto fue un reflejo de que hicieron una mayor reflexión sobre lo que se les estaba preguntando, no limitándose por consiguiente a responder exclusivamente de manera afirmativa o de manera negativa.

En 4º A el panorama fue completamente diferente. En esta ocasión la opción menos seleccionada fue el “Sí” (16 %), siendo la mayoritaria el “Depende” (52 %). Esto fue un reflejo de que al transcurrir los años en el instituto la evolución de su madurez les ha permitido ser conocedores de que la química en sí misma no es mala.

Pregunta 4. ¿Participas mucho o poco en clase?

Con esta pregunta se buscaba conocer cuál era el grado de participación en cada una de las clases y si difería notablemente entre ellas.

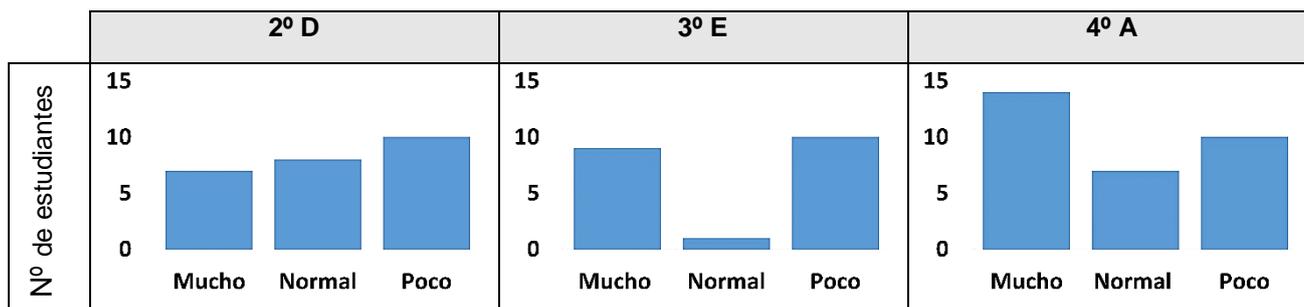


Figura 5. Respuesta de los alumnos de 2º D, 3º E y 4º A ante la pregunta formulada en el cuestionario inicial: “¿participáis mucho o poco en clase?”

Atendiendo a los resultados de la Figura 5, el porcentaje de alumnos que participaban de manera notoria en las clases de 3º E y 2º D fue más bien bajo (27 % y 41 % respectivamente). Esto invita a reflexionar a que muy probablemente se sentían perdidos durante las explicaciones y/o no les gustaba el contenido que se les ilustraba en clase. Lo que originó globalmente una escasa participación de todos los alumnos. En la clase de 4º A el porcentaje de participación alta se identificó con el 45 %. A lo largo de las sesiones que he estado con ellos, me he percatado de que muchas veces sabían la respuesta, pero no la decían por miedo a equivocarse. Este fenómeno es conocido como indefensión aprendida. La indefensión aprendida se puede definir como un modo de pensamiento que se sustenta en la creencia que presenta una persona de no tener la posibilidad de poder cambiar la situación adversa que le gobierna. En el ámbito educativo, este acontecimiento suele manifestarse por el miedo que presenta el estudiante a cometer un error. De esta manera, aunque los alumnos tengan la capacidad suficiente para superar el reto que se les proponen, se sienten incapaces. Para evitar este suceso, un docente debe preocuparse de que su alumnado se encuentre motivado con el fin de que presenten una aptitud favorable para seguir desarrollando su proceso de aprendizaje. Según Pereira (2009), son tres los aspectos a tener en cuenta para que la motivación pueda promoverse dentro del ámbito educativo: “las expectativas de la población estudiantil, el valor otorgado a las metas educativas y las consecuencias afectivo-emocionales resultantes del éxito o del fracaso académico”.

Pregunta 5. ¿Cómo se podrían mejorar las clases de Física y Química desde tu punto de vista?

Con esta pregunta se quería buscar la opinión del alumnado. Pues es necesario implicarle en su propio proceso de aprendizaje para que este sea mucho más efectivo (Sanmartí, 2007). Ante esta pregunta las respuestas en todas las clases fueron muy similares. Entre todas las citadas, se mencionan las siguientes:

- Integrar actividades lúdicas dentro de la hora de la clase, reduciendo el contenido teórico y el número de ejercicios de pizarra.
- Más prácticas de laboratorio.
- Empleo de medios más visuales para explicar los conceptos.

Todas estas respuestas se correspondían con las que manifestaron los alumnos que fueron objeto de estudio mediante la realización de encuestas por Solbes et al. (2007). Dicho autor cogió una muestra perteneciente a los cursos de 3º ESO y 4º ESO. En su investigación concluyó que casi el 70 % de los encuestados pensaban que la asignatura de Física y Química no presentará ninguna utilidad en ningún momento de su vida.

Este hecho condicionó que decidiera realizar la propuesta metodológica a 2º D y 3º E en el laboratorio, a pesar de que se podrían haber realizado perfectamente en el aula. Además, en 2º D algunos estudiantes también escribieron que deseaban una mayor seriedad de sus compañeros y que guardaran silencio durante la explicación. En 3º E y 4º A al ser más formales, esta sugerencia no se llegó a escribir por parte de los alumnos.

Pregunta 6. A día de hoy, ¿qué es lo que te gustaría ser de mayor?

Esta pregunta se les formuló a los estudiantes en el cuestionario inicial con el objetivo concreto de analizar si existían diferencias significativas entre hombres y mujeres en cada uno de los cursos. Por consiguiente, en esta cuestión sí se realizó un estudio diferenciado por sexos.

Tabla 1. Oficios más repetidos por los chicos y chicas de 2ºD, 3ºE y 4º A ante la pregunta formulada en el cuestionario inicial: “¿qué es lo que te gustaría ser de mayor?”

	2º D	3º E	4º A
Chicos	<ul style="list-style-type: none"> • Policía • Deportista • Programador de videojuegos • Bombero • Abogado 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería • Policía • Dibujante • Militar • Productor musical 	<ul style="list-style-type: none"> • Biólogo marino • Física • Ingeniería • Diseñador gráfico • Psicólogo
Chicas	<ul style="list-style-type: none"> • Enfermera • Veterinaria • Secretaria • Presentadora de TV • Escritora 	<ul style="list-style-type: none"> • Médico • Policía • Enfermera • Profesora de infantil • Directora de cine 	<ul style="list-style-type: none"> • Cirujana • Policía judicial • Ingeniería de Telecomunicaciones • Matrona • Trabajo Social

En la Tabla 1 se aprecia que los oficios más elegidos por los estudiantes hombres de 2º D son los que tradicionalmente se han categorizado de “masculinos”. Un hecho similar aconteció con las profesiones más nombradas por las alumnas de dicha clase, al ser las etiquetadas como más “femeninas”. Sin embargo, en 3º y 4º ESO los oficios mencionados no mostraron tanta discrepancia entre ambos sexos. Ante estos resultados, se insistió en las sesiones venideras de la libertad que posee cada persona para poder decidir a lo que quiere dedicarse en el futuro independientemente de los estereotipos presentes en la sociedad. En especial, el mensaje que quise transmitirles a lo referido a este tema era que la ciencia está al alcance de todo el mundo y que no es un campo que atañe sólo al género masculino. Este mensaje era necesario, pues un informe de la UNESCO (2017) indicó que actualmente sigue existiendo una brecha significativa si se analizan los porcentajes de personas en función de su sexo que se dedican al ámbito científico. En el ANEXO X puede consultarse como se distribuye el porcentaje por sexos en los diferentes campos de estudio.

Pregunta 7. Para finalizar esta primera parte, una última pregunta. En general, tu gusto por las ciencias del 1 al 10 es:

La idea al realizar esta pregunta residía en anotar si se manifestaban diferencias del gusto por las ciencias en los diferentes cursos académicos.

Tabla 2. Nota media de cuánto les gustan las ciencias a los estudiantes de 2º D, 3º E y 4º A.

	2º D	3º E	4º A
Nota media	5,4	6,5	7,5

Como puede observarse en la Tabla 2, a medida que se aumenta en la etapa de la ESO el gusto por las ciencias es mayor. Es lógico el hecho de obtener la máxima calificación en el último curso de esta etapa, al estar constituida la clase por estudiantes que han escogido adrede la rama de ciencias. Tal y como se ha ido comentado, la motivación por el aprendizaje de las ciencias en la clase de 2º D es menor que en 3º E. Este punto quedó reflejado en la nota media de ambas clases. Tal y como señalaron Murphy y Beggs (2003), cuanto inferior sea el curso de objeto de estudio mayor será el rechazo hacia esta asignatura.

3.3.2. 2º ESO, 3º ESO: ORIENTACIÓN PARA LA PROPUESTA DE INNOVACIÓN

A continuación, se procedió con el análisis de las preguntas realizadas a los estudiantes de 2º D y 3º E que me guiaron a la hora de perfilar cómo se desarrolló la propuesta de innovación educativa que tenía en mente.

Pregunta 8. Une cada compuesto o elemento con su función o aplicación. Al lado de cada compuesto o elemento se indica entre paréntesis su fórmula química.

Los compuestos y elementos que debían correlacionar eran los recuadrados en la siguiente tabla.

Sustancia	Función / Uso
<ul style="list-style-type: none"> • Oxígeno (O₂) 	<ul style="list-style-type: none"> • Antiguamente se usaba en los termómetros para medir la temperatura.
<ul style="list-style-type: none"> • Magnesio (Mg) • Amoníaco (NH₃) 	<ul style="list-style-type: none"> • Piedra preciosa. Se utiliza en joyería. • Se utiliza para fabricar la mina del lápiz.
<ul style="list-style-type: none"> • Grafito (C) • Diamante (C) • Butano (C₄H₁₀) • Aluminio (Al) • Calcio (Ca) • Flúor (F) • Mercurio (Hg) 	<ul style="list-style-type: none"> • Se utiliza como combustible en los hogares para la cocina y el agua caliente. • Algunas pastas de dientes lo añaden para la prevención de caries. • Se encuentra en las clorofilas de las células vegetales. Es necesario para la fotosíntesis de las plantas. • Es necesario para realizar la respiración celular. • Se utiliza como producto de limpieza doméstico. • Es fundamental para la construcción y mantenimiento de huesos y de dientes. • Se usa en la fabricación de latas y tetrabriks.

Con esta pregunta se quería conocer qué cultura general tenían estos alumnos respecto al uso de los elementos de la Tabla Periódica y compuestos químicos en el día a día. Tanto en 2º D como en 3º E los resultados obtenidos fueron bastante buenos. En ambas clases más del 80 % aparejaron correctamente al menos ocho compuestos o elementos con su función. Uno de los elementos que más fallaron fue el aluminio (se usa en la fabricación de latas y tetrabriks) y el magnesio (se encuentra en las clorofilas de las células vegetales). Este hecho me condujo a introducir alguna actividad relacionada con el aluminio y el reciclaje en las sesiones que tuvimos en las semanas venideras y alguna experiencia con las plantas, puesto que suelen asociarlas exclusivamente con la biología y quise ofrecerles un enfoque en el pudieran comprender que la química también está presente en el mundo vegetal.

Pregunta 9. De las palabras que están en cursiva selecciona la correcta en cada uno de los apartados.

- El agua oxigenada (H₂O₂) es un/a *átomo* / *molécula* que está constituido por dos *moléculas* / *átomos* de hidrógeno y dos *moléculas* / *átomos* de oxígeno. Se puede usar para desinfectar heridas.
- El argón (Ar) es un *compuesto* / *elemento* que puede utilizarse como gas para las bombillas incandescentes.

Esta era la pregunta más teórica. La quise formular en el cuestionario porque consideré que debían manejar estos conceptos cuando aplicase la propuesta metodológica.

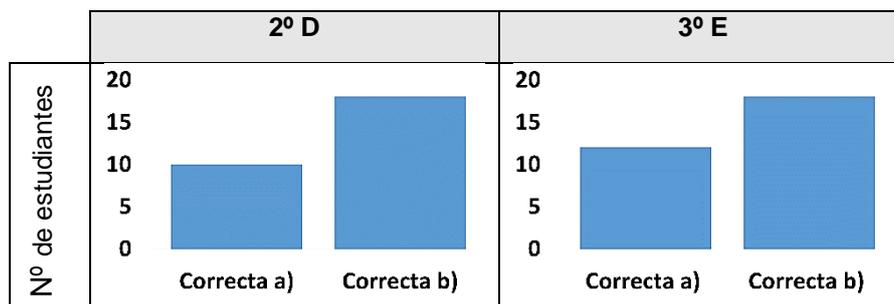


Figura 6. Número de estudiantes de 2º D y 3º E que contestaron correctamente al apartado a) y al apartado b) de la pregunta 9 de la segunda parte del cuestionario inicial.

Por lo observado en la Figura 6, en la clase de 2º D sólo tenía claro el concepto de molécula y átomo el 38 % mientras que en la clase de 3º E se correspondía con el 55 %. En ambos casos el porcentaje no fue elevado y por tanto en las sesiones en las que se trabajó con la metodología innovadora se remarcó la diferencia entre ambos conceptos, puesto que aún no les había quedado clara. Lo mismo se hizo con *elemento* y *compuesto*, aunque tuviese un porcentaje de acierto mayor (69 % en 2º D y 82 % en 3º E).

Pregunta 10. La atmósfera del aire está compuesta prácticamente por oxígeno gaseoso (O_2) nitrógeno gaseoso (N_2) y otros gases: argón (Ar), vapor de agua (H_2O) y dióxido de carbono (CO_2). Indica de manera aproximada el porcentaje que crees que hay de cada uno de estos gases en la atmósfera.

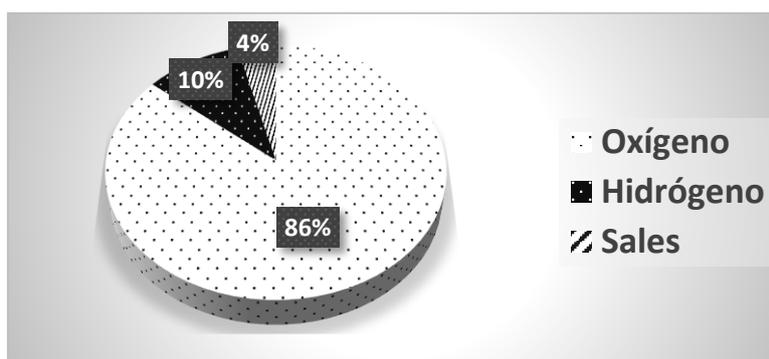
Ante esta pregunta, ningún estudiante acertó con el porcentaje exacto de oxígeno, nitrógeno y otros gases. En general creían, todos ellos, que el porcentaje de oxígeno en el aire superaba al de nitrógeno, pues sabían que es lo que necesitamos para respirar y eso les confundió. Solamente cinco alumnos de la clase de 3º E y tres alumnos de 2º D pusieron el porcentaje de nitrógeno mayor que el de oxígeno. A pesar de ello, ninguno acertó con los valores exactos. Las medias de porcentajes que ofrecieron cada una de las clases se reflejan en la Tabla 3.

Tabla 3. Media de porcentajes que asignaron los estudiantes de 2º D y 3º E de cada uno de los constituyentes que componen el aire como respuesta a la pregunta 10 del cuestionario inicial.

	2º D	3º E
% O_2	55	45
% N_2	25	35
% Otros gases	20	20

Considero bastante básico saber de qué está hecho lo que respiramos. Por lo que me puse a investigar alguna experiencia que se realizase durante las siguientes sesiones para que los estudiantes pudieran llegar a comprender de manera experimental los porcentajes de oxígeno, nitrógeno y otros gases pertenecientes al aire de la atmósfera terrestre de una manera cualitativa.

Pregunta 11. En la siguiente figura se ilustra el porcentaje de la composición de los océanos. Justifica por qué los océanos están compuestos principalmente por átomos de oxígeno e hidrógeno.



El nivel de dificultad en esta pregunta era un poco mayor, pues la respuesta requería de la interpretación de una gráfica. No obstante, la respuesta era muy sencilla: debido a que el agua es el componente mayoritario de los océanos. El objetivo al formularles esta pregunta era conocer si tenían una capacidad de razonamiento adecuada para interpretar los datos de una gráfica. Proceso de mayor complejidad que reproducir unos datos que te sepas de memoria.

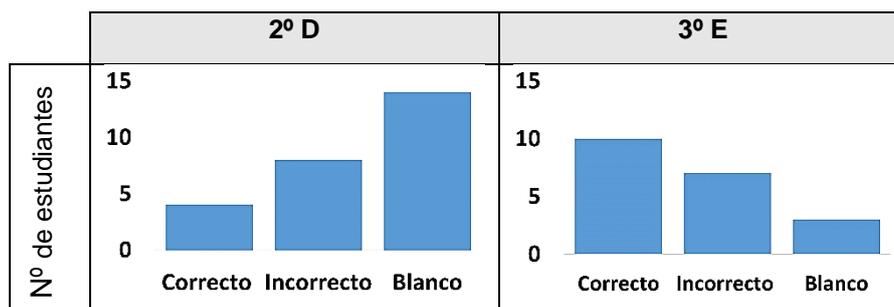


Figura 7. Número de estudiantes de 2º D y 3º E que contestaron correcta, incorrectamente o dejaron en blanco la pregunta 11 de la segunda parte del cuestionario inicial.

Como se aprecia en la Figura 7, los resultados del grupo de 2º D fueron bastante malos (sólo el 15 % acertó la pregunta). Son más jóvenes, tienen menos conocimientos y les cuesta más reflexionar. Los resultados en 3º E fueron mejores (50 % aciertos). No obstante, el porcentaje de respuestas erróneas aún era elevado. Por consiguiente, a lo largo de las

sesiones venideras se intentó potenciar su capacidad de razonamiento, haciéndoles partícipes en el proceso de aprendizaje, con el fin de que no utilizaran sólo el método memorístico para retener conceptos.

3.3.3. 2º ESO, 3º ESO: DIBUJOS Y LECTURA DEL ARTÍCULO SOBRE LA QUÍMICA

Una vez finalizado el cuestionario, les pedí a ambas clases que dibujaran qué es la química y quién hacía química según ellos. Fue una manera de estimular la inteligencia visual-espacial y realizar una evaluación inicial para extraer los preconceptos que presentaba el alumnado.

Respecto a la primera pregunta, los alumnos de 2º D representaron en su gran mayoría laboratorios, reacciones químicas y la Tabla Periódica. Este hecho volvió a reflejar lo lejano que conciben la química de su día a día. No me sorprendió encontrarme ante la pregunta “¿quién hace química?” dibujos de científicos con bata y mayoritariamente hombres. Por ende, uno de los objetivos que se persiguió con la realización de este proyecto educativo era cambiar esta mentalidad del alumnado. No obstante, hubo un par de dibujos que se salían de esta línea y me llamaron bastante la atención. En especial, hubo un alumno que para él la Física y la Química era, cito textualmente, “un cubo de ideas”. Además, otro estudiante, expresó que para él un cocinero es quien hace química. A continuación, se ilustran algunos de los dibujos diseñados por los estudiantes de 2º D en la Imagen 3.

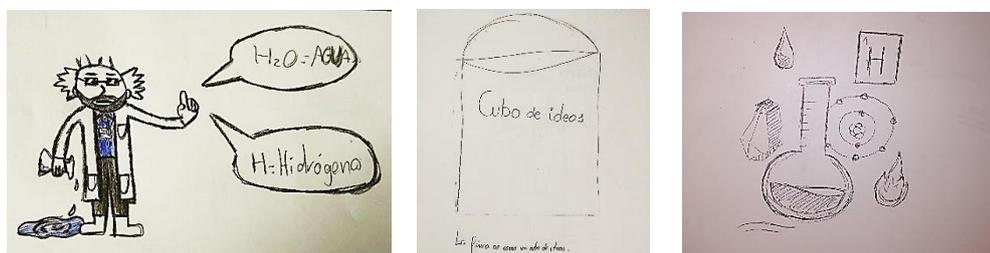


Imagen 3. Dibujos realizados por la clase de 2º D ante las preguntas: “¿qué y quién hace química?”

Ante mi asombro, en la clase de 3º E se manifestó un número considerable de alumnos que identificaban la química con la naturaleza y que cada uno de los seres vivos eran los grandes protagonistas a la hora de hacer química. Por lo que he podido observar en las prácticas, la docente de esta clase (mi tutora del centro educativo) intenta relacionar constantemente los contenidos del libro con situaciones cotidianas que pudiera entender el alumnado. Este hecho justificó la respuesta que dieron estos estudiantes a los dibujos solicitados que se ofrecen en la Imagen 4.



Imagen 4. Dibujos realizados por la clase de 3º E ante las preguntas: “¿qué y quién hace química?”

La sesión continuó con la lectura de un artículo de Valenzuela (2011) que reflejaba que la química presentaba muy mala fama de manera injusta. Dicho artículo lo leímos entre todos (con el fin de potenciar la competencia e inteligencia lingüística). Finalizada la lectura, estuvimos debatiendo (fomentando así la competencia social y cívica) y llegamos a la conclusión de que la química en sí misma no es mala. Que existe publicidad engañosa acerca de los productos químicos y que uno tiene que ser crítico ante las noticias que recibe de los medios de comunicación. Posteriormente les enseñé algunos materiales que había traído (un lápiz, una caja de cereales, una planta, una vela...) y por muy extraño que les pareciese, en todos ellos había química. Les mencioné que fueran germinando algunas semillas de garbanzo o de lenteja en un vaso de plástico con algodón, pues se requirieron para la última sesión en el laboratorio.

Para concluir, quise mencionar el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia (11 de febrero) con el fin de transmitirles que tanto los hombres como mujeres tienen cabida en la investigación científica. Pues es el conjunto de ellos, trabajando de manera cooperativa, quienes hacen ciencia. Era importante recalcar esta última frase, pues concebían el avance de la ciencia gracias a la súper-dotación intelectual de personas aisladas. Reflejar la igualdad de género era necesario especialmente para la clase de 2º D, por presentar en sus elecciones de oficio la mayor división sexual del trabajo y por sólo haber dibujado una única persona a una científica ante la pregunta de “¿quién hace química?”. En ese momento quise mencionarles algunos nombres célebres de científicas que desempeñaron una importante labor dentro de la ciencia, aunque en su día su honorable trabajo no fue reconocido como se debía.

Cuando sonó el timbre, terminé de explicarles qué íbamos hacer las semanas venideras y qué objetivos buscaba con la realización de las actividades que se iban a llevar a cabo en el laboratorio. Anteriormente, se les explicó que realizarían en la última semana una evaluación final para comprobar si esta propuesta metodológica fue útil o no para mi investigación. En ningún momento se aclaró si dicha evaluación iba a ser calificada para nota

del 3^{er} trimestre. Finalmente, no se tuvo en cuenta para la nota de los alumnos, sólo para obtener los resultados que requería esta investigación educativa.

3.4. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA A RESOLVER

Por los resultados recopilados en la encuesta inicial y por los dibujos que realizaron los estudiantes de 2^o D y 3^o E se observó que un porcentaje muy elevado de los alumnos consideraban que la química no presenta ningún vínculo directo con su día a día, siendo este porcentaje mayor en la clase de 2^o D. Este hecho se correspondió con la bibliografía consultada, siendo este acontecimiento el producto de un currículo demasiado extenso y teórico que limita extremadamente la posibilidad de contextualizar y significar los contenidos que hay en él. Mientras este panorama no cambie, difícilmente se conseguirá que los adolescentes acaben la ESO con una mentalidad crítica de tal manera que puedan juzgar la información que reciben de los medios y tomen las decisiones más certeras al respecto. Por consiguiente, la metodología innovadora que traje a estas clases fue una propuesta para hacer frente al inmovilismo del currículo teórico. Dicha metodología consistió en la realización de pequeñas experiencias de cátedra relacionadas con la temática de *Los elementos químicos de la Tabla Periódica* que se efectuó en el laboratorio y tuvo como objetivo cambiar la visión del alumnado hacia la ciencia (centrándose en concreto en la química). En las experiencias de cátedra se buscó la participación del alumnado para que este se considerase partícipe dentro del proceso educativo. Hubo momentos en los que tuvieron que trabajar en grupos y en otros interactuaron con objetos con el fin de que el aprendizaje fuera más efectivo (acorde con la línea de las teorías de aprendizaje mencionadas en el apartado 1. INTRODUCCIÓN). En concreto, por las experiencias de cátedra elegidas los elementos de la Tabla Periódica contextualizados fueron: zinc (Zn), titanio (Ti), hierro (Fe), yodo (I), aluminio (Al), nitrógeno (N), oxígeno (O), carbono (C), fósforo (P) y potasio (K).

La elección de esta metodología se fundamentó en que consideré que sería un buen inicio para este instituto empezar por este método de enseñanza para que poco a poco fuese sustituyendo a la típica clase magistral (que es la que predomina en su gran mayoría en el centro educativo). Creo que, procediendo de esta manera, no se me catalogaría de “rompedor” en la dinámica en la que funciona el centro, pero daría pie al inicio del cambio. Pues otro de los fines que busqué con la realización de este proyecto educativo, residió en captar positivamente la atención del equipo docente del Departamento de Física y Química de dicho instituto para que se sintieran atraídos con la alternativa educativa que les ofrecía. Y consideré que este sería un buen comienzo, entre otros aspectos, por la fácil reproducibilidad y bajo coste económico que implicó la realización de este proyecto.

4. PROPUESTA DE INNOVACIÓN CONTEXTUALIZADA

La propuesta didáctica aquí presente se ha diseñado para estudiantes de 2º ESO y 3º ESO. No obstante, se recuerda, que debido al escaso tratamiento de la contextualización de los elementos químicos de la Tabla Periódica en toda la ESO, podría aplicarse perfectamente al cuarto curso de esta etapa.

Por la temática elegida, la propuesta de innovación contextualizada se englobó dentro de la asignatura de Física y Química. Sin embargo, algunas de las experiencias que se efectuaron podrían ser englobadas perfectamente dentro de la asignatura de Biología y Geología. En concreto, una experiencia con plantas que se llevó a cabo.

4.1. OBJETIVOS PROPUESTOS

Se formalizaron una serie de objetivos de enseñanza y aprendizaje tanto de carácter general como específico que se trabajaron a la hora de llevar a cabo este proyecto educativo.

4.1.1. OBJETIVOS GENERALES

- Motivar a los estudiantes con el fin de que su curiosidad se vea incrementada en la asignatura de Física y Química.
- Conseguir que el alumnado:
 - aplique el método científico (observación, experimentación, reflexión, toma de datos...) a la hora obtener una conclusión ante un hecho.
 - relacione los elementos de la Tabla Periódica con su vida diaria.
 - trabaje de manera colaborativa.
 - conciba la ciencia como una rama del saber en la que pueden participar para su desarrollo tanto hombres como mujeres.
 - tome conciencia de la importancia de reciclar, del ahorro energético y del cambio climático.
 - sea crítico con la información que recibe de los medios de comunicación y que así comprenda que la química en sí misma no es dañina.

4.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Los estudiantes deberán ser capaces de:
 - comprobar experimentalmente que los componentes de la crema solar nos protegen de la radiación UV del sol.
 - comprender la función del hierro en nuestro organismo y qué técnica se utiliza para visualizar el contenido de hierro en los cereales.
 - conocer que el tetrabrik de leche presenta una capa de aluminio que la protege de los rayos solares.

- distinguir experimentalmente (con povidona yodada) cuando un plátano presenta alto contenido en almidón y cuando no.
- saber el porcentaje de los gases mayoritarios del aire.
- conocer qué gases son tóxicos para el ser humano y cuáles no.
- concebir el efecto invernadero como algo necesario para la vida humana y diferenciarlo del efecto invernadero antropogénico.
- distinguir entre el ozono troposférico y el estratosférico y la repercusión que presentan para el ser humano.
- saber las aplicaciones que presentan algunos gases en la vida diaria: N₂ presente en las bolsas de patatas fritas y el CO₂ utilizado en las bebidas carbonatadas.
- saber cuáles son los nutrientes principales para una planta y comprobar experimentalmente la rapidez de su crecimiento cuando se le añade fertilizante.

4.2. CONTENIDOS UTILIZADOS EN ESTE PROYECTO

Como se ha ido mencionando a lo largo del escrito, el BOCM no establece explícitamente un contenido evaluable con el que se pueda trabajar la contextualización de los elementos de la Tabla Periódica en el aula. Ante esta dificultad, he tenido que buscar diferentes aplicaciones de los elementos químicos que pueden reproducirse mediante experiencias de cátedra a los estudiantes en el laboratorio. Para proceder con esta mecánica, me inspiré en cómo el grupo de *Química Salters* innovó a la hora de establecer una reforma en el marco curricular. A partir de lo indagado, establecí el siguiente contenido:

1. **La crema solar y su utilidad:** se trató el tema de la crema solar y los compuestos que nos protegen de la radiación solar. Experimentalmente, se comprobó su eficacia.
2. **El hierro de los cereales ¿podemos llegar a verlo?:** mediante el método de imantación se observó el hierro presente en los cereales y se atendió la información nutricional para calcular el hierro ingerido en un tazón de cereales y la función que presenta en nuestro organismo.
3. **La leche y su conservación:** se trató el tema del aluminio (elemento bastante fallado en el cuestionario inicial), su función en los tetrabriks y la importancia del reciclaje.
4. **Sabe dulce, no sabe dulce:** se trabajó con plátanos y se utilizó la prueba del yodo para comprobar de manera cualitativa si un plátano estaba maduro o no.
5. **Querido aire, ¿de qué estás hecho?:** a vistas de que una gran mayoría del alumnado de las clases de 2º D y 3º E creía que el porcentaje de O₂ superaba al del N₂ en el aire, se comprobó experimentalmente con una vela y un vaso que en la realidad dichos porcentajes se encuentran invertidos.

6. **Los gases y sus efectos:** se trabajó con la aplicación de los gases y cuáles de ellos era tóxicos para el ser humano y cuáles no.
7. **Germinando una plantita... ¿qué necesitará para seguir creciendo?:** los alumnos plantaron semillas de garbanzo y lenteja y se relacionó su crecimiento con los nutrientes esenciales de las plantas y el papel del fertilizante.
8. **Juguemos a las cartas: ¡cada elemento con su pareja!:** de manera cooperativa, jugaron a un “memory” de elementos químicos con cartas. En cada carta venía representado un elemento con un dibujo asociado a dónde pueden encontrarlo en su día a día.

En el apartado 4.4. TEMPORALIZACIÓN, se indagó con mayor profundidad en cada uno de los apartados y cuál fue la respuesta del estudiante ante esta nueva forma de enseñar ciencia.

4.3. METODOLOGÍA

La metodología que se realizó a los estudiantes de 2º y 3º ESO se llevó a cabo en el laboratorio de Química. Se utilizó un PowerPoint que sirvió de guía a medida que se iba desarrollando el contenido. En el ANEXO XI se ofrecen las diapositivas expuestas durante la explicación divididas en las tres sesiones que duró este proyecto en el laboratorio. Al inicio de cada uno de los temas que constituyeron el contenido, a los estudiantes se les contó una historia introductoria y llamativa que presentó el fin de captar su atención y buscar su respuesta para que participasen en este método de enseñanza. También se hizo uso de materiales que traje de casa (plátanos, bebidas carbonatadas, bolsa de patatas fritas, povidona yodada, crema solar, cartulina, cereales triturados, planta germinada, juegos de cartas con elementos químicos, fertilizantes...) que se necesitó para la realización de las experiencias de cátedra.

Se buscó que la involucración del alumnado fuese lo más elevada posible y se les recalcó los puntos importantes de cada uno de los temas sucesivas veces.

4.4. TEMPORALIZACIÓN

Se dedicó un total de tres sesiones a la realización de experiencias de cátedra tanto a la clase de 2º D como a la de 3º E en el laboratorio. Teniendo en cuenta además que en la primera semana se les pasó el cuestionario inicial y que realizaron la evaluación final en la última semana, se obtuvo que el número total de sesiones destinadas a la realización de este proyecto de innovación educativo sumó un total de cinco sesiones. Se dedicó una sesión semanal los lunes a ambas clases, pues se aprovechó que las horas de Física y Química de 2º D y 3º E eran seguidas en dicho día de la semana. Lo que me permitió tener el material

preparado para ambas clases el mismo día. En el ANEXO XII se ofrecen los días y las horas donde 2º D y 3º E tenían clase de Física y Química.

Se puntualizó que todo salió acorde lo planeado. Por lo que la planificación que se estableció el primer día fue la que se llevó a cabo. Además, el ritmo llevado en ambas clases fue el mismo tal y como muestra la Tabla 4.

Tabla 4. Temporalización del proyecto educativo ejecutada en las clases de 2º D y 3º E.

Sesiones	Día de realización de la sesión tanto a 2º D como a 3º E
<ul style="list-style-type: none"> Cuestionario inicial. Dibujos de qué es la química y quién hace química. Debate sobre el papel de la mujer en la ciencia y lectura de la noticia de Valenzuela (2011) sobre la mala fama de la química. 	11 de marzo (lunes)
<ul style="list-style-type: none"> La crema solar y su utilidad. El hierro de los cereales ¿podemos llegar a verlo? La leche y su conservación. 	18 de marzo (lunes)
<ul style="list-style-type: none"> Sabe dulce, no sabe dulce. Querido aire, ¿de qué estás hecho? 	25 de marzo (lunes)
<ul style="list-style-type: none"> Gases y sus efectos. Germinando una plantita... ¿qué necesitará para seguir creciendo? Juguemos a las cartas: ¡cada elemento con su pareja! 	1 de abril (lunes)
<ul style="list-style-type: none"> Evaluación final. Propuestas de mejora y vídeos de ciencia. 	8 de abril (lunes)

SESIÓN 1. CUESTIONARIO INICIAL, REALIZACIÓN DE DIBUJOS Y LECTURA DEL ARTÍCULO

Esta primera sesión ya se ha comentado en el apartado 3. INICIO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVO. Por lo que se pasó directamente a la descripción de la segunda sesión.

SESIÓN 2. PRIMER DÍA DE EXPERIENCIAS DE CÁTEDRA EN EL LABORATORIO

Tanto para la clase de 2º D como de 3º E, al ser el primer día en el que se encontraban en el laboratorio de Química, se les informó de las normas de seguridad básicas que se deben cumplir. Tenían que presentar una actitud adecuada y un elevado orden, pues a su alrededor se encontraban reactivos que podían ser potencialmente peligrosos para ellos. El número de alumnos presentes era elevado (22 alumnos en 3º E y 26 alumnos en 2º D), por lo que agradecí la ayuda de las docentes a la hora de facilitar el orden dentro del laboratorio. En el ANEXO XIII se ofrece una fotografía del laboratorio de Química donde se efectuaron las experiencias de cátedra (Fuente: Página Oficial IES Los Olivos).

Esta sesión se inició con el recordatorio de que la química en sí misma no es mala y que dicha rama de la ciencia está al alcance de todo el mundo que desee adentrarse en ella, independientemente del sexo u otras condiciones sociales. Mencionado este aspecto, se siguió un PowerPoint guía a la hora de desarrollar esta metodología innovadora. Como se mencionó anteriormente, cada experiencia venía iniciada con una historia introductoria o preguntas que se le formuló al alumnado. Con este hecho se buscó llamar la atención y la curiosidad del estudiante. La pregunta formulada para la primera experiencia (*La crema solar y su utilidad*) fue: “¿cuál es vuestra estación favorita del año?”. Como era de esperar las respuestas más repetidas fueron primavera y verano para ambas clases. Fue entonces cuando les comenté que mi estación del año favorita también era el verano porque disfrutaba enormemente tomando el sol en la playa. A partir de aquí, se ligó con la importancia de echarse crema solar independientemente de que el día estuviera nublado o estuviésemos mucho tiempo sumergidos en el agua. Pues ni las nubes ni el agua nos protegen de la radiación ultravioleta. Posteriormente, leímos los componentes de la crema solar y les expliqué que de todos ellos el óxido de zinc y el óxido de titanio son los que presentan esa función protectora por absorber la radiación ultravioleta del sol y remitiéndola dentro del espectro visible. Para comprobarlo experimentalmente, se les ofreció una cartulina negra a cada uno de los estudiantes y pusieron en una de las mitades crema solar y en la otra crema hidratante. Al dejarse al sol durante un par de días, se observó que en la cartulina permaneció el óxido de titanio y de zinc (compuestos químicos que nos protegen de la radiación), mientras que la crema hidratante fue absorbida por la cartulina quedando una mancha negra tal y como se observa en la Imagen 5.

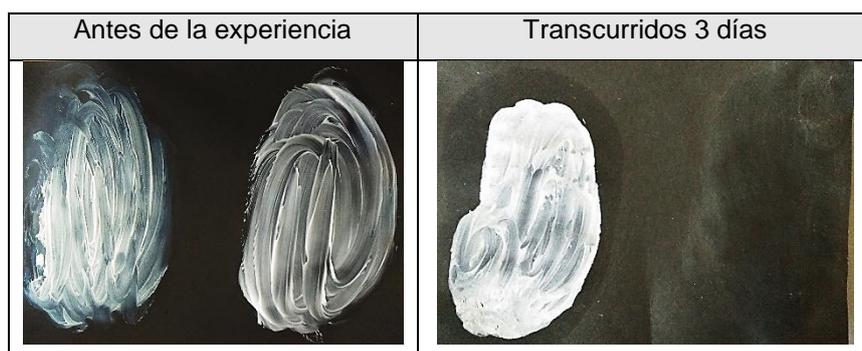


Imagen 5. Crema solar (parte izquierda de la cartulina) y crema hidratante (parte derecha de la cartulina) justo después de adicionarla (fotografía de la izquierda) y tres días después de ponerlas sobre la cartulina negra (fotografía de la derecha).

Esta experiencia no les llamó demasiado la atención ni a los estudiantes de 2º D ni a los de 3º E. No les hizo especial gracia acabar todos con las manos manchadas y tener que esperar para ver realmente cómo quedaba la capa de los óxidos protectores de la crema solar

una vez se haya secado en la cartulina negra. Respecto al comportamiento, el grupo de 2º D fue mucho más hablador que el de 3º E. Se les tuvo que mandar silencio en numerosas ocasiones.

La siguiente experiencia que se realizó en esta sesión fue la relacionada con el contenido *El hierro de los cereales, ¿podemos llegar a verlo?* La historia introductoria en este apartado consistió en preguntarles si algún amigo o familiar iba a cumplir años próximamente, y si era así qué tenían pensado regalarles. Hubo respuestas de todo tipo. Fue entonces cuando les mencioné que a mí siempre me surgían dudas a la hora de saber qué regalo le puedo hacer a una persona cuando se acerca su cumpleaños. Sin embargo, les dije que últimamente hay ideas para todo. Les mencioné que en el último cumpleaños de mi tía le regalaron un desayuno a domicilio. A partir de ahí ligué que para mí un desayuno no le puede faltar un buen tazón de cereales, pues es mi desayuno favorito. Llegados a este punto saqué una caja de cereales y estuvimos leyendo en su etiqueta nutricional los componentes que presentaban.

Finalmente me centré en el hierro existente en los cereales. Les expliqué qué función tiene el hierro en nuestro organismo (transporte de oxígeno en la sangre) y experimentalmente comprobamos que sí que hay hierro en los cereales. Para ello traje unos cereales triturados con agua en una bolsa zip de congelados y con un imán de neodimio vimos cómo se movía el hierro dentro de la bolsa (se aprecia en la Imagen 6).



Imagen 6. Hierro observado de los cereales triturados en la primera sesión del laboratorio. En la zona redondeada de color rojo se aprecia el hierro acumulado por el efecto del imán de neodimio.

A diferencia de la experiencia anterior, en este caso sí que se asombraron bastante tanto los estudiantes de 2º D como a los de 3º E. Les mencioné que la técnica que estábamos utilizando para observar el hierro de los cereales se denomina imantación. Para finalizar esta experiencia y para fomentar la inteligencia lógico-matemática, se calculó los gramos que ingerimos de hierro en un tazón (aproximadamente 30 g de cereales) con la información de la caja de los cereales. Nos dio un resultado de 3,84 mg de hierro.

Ligado con los cereales, la última experiencia era el tetrabrik del cual obtenemos la leche para el desayuno. Corté un bote por dentro y observaron que presentaba una capa de aluminio que protegía a la leche. Esto se llevó a cabo porque un número considerable de estudiantes fallaron la aplicación del aluminio en el cuestionario inicial. Se mencionó que los botes de cristal no protegen igual (aunque estén cerrados) puesto que les expliqué que los rayos del sol inactivan algunas vitaminas de la leche (en concreto la vitamina A). Para finalizar esta sesión les mencioné la importancia de reciclar al ser esta una vía con la que estamos cuidando a nuestro planeta. Hice especial énfasis en el reciclaje del aluminio, al ser este un metal difícil de obtener. Esta última experiencia tampoco les llamó especialmente la atención, puesto que algunos estudiantes se encontraban distraídos en esta última parte (especialmente la clase de 2º D).

SESIÓN 3. SEGUNDO DÍA DE EXPERIENCIAS DE CÁTEDRA EN EL LABORATORIO

Esta segunda sesión del laboratorio se inició recordando los puntos más importantes tratados la semana anterior. Una vez mencionados, la historia introductoria utilizada para el contenido: *Sabe dulce, no sabe dulce* se inició con la pregunta: “¿a quién le gusta hacer deporte?” En general a ambas clases, al menos un tercio de los estudiantes realizaban deporte fuera del horario escolar. A partir de este punto, les dije que muy probablemente un deportista en algún momento de su carrera, se haya hecho alguna herida y haya necesitado de algún antiséptico para curarla. Les expliqué que la povidona yodada que tenemos en casa presenta esta función, pues actúa como un desinfectante y fungicida. El elemento de la tabla periódica que se identifica con la povidona yodada es el yodo. Sin embargo, utilizamos la povidona no con un fin antiséptico, si no para averiguar si los alimentos presentan un alto contenido de almidón o no. Para ello inicialmente se realizó un pequeño experimento donde se comprobó que al adicionar seis gotas de povidona yodada en un vaso de plástico con un poco de miga de pan mojada en agua esta adquirió instantáneamente una coloración azul intensa. Esta experiencia les llamó bastante la atención. Al no tener ni idea de por qué acontecía lo que observaban sus ojos, les expliqué que el cambio de color se debía a la presencia de almidón en la miga de pan. Para que lo entendieran mejor hice una explicación más visual. Les dibujé la molécula de amilosa (componente del almidón) y vieron cómo el yodo quedaba atrapado en su hélice manifestándose de este modo ese característico color violeta. Si el alimento en cuestión no presenta dicha molécula no adquiere la coloración azul intenso. Para comprobarlo, se disolvió azúcar en agua y se adicionó povidona. Y efectivamente no se apreció en ningún momento el tono azulado anterior. El azúcar está compuesto por moléculas de sacarosa, que no presentan estructura helicoidal, originando que el yodo no quede atrapado como en el caso anterior.

Explicado esto les propuse el reto de adivinar qué pasaría si se añadiese yodo a un plátano que estuviese maduro y otro que estuviese verde con el fin de que desarrollaran su capacidad de razonamiento. A pesar de realizar la experiencia con la miga de pan no supieron contestar correctamente. Incluso los alumnos de 2º D, veían absurdo que les preguntase algo que no había llegado a explicar todavía. No se sentían especialmente motivados en aquel día y nuevamente estaban más distraídos y fueron más habladores. No obstante 3º E sí que se presentó más participativo.

Ante este panorama intenté incentivar su curiosidad invitándoles a que pensarán un poco, pero aun así algunos se estaban aburriendo y cansando. Para no alargar más esta situación, finalmente les expliqué que el plátano verde al tener mayor cantidad de almidón adquiriría el tono azulado si se adiciona la povidona yodada. Sin embargo, el plátano maduro al presentar un mayor porcentaje de disacáridos que de almidón (el almidón se ha hidrolizado) no cambiaría de color. Finalmente se comprobó experimentalmente y se relacionó el sabor dulce con mayor porcentaje de disacáridos y menor porcentaje de almidón. Los resultados se aprecian en la Imagen 7.



Imagen 7. Coloración del plátano no maduro con povidona yodada a azul intenso (izquierda). Cuando el plátano está maduro no se aprecia dicho color (derecha).

Para pasar al contenido: *Querido aire, ¿de qué estás hecho?* se les preguntó si alguna vez habían viajado en transporte público. Algunos alumnos asintieron y comentaron que realmente era una experiencia un poco agobiante. Les pregunté si no les habían dado ganas de respirar aire puro del campo cuando se encontraban en situaciones parecidas. Al asentir nuevamente los alumnos, tuve que explicar la diferencia entre sustancia pura y mezcla, puesto que formalmente el aire no es nunca puro, al estar constituido de diferentes moléculas y átomos: oxígeno diatómico, nitrógeno diatómico, argón... Aproveché la ocasión para diferenciar de todos los componentes del aire cuáles eran elementos y cuáles compuestos y hacer hincapié en el concepto de átomo y molécula, debido a que algunos alumnos no lo tenían claro tal y como pude comprobar en el cuestionario inicial. Aclarado este concepto, se quiso demostrar experimentalmente a los estudiantes que el porcentaje de nitrógeno es superior al de oxígeno en el aire, al creer la inmensa mayoría de los estudiantes de ambas

clases que el porcentaje era inverso. Para ello se explicó que se iba a tapar una vela encendida sobre un plato con agua con un vaso de cristal. Antes de efectuar este pequeño experimento quise saber qué preconcepciones presentaban los estudiantes ante esta experiencia. Por lo que les pedí que escribieran en una hoja qué creían que iba a pasar. De esta manera, el alumno tenía que justificar qué iba a acontecer a partir de los conocimientos previos que ya presentaba. El objetivo que se buscó al plantearles esta actividad se enmarca dentro de la Taxonomía de Bloom y se denomina *evaluación*. La Taxonomía de Bloom es una jerarquización de los objetivos de aprendizaje establecida por el psicólogo y pedagogo Benjamin Bloom. Fue publicada en 1956. En su base se encuentra el objetivo educativo más simple de alcanzar (recordar) y en su cúspide el más complicado (crear). En total, los objetivos definidos en la Taxonomía de Bloom son: recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear. En el ANEXO XIV se comenta someramente cada uno de estos objetivos.

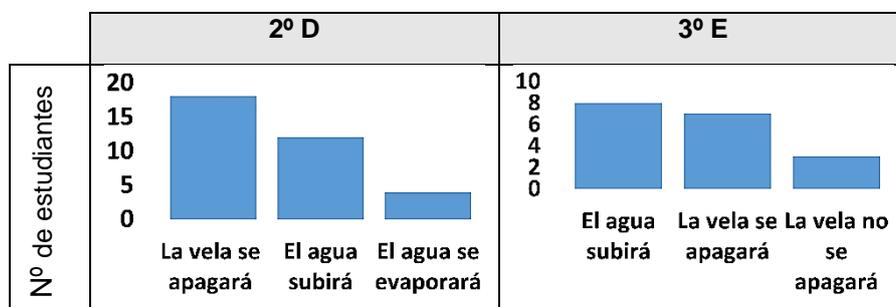


Figura 8. Respuesta de los alumnos de 2º D y 3º E ante la pregunta: “¿qué pasará si se pone un vaso encima de una vela prendida sobre un táper con agua?”

Como puede apreciarse en la Figura 8, las dos respuestas más repetidas por ambas clases fueron correctas. También se mencionó correctamente que el vaso se empañó, pero el porcentaje fue ínfimo (un único estudiante de cada clase). No obstante, hubo respuestas erróneas como muestra la Figura 8. Posteriormente se realizó la experiencia con ambas clases. Tras observar que el agua sube (ver Imagen 8), se empañó ligeramente el vaso y la llama se apagó, les pedí que escribieran en esta ocasión por qué había ocurrido lo que habíamos observado.

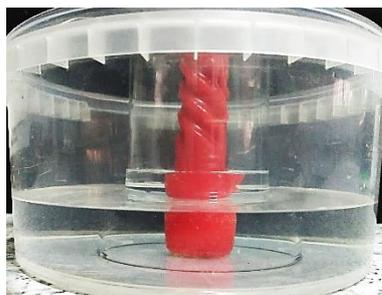


Imagen 8. Ascenso del agua al tapar una vela encendida sobre un táper con agua con un vaso.

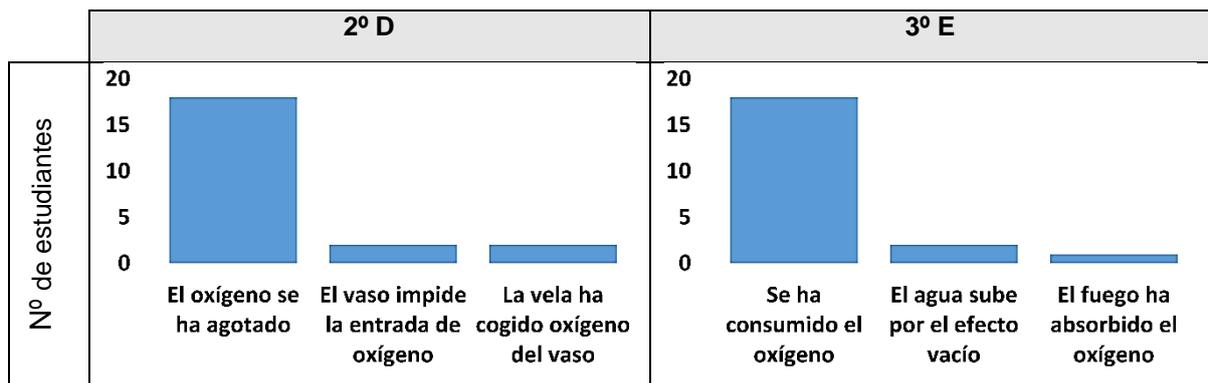


Figura 9. Respuesta de los alumnos de 2º D y 3º E ante la pregunta: “¿por qué el agua ha subido dentro del vaso y la vela se ha apagado?”

Nuevamente la mayoría de las respuestas fueron correctas tal y como se aprecia en la Figura 9. Con todo este proceso, se estuvo llevando a cabo una evaluación durante el proceso de aprendizaje. Según defiende Sanmartí (2007), esta es la etapa más importante. Es muy común ubicar la evaluación sólo en la parte final de toda la etapa educativa. No obstante, un docente no debe olvidar que la evaluación final sólo debe utilizarse con el objetivo de reconocer qué han aprendido los alumnos a lo largo del curso, pero no con el fin de identificar la existencia de los problemas del alumnado. Esto último mencionado debe efectuarse con anterioridad.

Llegados a este punto, les expliqué que la llama se apagó porque la reacción de combustión de la vela no pudo continuar al agotarse el oxígeno dentro del vaso, lo que originó que se produjera un efecto vacío y el agua del exterior entrase. Se observó un ligero empañamiento por la producción de vapor de agua en la reacción de combustión. Como se apreció que el agua subió menos del 50 % dentro del vaso, quiso decir que el porcentaje del oxígeno del aire no puede ser superior al de nitrógeno, siendo este último el componente mayoritario del aire. Como aplicaciones del nitrógeno y del oxígeno en la vida cotidiana les expliqué que el primer gas se utiliza en las bolsas de patatas fritas con el fin de conservarlas, pues una vez abiertas reaccionan con el oxígeno y se ponen rancias. El oxígeno se utiliza en los hospitales para los pacientes que tienen dificultades respiratorias. En la clase de 3º E, al encontrarse en un curso superior, pude aprovechar para explicarles a través del modelo de Bohr y las configuraciones electrónicas cómo se forma el doble enlace covalente entre los átomos de oxígeno y el triple enlace en la molécula de nitrógeno. Para finalizar la sesión se les escribió en la pizarra los porcentajes de oxígeno, nitrógeno y otros gases y les recordé que para el día siguiente se debían traer la plantita que habían germinado.

SESIÓN 4. TERCER DÍA Y ÚLTIMO DE EXPERIENCIAS DE CÁTEDRA EN EL LABORATORIO

La última sesión del laboratorio se inició recordando nuevamente todos los puntos importantes de la semana anterior. En esta sesión estaban más preocupados de la evaluación final. Simplemente se les dijo que tendrían que estar atentos, pues probablemente contase para nota del 3^{er} trimestre, aunque finalmente no fue así. Como ya se explicó el uso del nitrógeno y del oxígeno en nuestro día a día y el porcentaje de cada uno de ellos en el aire, se quiso centrar en la importancia del 1 % restante (en concreto con el CO₂ y vapor de agua) para iniciar con el contenido: *Gases y sus efectos*. Este contenido al igual que el de *La leche y su conservación* presentó un carácter más teórico, lo que implicó una menor participación del alumnado. Les pregunté si creían que el efecto invernadero era perjudicial para la Tierra. Un porcentaje muy elevado de los participantes de ambas clases contestaron de manera afirmativa. Ante este hecho tuve que explicar la importancia de la presencia de moléculas de CO₂ y vapor de agua para que exista dicho efecto invernadero. Sin él, la temperatura media de nuestro planeta rondaría los -20 °C, lo que ocasionaría la imposibilidad de que la vida humana pudiera desarrollarse. Entonces fue cuando maticé que el efecto invernadero **antropogénico** sí es perjudicial, pues se manifiesta por el exceso de dióxido de carbono que emite el hombre. Este exceso origina un incremento descontrolado de la temperatura media del planeta, lo que provoca eventos como el avance de los desiertos o el deshielo de los polos. Quería matizar esta diferencia, pues los medios de comunicación suelen llevar a confusión respecto a este asunto. Para fomentar el contenido actitudinal, les dije que para evitar lo máximo posible contribuir a las emisiones de CO₂ se debería ir en transporte público y ahorrar energía. En relación con el vapor de agua les expliqué que como esta molécula presenta el mismo efecto que el dióxido de carbono, las noches de invierno nubladas presentan temperaturas más suaves. El calor absorbido por el suelo por el día no puede escapar tan fácilmente por la noche y eso origina que la temperatura no baje de manera tan drástica. A continuación, les expliqué que el CO₂ aparece en nuestra vida cotidiana en las bebidas carbonatadas que bebemos. Por consiguiente, a pesar de que muchos creían lo contrario, se evidenció que el dióxido de carbono no es tóxico para el ser humano. Pude relacionar con ambas clases este tema con las leyes de los gases al preguntarles qué creían que pasaría si se dejara una lata de refresco con burbujas de CO₂ al sol. Al no saber contestar a esta pregunta les expliqué que un aumento de la temperatura incrementaría la presión dentro de la lata. Si esta llega a ser muy alta conseguiría explotarla.

Para acabar este contenido de los gases y sus efectos les hablé del ozono troposférico y estratosférico y de las diferencias entre ellos. Lo consideré oportuno puesto que en las noticias es mencionado con frecuencia la concentración del ozono troposférico como medida de la calidad del aire, al ser este un contaminante por ser tóxico para el ser humano. Sin

embargo, les expliqué que el ozono estratosférico (que no es químicamente diferente al ozono troposférico) al encontrarse a una mayor altitud no nos afecta a nuestra salud y se requiere para protegernos de la radiación UV del sol. Les mostré que en la Antártida hay una menor concentración de ozono estratosférico por la emisión de compuestos antropogénicos que han debilitado dicha capa. Con la intención de que la capa de ozono se recupere les hablé del protocolo de Montreal y del compromiso de los países que lo firmaron.

Para iniciar el contenido: *Germinando una plantita... ¿qué necesitará para seguir creciendo?* les pregunté que si las plantas tenían química o sólo pertenecían al campo de la biología. Llegados a este punto sí contestaron ambas clases que tenía relación con la química. Quise incluir este contenido para desarrollar la inteligencia naturalista del alumnado. Explicué los nutrientes que necesita una planta para vivir y recordé el concepto de ion y la diferencia entre anión y catión, puesto que muchos de los nutrientes que toma las plantas se encuentran cargados ya bien sea positivamente o negativamente. Remarqué que de todos los elementos esenciales que necesita una planta para vivir, tres son considerados los nutrientes principales al ser requeridos en cantidades mayores. Dichos nutrientes son: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Les llevé un fertilizante y pudieron observar que aparecía la sigla NPK, haciendo referencia a los nutrientes principales de las plantas, aunque presentase todos los elementos esenciales. Les eché un poco de fertilizante a cada una de sus plantitas y dejamos como tema pendiente para la semana que viene cómo habían evolucionado. En general, sí se observó un crecimiento en todas las plantas de los alumnos y en la que yo llevé también. En la Imagen 9 se refleja el crecimiento de la planta de garbanzo de una semana a otra echándole tres dosis del fertilizante en esos siete días.



Imagen 9. Evolución de la planta de garbanzo en una semana tras echarle tres dosis del fertilizante. En la imagen de la izquierda se encuentra la plántula de garbanzo antes de adicionarle el fertilizante y en la imagen de la derecha se observa el crecimiento manifestado en una semana tras incorporar en la planta de garbanzo vía radicular tres dosis del fertilizante.

También quise recalcar que, si se hace un uso abusivo de los fertilizantes en el suelo del cultivo, parte de estos irán a los acuíferos y originarán la contaminación de los ríos y una proliferación de algas en su superficie que impedirá el desarrollo de la vida de los seres vivos que vivan en dicho río (este proceso es conocido como eutrofización).

Para finalizar esta sesión, les repartí unas cartas que simulaban el juego del “memory” de los elementos químicos (Fuente: orientacionandujar.es). La realización de este tipo de actividad es conocida como gamificación. Según estudios de Ortiz-Colón et al. (2018), la existencia de esta metodología origina a los estudiantes una mayor motivación lo que lleva asociado un beneficio para su proceso de aprendizaje y de socialización.

Tenían que trabajar en grupo, dejando levantadas las cartas solamente cuando encontraban su pareja. De esta manera se estaba fomentando la inteligencia interpersonal y el trabajo colaborativo. Pudo apreciarse cómo transcurrió el juego en la Imagen 10. En el ANEXO XV se ofrecen las imágenes de las cartas utilizadas.



Imagen 10. Alumnos jugando al “memory” de los elementos químicos en el laboratorio de Química.

Se dejó claro desde el principio que el objetivo del juego era que se fuesen fijando y no resolverlo inmediatamente. Me sorprendió gratamente que esta actividad funcionara mucho mejor de lo que me esperaba. Sobre todo en 2º D que siempre fue el grupo más hablador y más distraído.

Finalizada esta sesión se les recordó que la próxima semana realizarían la evaluación final y que se llevaría a cabo en su aula de clase habitual.

5. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

La muestra seleccionada en la evaluación final se correspondió nuevamente con todos los cursos de la etapa de la ESO (2º D, 3º E, 4º A). A todos ellos se les hicieron las mismas preguntas a pesar de estar en cursos diferentes, pues las experiencias realizadas y

contenidos impartidos tanto en la clase de 3º E como de 2º D fueron los mismos. Se recuerda que a la clase de 4º A no se efectuó ninguna experiencia de cátedra en el laboratorio y por tanto no se le aplicó la metodología innovadora como tal. Se utilizó este último curso para constatar si los alumnos de ciencias al finalizar la ESO concebían los elementos de la Tabla Periódica más allá de una lista que tengan que aprenderse de memoria. Y por tanto saber si conocían algunas aplicaciones de dichos elementos en la vida cotidiana.

5.1. EVALUACIÓN FINAL

En la evaluación final se formularon trece preguntas. Nueve de ellas fueron de tipos test donde el error no era penalizado. A los estudiantes de 3º E y 2º D se les escribieron tres preguntas extra. La primera solicitaba que escribieran cuáles habían sido las experiencias que más les habían gustado y que indicaran de una manera global si la realización de estas experiencias había incrementado su gusto por las ciencias (debían rodear una de estas cinco opciones: *Mucho / Bastante / Normal / Poco / Para nada*). La segunda pregunta les pedía que redactaran en breves líneas cómo creían que podrían mejorarse las experiencias que hicimos en el laboratorio. Por último, tenían que volver a calificar de manera numérica dónde se encontraba su gusto por las ciencias una vez fue finalizada esta propuesta didáctica. No hubo tiempo límite para su realización. No obstante, la clase de 2º D tardaron 25 minutos en completarlo, 20 minutos la clase de 3º E y 15 minutos la clase de 4º A. Para la clase de 4º A el cuestionario fue anónimo. Sin embargo, para los otros dos cursos los alumnos debían escribir su nombre. De esta forma se buscó que se lo tomaran suficientemente en serio y se esforzaran al menos en contestar las preguntas que sabían. Aunque se recuerda que finalmente no se tuvo en cuenta para tomar una nota calificativa en el trimestre.

5.2. RESULTADOS Y ANÁLISIS Y COMPARATIVA ENTRE CURSOS

A continuación, se expusieron los resultados obtenidos en la evaluación final para las clases de 2º D, 3º E y 4º A. En el ANEXO XVI puede consultarse el modelo que se les pasó a estos estudiantes. Nuevamente, se estudió de manera conjunta las respuestas de los hombres y mujeres de cada una de las clases al no encontrarse una divergencia digna de matizar entre las respuestas que reflejaron ambos sexos ante las preguntas que se les enunciaron. En el día de la evaluación final (8 de abril) el número de estudiantes presentes en cada clase fue el siguiente: 25 en 2º D, 22 en 3º E y 24 en 4º A. Se destaca que en ese día parte de la clase de 4º A tenía una excursión, por lo que siete estudiantes no pudieron rellenar este cuestionario final.

Pregunta 1. ¿Qué papel tuvo Rosalind Franklin dentro del ámbito científico?

El objetivo buscado al preguntarles esta cuestión era conocer si recordaban la labor que presentaron las científicas que se les mencionó en la primera sesión una vez finalizó el cuestionario inicial.

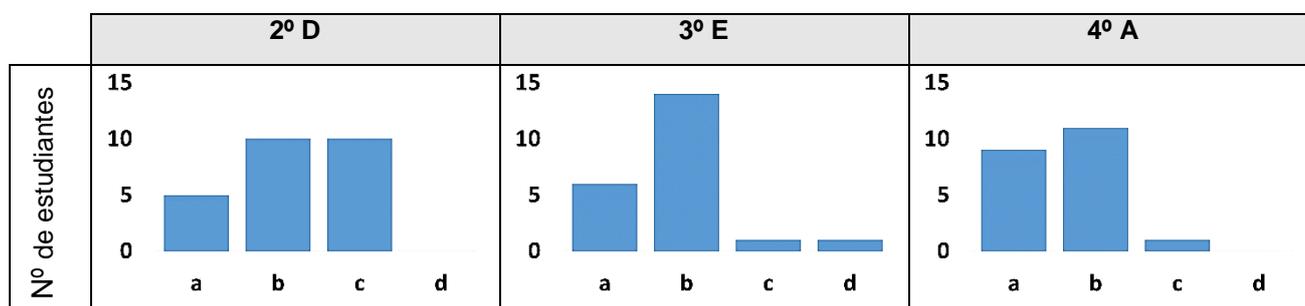
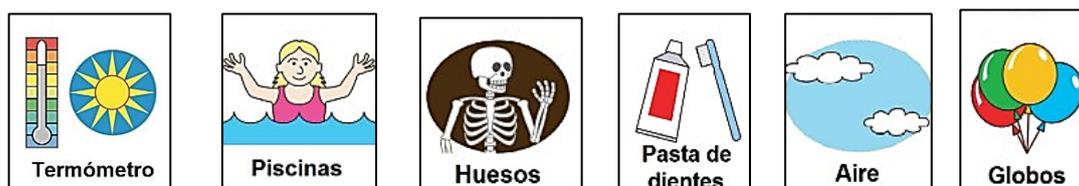


Figura 10. Opción que seleccionaron los alumnos de 2º D, 3º E y 4º A ante la pregunta 1 de la evaluación final. Esta pregunta era de tipo test y la respuesta era única (opción b). Las diferentes opciones que se les ofrecían eran: a) *Estudió la radiactividad de algunos elementos que descubrió (polonio y radio)*, b) *Contribuyó a la comprensión de la estructura del ADN*, c) *Fue la primera mujer en ir al espacio*, d) *Desarrolló un extracto de aceite que sirvió como tratamiento contra la lepra*.

Recordando que el alumnado perteneciente a las clases de 4º A y 3º E realizaron un trabajo en el segundo trimestre sobre las mujeres científicas, es lógico el hecho de obtener un mayor porcentaje de aciertos en ambas clases (46 % en 4º A y 64 % en 3º E) en comparación con 2º D (ver Figura 10) que no efectuó ese trabajo al tener otra profesora que les impartía docencia (40 % de aciertos). No obstante, personalmente yo les mencioné a los estudiantes de 2º D el papel de dicha científica en la historia de la ciencia. Por lo que se concluyó que muchos estudiantes no retuvieron lo que se les explicó en la primera sesión.

Pregunta 2. La química nos rodea en la vida diaria más de lo que os imagináis. Escribe el elemento químico con el que se relaciona cada carta debajo de cada una de ellas. Como observarás, sobran cinco nombres, pues sólo hay seis cartas y cada carta se relaciona con un único elemento químico.

Los dibujos de esta pregunta fueron sacados de las 25 cartas con las que jugaron en el laboratorio.



Mercurio / Oro / Hidrógeno / Helio / Cloro / Wolframio / Aluminio / Fósforo / Flúor / Neón / Oxígeno

La finalidad que se perseguía al incluir esta pregunta era comprobar si la técnica de gamificación empleada en el laboratorio funcionó para que el alumnado pudiera contextualizar los elementos de la Tabla Periódica en nuestro día a día.

Tabla 5. Número y porcentajes de alumnos de las clases de 2º D, 3º E y 4º A que relacionaron correctamente todos los dibujos con su elemento químico de la pregunta 2 de la evaluación final.

	2º D	3º E	4º A
Nº de alumnos	8	17	17
% de alumnos	32 %	77 %	71 %

Con los resultados que se reflejan en la Tabla 5, pudo apreciarse que la técnica de gamificación fue mucho más efectiva con la clase de 3º E que con los de 2º D. Como se ha ido repitiendo a lo largo de este proyecto, la clase de 2º D presentó una menor involucración en esta propuesta metodológica. Además, al nunca haberse especificado que esta evaluación contase para nota, muchos alumnos no se tomaron demasiado en serio las actividades que se realizaron en el laboratorio. Lo concebían más como un mero entretenimiento que como una vía por la cual pudieran aprender de una manera más efectiva. Sin embargo, con la clase de 3º E siempre existió un compromiso mayor por su parte a la hora de querer aprender, aunque sospechasen que todo lo que estábamos trabajando no se llegase a calificar en una nota para el trimestre. De todos modos, se destacó que ningún estudiante de 2º D ni de 3º E tomó apuntes cuando iba exponiendo cada uno de los temas. La clase de 4º A también tuvo un porcentaje elevado de alumnos que identificaron todos los elementos con su carta, a pesar de que no practicaron con el juego del “memory”, deduciendo de esta manera que una parte notoria de la clase sí contextualizó los elementos químicos preguntados en esta cuestión.

Pregunta 3. ¿Es necesario echarse protección solar en verano en un día nublado?

Tras haber efectuado en el laboratorio la experiencia de cátedra con la crema solar y la cartulina, se quería comprobar si los alumnos de 2º D y 3º E habían sido concienciados de la importancia que tiene aplicarse protector solar en épocas estivales.

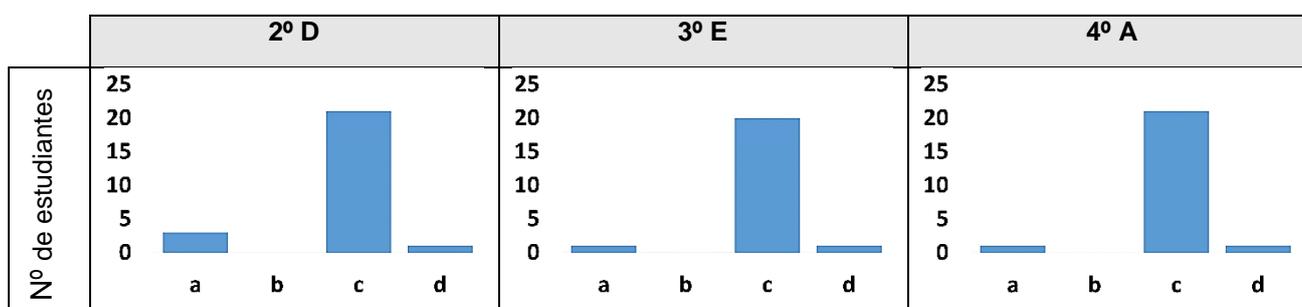


Figura 11. Opciones que seleccionaron los alumnos de 2º D, 3º E y 4º A ante la pregunta 3 de la evaluación final. Esta pregunta era tipo test con una única solución (opción c). Las posibles respuestas que se le otorgaban a los estudiantes eran las siguientes: a) *No es necesario, las nubes nos protegen de la radiación solar*, b) *Si estás todo el tiempo sumergido en el agua, no es necesario aplicarse protección solar*, c) *Siempre es necesario, aunque sea un día nublado y estemos mucho tiempo sumergidos en el agua*, c) *Sólo es necesario si corre aire, porque corremos el riesgo de que nuestra piel se deshidrate*.

Como se aprecia en la Figura 11, el porcentaje de aciertos fue muy elevado en todas las clases (84 % en 2º D, 91 % en 3º E y 88 % en 4º A). Como a 4º A no se le aplicó la experiencia de la cartulina, se dedujo que las noticias que ven y los consejos que les dan sus padres para que se cuiden la piel originó que al final el alumnado sepa que en verano siempre es recomendable aplicarse protector solar. No obstante, por lo que pude comprobar cuando se efectuó esta experiencia con los de 3º E y 2º D (sobre todo este último curso), no todos conocían que las nubes y el agua no nos protegen de la radiación solar. Esto implicó que la realización de esta actividad sí que supuso una concienciación tanto a 3º E como a 2º D y ampliación de la información de cómo debemos protegernos frente a la radiación solar cuando los índices UV son elevados, a la vista de estos resultados.

Pregunta 4. Unos amigos se van de vacaciones de verano a Granada en pleno mes de julio con el fin de ver la Alhambra. No obstante, se despistaron y se olvidaron una lata de Coca-Cola en el maletero del coche. Cuando regresaron al parking después de la visita guiada y abrieron el maletero, se encontraron la lata de Coca-Cola completamente rota y el líquido esparcido por el maletero. ¿Cómo explicas esto?

A diferencia de las preguntas anteriores, esta es la primera pregunta abierta y por consiguiente el grado de dificultad que presentaba era mayor. Al ser una pregunta abierta, me resultó complicado definir el grado de concreción para determinar cuándo la respuesta escrita por el estudiante estaba perfectamente correcta. Al final decidí que como mínimo debían mencionar las magnitudes de presión y temperatura y la relación que hay entre ellas para justificar la explosión de la lata debido a la existencia de un gas (CO₂) en su interior.

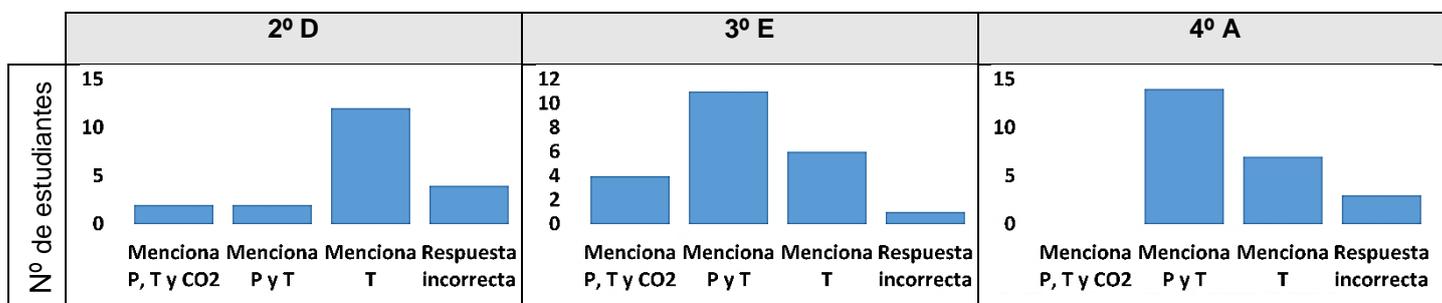


Figura 12. Variables mencionadas por los alumnos de 2º D, 3º E y 4º A para justificar su respuesta ante la pregunta 4 de la evaluación final.

Por lo reflejado en la Figura 12, se observa que la respuesta más repetida del curso de 2º D (48 %), sólo hace referencia a un único factor (temperatura). En general, sus respuestas fueron menos elaboradas que los cursos de 3º E y 4º A, donde en la mayoría de los casos se mencionaban como mínimo dos factores (presión y temperatura). Sólo un 8 % de los alumnos de 2º D y un 18 % de los alumnos de 3º E indicaron que el gas que tenía la Coca-Cola era CO₂. Por lo que puede afirmarse que el concepto en general no quedó retenido. Ningún estudiante de 4º A concretó cuál era el gas de ese refresco.

Pregunta 5. ¿Se podría encender una cerilla en la superficie de la Luna?

Con esta pregunta quería comprobarse si llegaron a comprender los estudiantes de 2º D y 3º E que para que algo prenda es necesaria la presencia de oxígeno.

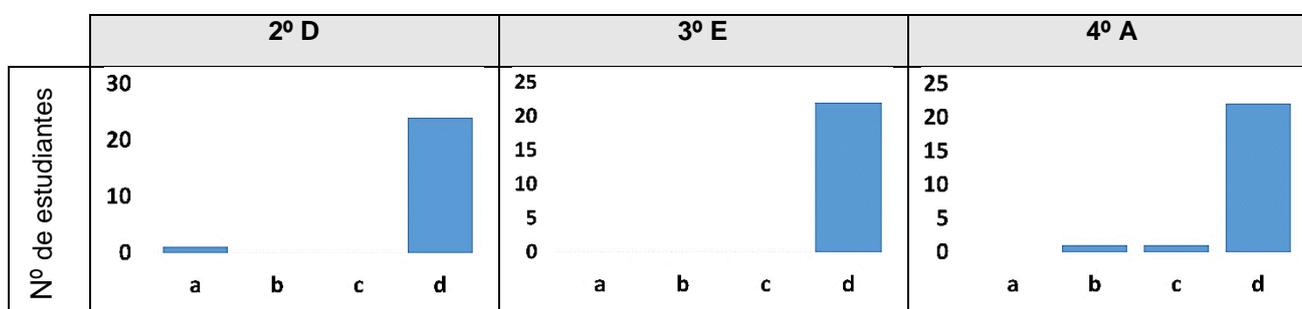


Figura 13. Opciones que seleccionaron los alumnos de 2º D, 3º E y 4º A ante la pregunta 5 de la evaluación final. Esta pregunta tipo test tenía una solución única (opción d). Las posibles respuestas que se le otorgaban eran las siguientes: a) *No, porque no hay gravedad suficiente para que pueda encenderse*, b) *No, porque hace demasiado frío y por consiguiente nunca se alcanzará la temperatura de ignición (temperatura a la cual se enciende la cerilla)*, c) *No, porque en la superficie de la Luna no habría suficiente rozamiento entre el fósforo de la cerilla y la superficie rugosa de la caja*, d) *No, porque no hay atmósfera y por tanto no hay oxígeno*.

Tal y como queda indicado en la Figura 13, todos los cursos contestaron de manera correcta a esta pregunta, alcanzándose en 3º E el 100 % de aciertos. Con esto se llegó a la conclusión, tal y como se observó a la hora de analizar los preconceptos que tenían los estudiantes con la experiencia de la vela, que la experiencia les indica que para que una vela o cerilla se mantenga encendida se necesita oxígeno. Si de por sí la Luna no tiene atmósfera es imposible que tenga oxígeno y por consiguiente la cerilla no puede prender.

No obstante, se recordó por los resultados obtenidos tras el análisis de los preconceptos de la experiencia de la vela, que había algunos estudiantes de 2º D y 3º E que creían que la vela permanecería encendida antes de realizar la experiencia. Creo que después de esa sesión pudieron comprobar esos escasos estudiantes la necesidad de la existencia de

oxígeno para que perdure la llama de la vela y por consiguiente se pudo afirmar que aprendieron dicho concepto.

Pregunta 6. Es probable que hayas visto más de un meme haciendo alusión a que las bolsas de patatas fritas están prácticamente llenas de aire. Sin embargo, esto tiene una explicación. ¿Cuál es?

Con esta pregunta se quería saber si habían retenido los alumnos la aplicación de los gases (en concreto la del nitrógeno) que se les explicó semanas anteriores.

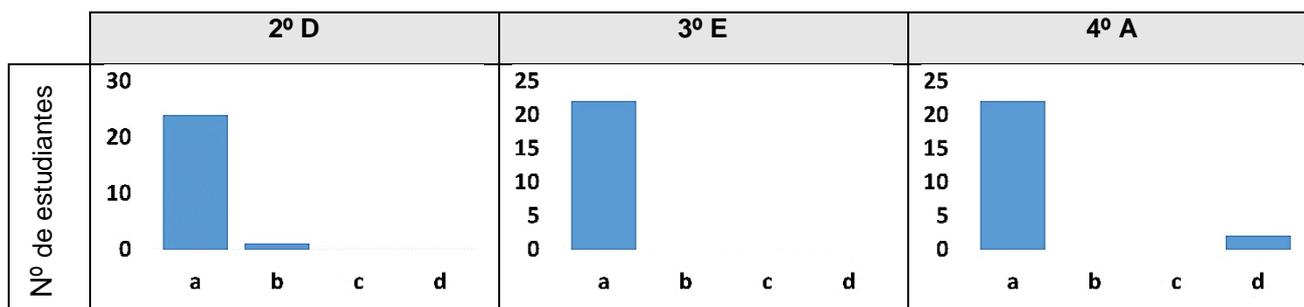


Figura 14. Opciones que marcaron los alumnos de 2º D, 3º E y 4º A ante la pregunta 6 de la evaluación final. Esta pregunta tipo test tenía una única solución (opción a). Las posibles respuestas que se le otorgaban a los estudiantes eran: a) Las bolsas de patatas no tienen aire (mezcla homogénea), solo tienen nitrógeno. Al ser este un gas inerte, las protege durante el transporte y las conservan hasta su consumo, b) El oxígeno del aire hace que las patatas estén más crujientes, c) El CO₂ del aire incrementa su sabor salado, d) El vapor del agua del aire presenta una función antiséptica evitando así la proliferación de hongos en las patatas.

La Figura 14 muestra que los cursos (hasta para mi sorpresa 4º ESO) conocían casi en su totalidad que el gas que se utiliza para conservar las patatas fritas en la bolsa es nitrógeno gaseoso. Posteriormente me enteré de que el Departamento de Física y Química utiliza normalmente este ejemplo para contextualizar la molécula de nitrógeno en nuestra vida cotidiana.

Pregunta 7. Un extraterrestre procedente de otra galaxia llega al sistema solar en busca de un nuevo planeta donde vivir. El extraterrestre es químico y analiza los componentes de la atmósfera de la Tierra y de Júpiter. El extraterrestre decide alojarse definitivamente en el planeta que tiene un 81 % de hidrógeno gaseoso, debido a que lo puede utilizar como combustible para su nave.

- a) Justifica si el extraterrestre ha decidido quedarse en el planeta Tierra o en Júpiter.
- b) Escribe los dos componentes mayoritarios de la atmósfera terrestre y su abundancia (en porcentaje) de cada uno de ellos.

Esta pregunta abierta tenía dos apartados, pero con una única solución en cada uno de ellos. En el apartado a) debían justificar que el extraterrestre decidió alojarse en el planeta Júpiter puesto que la atmósfera terrestre no presente ese porcentaje de hidrógeno gaseoso en su atmósfera. Puntualizando más, ese porcentaje en la Tierra es prácticamente inexistente (0,000055 %). En el apartado b) simplemente debían indicar los porcentajes de O₂ y N₂ en la atmósfera terrestre (21 % y 78 % respectivamente).

Tabla 6. Porcentaje de estudiantes de las clases de 2º D, 3º E y 4º A que acertaron el apartado a) y al apartado b) de la pregunta 7 de la evaluación final.

	2º D	3º E	4º A
Correcto a)	16 %	36 %	29 %
Correcto b)	24 %	27 %	0 %

Por los datos recogidos en la Tabla 6 se concluye que los resultados en esta pregunta fueron bastante malos para todos los cursos. Se destacó que más del 50 % de cada clase dejó en blanco esta pregunta. Se apreció que ningún estudiante de 4º ESO de ciencias era conocedor de la composición del aire que respira. Los resultados obtenidos por los cursos del primer ciclo (2º ESO y 3º ESO) no son satisfactorios. Además, por los resultados de 4º A, se requiere que de algún modo didáctico se les enseñe la composición del aire, puesto que dichos estudiantes van a acabar la ESO sin saber qué es lo que están respirando.

Pregunta 8. Rodea qué sustancias son tóxicas para el ser humano: CO₂ / NO / N₂ / CO / O₃ troposférico

El objetivo que se perseguía al realizar esta pregunta residía en saber si eran capaces de distinguir los compuestos que son perjudiciales para el hombre y los que no lo son. Algunos de los que se consideran tóxicos muchas veces son mencionados en las noticias y se utilizan como índices de niveles de contaminación. Por otra parte, otros gases no lo son. Por ejemplo, el CO₂ que aparece en nuestras bebidas carbonatadas o el N₂ que es el constituyente principal del aire.

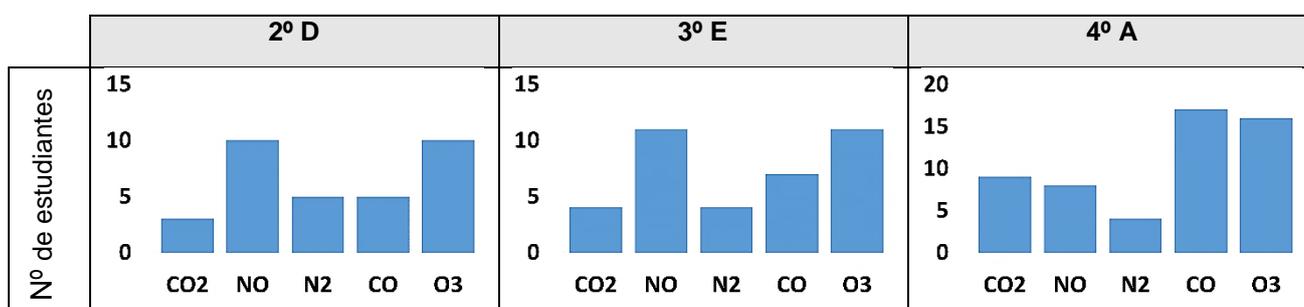


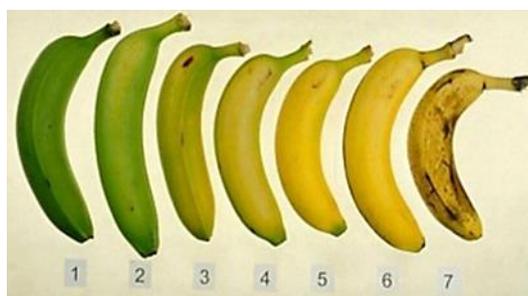
Figura 15. Número de estudiantes de las clases de 2º D, 3º E y 4º A que rodearon los gases: CO₂, NO, N₂, CO y O₃ troposférico como respuesta a la pregunta 8 de la evaluación final. En esta pregunta podían rodear más de una opción, pues son en total tres compuestos tóxicos para el ser humano los que están escritos en el enunciado: NO (*monóxido de nitrógeno*), CO (*monóxido de carbono*), O₃ *troposférico (ozono troposférico)*.

La Figura 15 refleja que en la clase de 2º D los dos gases más seleccionados fueron tóxicos y el menos seleccionado no lo era. No obstante, me pareció curioso que tuviera el mismo número de elecciones el monóxido de carbono y el nitrógeno. Pues tal y como les expliqué y como en numerosas ocasiones por desgracia sale en las noticias, el CO nos genera la muerte por envenenamiento al impedir que podamos coger más oxígeno del medio.

En la clase de 3º E todos los gases tóxicos fueron los más seleccionados. Por lo que, en comparación con 2º D, nuevamente el método llevado a cabo para que adquirieran conocimientos científicos fue más eficaz con el curso de 3º E. No obstante, hubo alumnos de dicho grupo que rodearon el N₂ y CO₂ a pesar de insistir que son inocuos. Sobre todo, incidí bastante con el CO₂, pues los medios lo suelen tratar de una manera que lleva a confusión. Pues sólo hablan del cambio climático que origina su presencia en exceso, pero no de otras aplicaciones que presenta en el día a día.

El grupo de 4º A rodeó mayoritariamente el CO y el O₃ troposférico. Como a este grupo no se les explicó nada, se concluyó que al tener una mayor maduración estos estudiantes se fijan más en las noticias y atienden ante asuntos como la contaminación y qué compuestos la generan. Nuevamente, el CO₂ fue bastante seleccionado. Probablemente, esto sea debido por lo que transmiten los medios de comunicación tal y como se ha comentado con anterioridad.

Pregunta 9. ¿Qué plátano tiene mayor porcentaje de almidón? Marca el número del plátano correcto. Si se echara povidona yodada (betadine) al plátano que tiene más almidón... ¿De qué color se pondría?



Al formular esta pregunta se pretendía analizar si la experiencia del plátano realizada en el laboratorio fue significativa para que el alumnado relacionase el grado de madurez de

un plátano con su porcentaje de almidón y qué coloración adquiriría cuando se le añadía povidona yodada en función de dicho porcentaje.

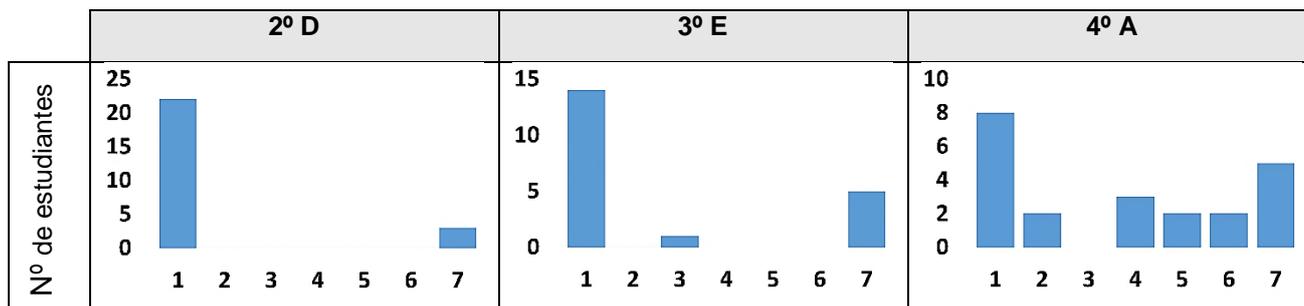


Figura 16. Número de estudiantes de las clases de 2º D, 3º E y 4º A que seleccionaron los diferentes plátanos como respuesta a la pregunta 9 de la evaluación final. La respuesta correcta a esta pregunta se identificaba con el primer plátano, al presentar un menor grado de maduración y por consiguiente mayor porcentaje en almidón, lo que origina un menor sabor dulce.

En la Figura 16 se aprecia que en todos los cursos, incluso en 4º A, la respuesta más seleccionada fue la correcta. Fue normal que hubiera más variedad de respuestas en la clase de 4º ESO, puesto que se recuerda que a este grupo no se les explicó absolutamente nada. En este caso, el grupo con mayor porcentaje de aciertos fue 2º D (88 %), siendo algo menor en 3º E (64 %). En ambas clases, el resultado fue mejor que en 4º A (33 % de aciertos). Por lo que se puede concluir que al llamarles la atención esta pequeña práctica, gran parte de los estudiantes retuvieron los conceptos que deseaba enseñarles.

Respecto al color, el porcentaje de aciertos de cada una de las clases fue el siguiente: 2º D (40 %), 3º E (82 %), 4º A (25%). Es curioso que a la clase de 2º D a pesar del asombro que les originó el cambio de color, sólo el 40 % puso que adquiriría un tono azulado oscuro. Los estudiantes de 4º A que lo acertaron, es muy probable que sea debido a que en la asignatura de Biología y Geología en algún curso anterior hicieron esta práctica con lugol (disolución de yodo molecular y yoduro potásico) ya bien sea con el plátano, patata o con migas de pan con el fin de comprobar la existencia de almidón en los alimentos.

Pregunta 10. ¿Cuáles son los nutrientes principales para una planta?

Con esta pregunta quería verificarse si tras haber germinado una planta y haber utilizado el fertilizante para su crecimiento, los estudiantes retuvieron cuales son los nutrientes principales de una planta.

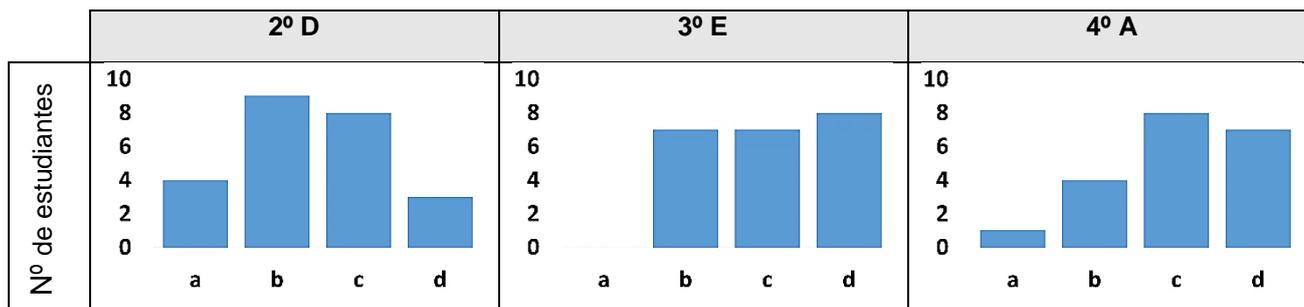


Figura 17. Opciones que marcaron los alumnos de 2º D, 3º E y 4º A ante la pregunta 10 de la evaluación final. Esta era de nuevo una pregunta de tipo test con una única solución correcta (opción c). Los estudiantes debían seleccionar una de las siguientes opciones: a) *Nitrógeno, calcio e hierro*, b) *Nitrógeno, potasio y magnesio* c) *Nitrógeno, fósforo y potasio* d) *Nitrógeno, sodio y potasio*.

Como puede apreciarse en la Figura 17, ni la clase de 2º D ni la de 3º E recordaron el contenido que se les quería transmitir sobre los nutrientes de las plantas, pues el porcentaje de aciertos fue prácticamente similar a los de 4º A (32 %) a pesar de haberles explicado a los estudiantes de 2º ESO y 3º ESO cuáles eran los nutrientes principales. No es de extrañar que el grupo de 4º ESO no supiera la respuesta, pues no aparece ni en la programación de Biología y Geología ni en la de Física y Química que se tenga que estudiar en la ESO los elementos esenciales de las plantas. Por consiguiente, se dedujo que esta pregunta tenía un enfoque demasiado teórico para lo que se trabajó en el laboratorio, que fue mucho más práctico y experimental.

Pregunta 11. ¿Qué papel desempeña el hierro en nuestro organismo?

Se quería comprobar al exponerles esta cuestión si con el hecho de ver el contenido de hierro en los cereales con la técnica de imantación y posteriormente explicarles la función que tenía este mineral en nuestro cuerpo retenían mejor la explicación por el hecho de hacer esta experiencia de cátedra.

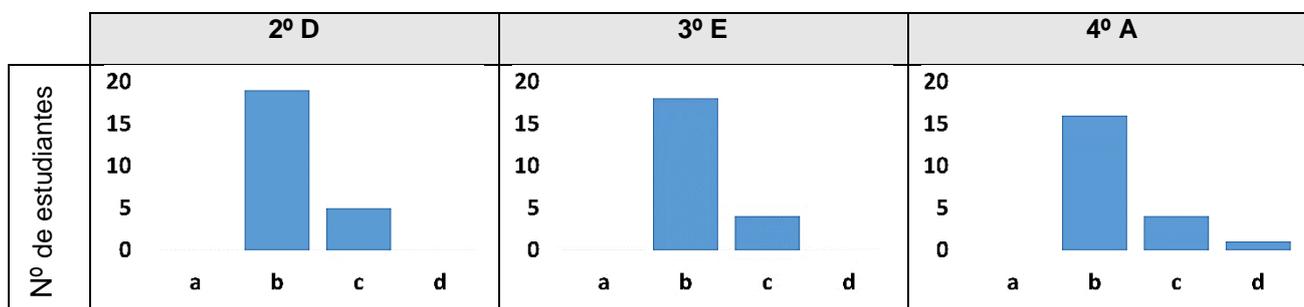


Figura 18. Opciones que marcaron los alumnos de las clases de 2º D, 3º E y 4º A ante la pregunta 11 de la evaluación final. Esta pregunta también era tipo test y su solución era única y se correspondía con la opción b. Las posibles respuestas a elegir eran las siguientes: a) *Es necesario para una buena visión nocturna*, b) *Es fundamental para el transporte de oxígeno*, c) *Se necesita para transmitir el impulso nervioso a los músculos*, d) *Presenta la función de sintetizar hormonas tiroideas*.

En todas las clases, tal y como refleja la Figura 18, el porcentaje de aciertos fue bastante alto. El mayor se observó en 3º E (82 %), el segundo en 2º D (76 %) y el último en 4º A (66 %). Como los resultados de 3º E y 2º D fueron mejores a los de 4º A, se pudo concluir que la experiencia de los cereales que se realizó en el laboratorio sí consiguió que los estudiantes pudieran contextualizar la función del hierro presente en nuestra vida cotidiana. Además, comprendieron la necesidad de incorporarlo a nuestra dieta y sabrían indicar dónde podemos encontrarlo.

Pregunta 12. Los cereales son un alimento que presentan alto contenido en hierro ¿Con qué método de separación podrías obtener el hierro que está presente en los cereales?

Se quería confirmar si el hecho de que los estudiantes jugaran con el imán de neodimio y mover el Fe presente en los cereales ocasionó que entendieran la técnica de separación que estaban utilizando.

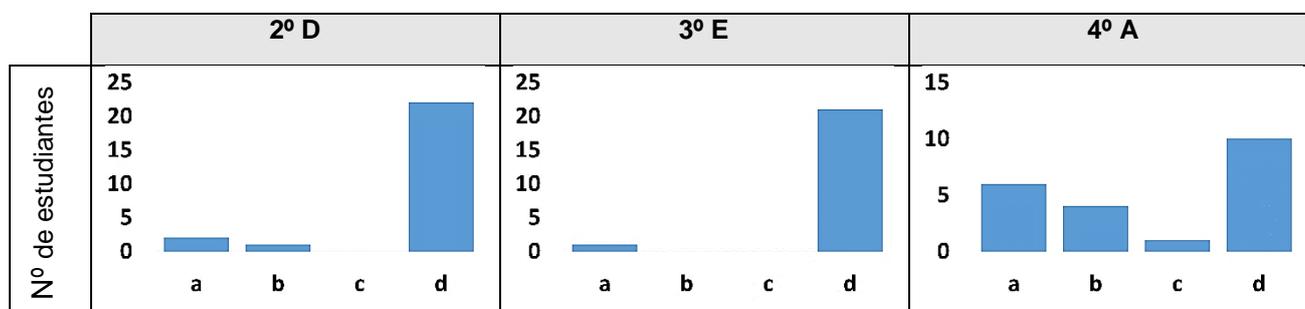


Figura 19. Opciones que marcaron los alumnos de las clases de 2º D, 3º E y 4º A ante la pregunta 12 de la evaluación final. Esta pregunta de tipo test tenía relación con la anterior, al seguir con el tema del hierro en los cereales. La respuesta correcta era la opción d. Las diferentes opciones que se les otorgaban eran las siguientes: a) *Cristalización*, b) *Centrifugación*, c) *Evaporación*, d) *Imantación*.

A pesar de que la respuesta correcta en todos los cursos fue la más seleccionada (ver Figura 19), el porcentaje de aciertos en la clase de 2º D (88 %) y 3º E (95 %) dista bastante a los de 4º A (42 %). Aunque al curso de 4º ESO no se le realizó la propuesta didáctica, cuando les estuve explicando el tema de *Dinámica* durante el módulo específico de las prácticas, les mencioné las diferentes fuerzas que existían en el universo y les puse el ejemplo del imán y el hierro para explicar la fuerza magnética. Por lo que se deduce, que aunque se les indicó a los de 4º A de manera magistral la propiedad del hierro al verse este afectado por el campo magnético de un imán, los estudiantes de 2º D y 3º E retuvieron este concepto y los de 4º A no tanto. Esto puede explicarse debido a que los estudiantes de 2º D y 3º E experimentaron en el laboratorio la existencia de esa fuerza magnética con el imán y con el hierro de los cereales. A los estudiantes de 4º A, sólo se les explicó de manera magistral, por lo que los conceptos son olvidados con mayor facilidad que si se experimenta. Lo aquí observado

concuenda con el modelo de aprendizaje de Dale. Según afirmó este autor, dependiendo del grado de participación del alumnado en el proceso de aprendizaje, el porcentaje de retención del conocimiento transmitido será uno u otro. Se requiere del uso de metodologías activas donde el alumno experimente directamente con la realidad con el fin de que se manifieste un aprendizaje efectivo (Lee y Reeves, 2017). En el ANEXO XVII se ilustra la pirámide del recuerdo basada en los estudios de Edgar Dale.

Pregunta 13. Seguramente hayas visto en alguna película que la leche en vez de venderla en envases de tetrabrik la venden en botes de cristal. La pregunta es, ¿dónde se conserva mejor la leche?

Con esta pregunta quería comprobarse si tras desarrollar esta experiencia y con la posterior explicación que se les expuso a los estudiantes de la función que presenta el aluminio en el tetrabrik, quedaba mucho más afianzado este concepto.

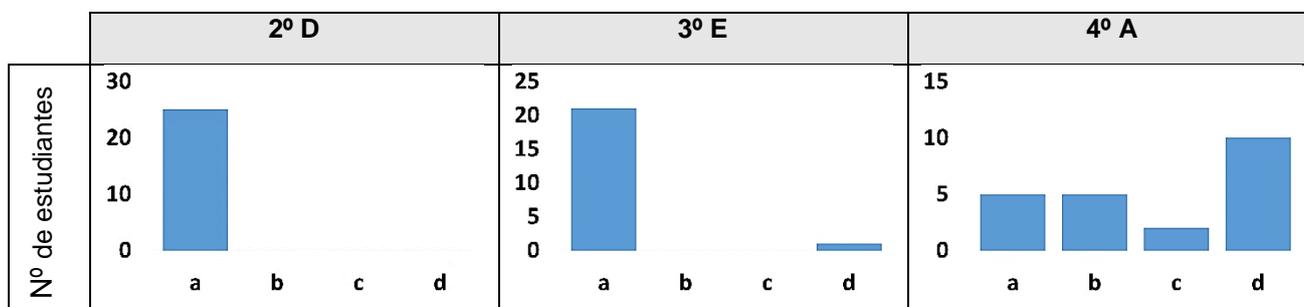


Figura 20. Opciones que marcaron los alumnos de las clases de 2º D, 3º E y 4º A ante la pregunta 13 de la evaluación final. Esta fue la última pregunta que se les formuló a los estudiantes. También fue de tipo test (la respuesta correcta era la opción a). Las posibles respuestas que se le otorgaban eran las siguientes: a) *Protege mejor el tetrabrik. Presenta una capa de aluminio que protege a la leche de los rayos del sol, los cuales inactivan a la vitamina A*, b) *Ambas protegen igual mientras no se abran. Una vez abiertos los microorganismos del ambiente pueden contaminar la leche si el bote es de cristal*, c) *Es mejor el vidrio. Cuando la luz del sol pasa a través de él activa las vitaminas esenciales de la leche*, d) *Ambas protegen igual incluso cuando están abiertas. Lo único que hay que tener en cuenta es que se deben conservar en el frigorífico y consumirlas en un período de 3-4 días.*

A la vista de los resultados recogidos en la Figura 20, fue muy acertada la efectucción de esta experiencia a los estudiantes de 2º D y 3º E para explicar el papel que presenta la capa de aluminio en el tetrabrik de leche, a pesar de que no les apasionó demasiado. Todos los estudiantes de 2º D acertaron y prácticamente acontece lo mismo con los alumnos de 3º E. Sin embargo, el porcentaje de aciertos para la clase de 4º A fue bastante bajo (21 %). Por este motivo, se debería fomentar la contextualización de los elementos de la Tabla Periódica que aparecen en nuestra vida cotidiana como puede ser un simple tetrabrik de leche. Pues la

química nos rodea constantemente y no es excesivamente complejo entender la función que presenta en nuestra vida diaria.

PREGUNTAS EXTRAS REALIZADAS A LOS ESTUDIANTES DE 2º D Y 3º E

Finalmente, a los estudiantes a los que se les aplicó la propuesta metodológica (2º D y 3º E), se les pidió que contestaran a tres preguntas extra con el objetivo de que pudiera percatarme de los posibles errores que había cometido, cómo podría mejorar las experiencias y qué opinión tenían al respecto por todo lo que se llevó a cabo.

Pregunta 14. De todo lo que hemos hecho en el laboratorio ¿Cuáles han sido tus experiencias favoritas? Escribe las tres que más te hayan gustado en orden de preferencia. Rodea si estas experiencias te han motivado para el estudio de la asignatura de Física y Química: Mucho / Bastante / Normal / Poco / Para nada

El objetivo que se perseguía al formularse esta pregunta era poder conocer el grado de interés que les había producido la realización de estas experiencias de cátedra.

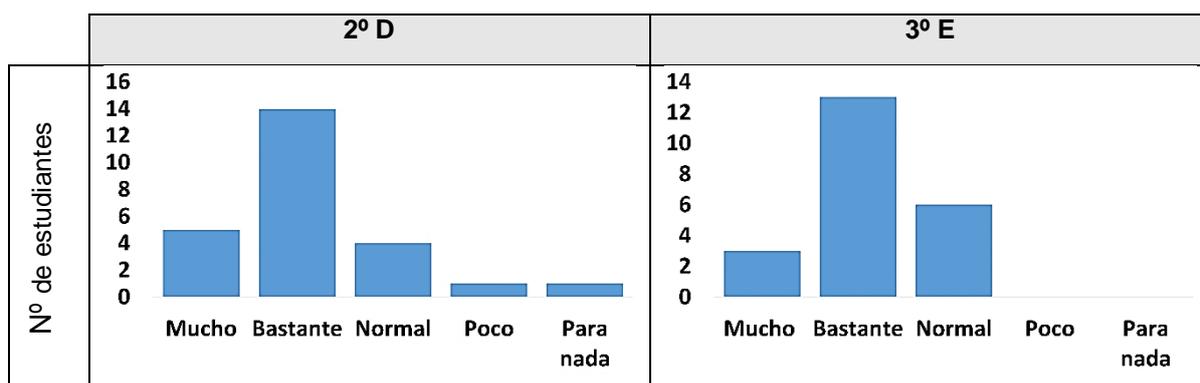


Figura 21. Opciones que marcaron los alumnos de las clases de 2º D y 3º E ante la pregunta de si les habían gustado mucho, bastante, normal, poco o para nada las experiencias realizadas en el laboratorio de Química.

Como pudo comprobarse tras la contestación de los estudiantes plasmada en la Figura 21, en general el grado de impacto que les supuso la realización de este proyecto educativo fue positiva (a más de un 70 % de cada una de las clases les gustó bastante o mucho lo que estuvimos trabajando en el laboratorio). No obstante, hubo dos personas en la clase de 2º D que les gustaron poco o nada lo que se llevó a la práctica, por lo que posteriormente se atenderá a la respuesta de los estudiantes de cómo se podría mejorar el diseño de este proyecto. Respecto a las experiencias que más le gustó al alumnado, las más repetidas en cada una de las clases fueron las mismas: hierro de los cereales, el plátano y la povidona yodada, y la experiencia de la vela sobre el táper con agua. Se destacó que el juego de cartas del “memory” de los elementos químicos y la práctica de la plantita y el fertilizante también fue

bastante mencionada entre los estudiantes. A la que menos hicieron referencia, y por tanto, menos atractiva les pareció, fue la experiencia del tetrabrik de leche para ver en su interior la capa de aluminio. Ante este hecho, se llega a la conclusión de que no siempre lo que les llama más la atención a los estudiantes ocasiona un mayor aprendizaje. Pues por los resultados obtenidos, la pregunta del tetrabrik de leche tuvo un porcentaje de aciertos muy elevado. Sin embargo, muy pocos estudiantes recordaron con la experiencia de la vela la composición del aire.

Pregunta 15. Desde tu punto de vista, ¿cómo se podrían mejorar las experiencias que hemos llevado a cabo en el laboratorio?

En general, ante esta pregunta, ambas clases indicaron que desearon que el grado de participación hubiese sido aún mayor de lo que fue. Es cierto por la cantidad de experiencias que quería realizar y por el escaso tiempo que tenía, que al final no pude conseguir que el alumnado participase todo lo que yo deseaba. Pues algunos de los contenidos que expliqué tenían un carácter más teórico. Ciertamente es que tampoco quería arriesgarme demasiado, pues estos estudiantes nunca antes habían estado en un laboratorio y por consiguiente no tenían el suficiente manejo para que procedieran ellos en la ejecución de las experiencias con completa autonomía.

También indicaron que se les hizo corto y que deseaban más sesiones. Algún estudiante mencionó que no siempre había existido una buena coordinación a la hora de efectuar las experiencias. Otro alumno indicó que había utilizado demasiadas diapositivas en las sesiones que tuvimos y que le habría gustado que hubiera utilizado más la pizarra. En verdad, sí fueron muchas diapositivas las que se expusieron, pero solo las utilicé para crear la historia introductoria de cada experiencia, pues la gran mayoría de ellas fueron sólo imágenes sin texto. A su vez, les hubiese gustado una mayor limpieza en el laboratorio, pues no siempre se encontraba todo en orden. Finalmente, lo último que escribieron fue que algunos experimentos les parecieron demasiado infantiles y que esperaban experiencias más impactantes. Esta última mención indica que los adolescentes de hoy en día están acostumbrados a la inmediatez y sólo prestan una mayor atención ante un suceso cuando este sea atractivo para la vista. Esto concordó con lo que Martyniuk (2006) (visto en Rodríguez, (2014)) señaló en una columna escrita para el semanario el *Clarín en Buenos Aires*: "Los sueños de los jóvenes tienen que ver con el cortoplacismo. La palabra "siempre" para ellos es un siempre renovable, es un siempre distinto, que ya no significa que algo sea inmodificable o que proporcione seguridad". Se relacionó lo declarado por Martyniuk con la horizontalidad de la información y la rapidez con la que reciben lo que desean estos adolescentes en una era digitalizada.

Pregunta 16. Para finalizar, una última pregunta. Pon de nuevo del 1 al 10 dónde se encontraría tu gusto por las ciencias tras realizar estas experiencias:

Con esta pregunta quería comprobarse si aumentó el gusto por las ciencias por parte del alumnado al proceder en estos cursos con este proyecto educativo.

Tabla 7. Notas medias que establecieron los estudiantes de 2º D, 3º E y 4º A en el cuestionario inicial y en la evaluación final ante la pregunta: “¿cuál es tu gusto por las ciencias?”³

	2º D	3º E	4º A
Nota media (Cuestionario inicial)	5,4	6,5	7,5
Nota media (Evaluación final)	7,0	7,2	-

Como puede observarse en la Tabla 7, las notas medias aumentaron en 2º D y en 3º E acercándose a la nota media que quedó reflejada de los estudiantes de 4º A en su cuestionario inicial. Sobre todo, incrementó en la clase de 2º D (subió 1,6 puntos). Por consiguiente, se puede concluir que con sólo tres sesiones en el laboratorio donde se contextualizó lo que ellos estudian en clase de manera más teórica se ha podido incrementar el afán de estos estudiantes por las ciencias.

Una vez finalizada esta evaluación, los estudiantes de 4º A siguieron con la clase normal. No obstante, como podía aprovechar el tiempo restante de la clase para los cursos de 2º ESO y 3º ESO quise cerrar este proyecto educativo enseñándoles un vídeo del canal de Youtube “Cienciabit” en el que tenían que adivinar qué era lo que pasaría si se introducen unos globos inflados dentro de una campana de vacío. El fin que ilustró esta pequeña actividad era de motivarles por una última vez hacia el aprendizaje hacia las ciencias utilizando medios que ellos manejan con soltura (redes sociales). En el ANEXO XVIII se dispone de un pequeño mapa mental de la actividad realizada. Por último, quise hacerles saber que para mí había sido un placer y que si había algo que no debían olvidar de todo lo que vimos a lo largo de las cinco sesiones es que ellos, si así lo desea, pueden hacer ciencia en el futuro. Y que ante todo, no deben rendirse cuando la situación pinte complicada, pues con esfuerzo siempre se sale adelante.

³ A los estudiantes de 4º A no se les volvió a preguntar su gusto por las ciencias en la evaluación final puesto que no se llevó a la práctica la propuesta innovadora para ellos.

6. CONCLUSIONES

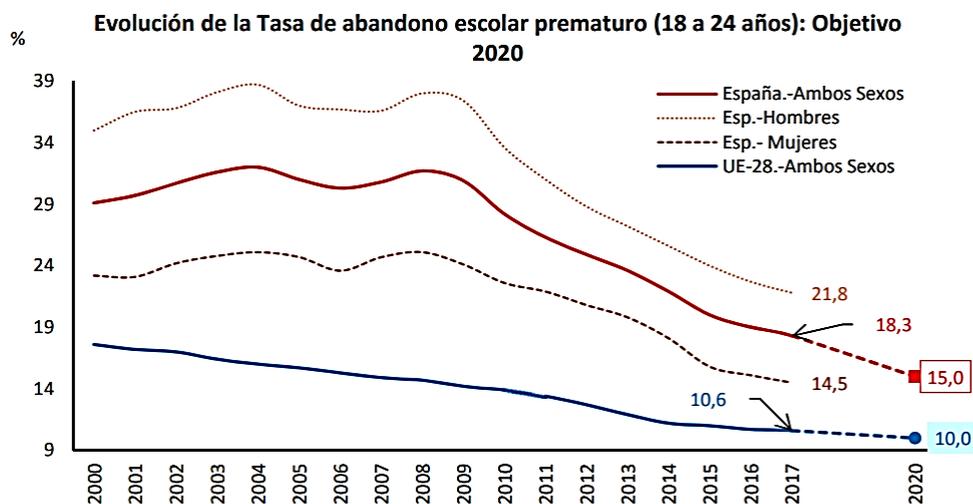
En este proyecto educativo, las conclusiones que se obtuvieron fueron las siguientes:

- La metodología aplicada en este instituto **tuvo un mayor éxito en la clase de 3º E** en comparación con 2º D. Esto puede justificarse debido a que los estudiantes de 3º ESO **presentaron una madurez superior**, lo que favoreció el desarrollo de esta metodología innovadora.
- La actividad en la que mejor trabajaron fue en el **juego de cartas del “memory”** de los elementos químicos a pesar de que los resultados de 2º D no fueron muy favorables. Se debería haber dejado **más tiempo** para este juego (apenas duró 12 minutos). Probablemente, este tiempo fue demasiado escaso para los estudiantes de 2º D, obteniendo de esta manera un porcentaje de aciertos bajo en la segunda pregunta de la evaluación final.
- **Es necesario aplicar esta metodología** u otras similares en este instituto, puesto que por los resultados obtenidos **muchos estudiantes de 4º curso finalizarán la ESO sin conocer** puntos básicos como cuál es el constituyente mayoritario del aire o **la contextualización de algunos elementos químicos de la Tabla Periódica** (como por ejemplo, el aluminio), los cuales estudian solamente de una manera teórica en el aula. Sería recomendable **aplicarla cuanto antes**, pues se observó que desde **2º ESO ya asocian la química con toxicidad y la ciencia** como un trabajo **destinado para el hombre**.
- En ambas clases, la realización de estas experiencias de cátedra **incrementó su gusto por la ciencia**.
- Se deben potenciar los **medios digitales** en el instituto a lo que respecta a la comunicación de noticias científicas, pues es la **vía preferente** para ellos para recibirlas. Se les deberían informar de páginas de internet o de aplicaciones relacionados con esta temática.
- Se debe imponer un **nivel de exigencia mínimo** para que los estudiantes de cursos bajos de la ESO se tomen con seriedad las actividades que se les proponen. El hecho de no haberles obligado a tomar nota mientras explicaba y no imponer que la evaluación final tomase un porcentaje para el trimestre hizo que muchos alumnos de 2º ESO se tomaran estas actividades realizadas en el laboratorio como un mero entretenimiento, por lo que no siempre prestaban atención. Además, tampoco favoreció la situación de que el proyecto educativo aplicado tuviese que compaginarse con las clases de Física (en concreto, de *Cinemática*) que tenían que seguir dando las otras dos horas semanales de la asignatura para seguir avanzando en el temario.

Finalmente, como autocrítica deseo mencionar que no se manifestó el grado de participación del alumnado que yo deseé en el inicio de este proyecto por escasez de tiempo y por no manifestarse siempre una buena actitud de los estudiantes (especialmente en 2º D). Hubiese sido favorable reducir el número de contenidos prácticos, pues es cierto que en escasos tres días se tocaron muchos puntos y probablemente no fuesen asimilados por los estudiantes de la manera que yo deseaba. Además, se debería replantear la evaluación final. Pues al fin y al cabo se les pasó un examen escrito cuando muchos de los aspectos tratados en el laboratorio eran más bien prácticos. No obstante, las condiciones no eran las más favorables para hacer un examen práctico en el laboratorio, por lo que finalmente me decanté por un examen clásico.

7. ANEXOS

7.1. ANEXO I: EVOLUCIÓN DE LA TASA DE ABANDONO ESCOLAR PREMATURO. COMPARACIÓN ENTRE ESPAÑA Y EUROPA.



FUENTE: EUROSTAT

Figura 22. Evolución de la tasa de abandono escolar (%) en España (diferenciada por sexo) y en la Unión Europea desde el año 2000 hasta 2017. Fuente: eurostat.

7.2. ANEXO II: CURRÍCULUM DEL BOCM Y DE LA EDITORIAL EDELVIVES

Tabla 8. Contenidos del BOCM con mayor relación a la temática: *La Tabla Periódica* en la asignatura de Física y Química en la ESO.

2º ESO. Física y Química	3º ESO. Física y Química	4º ESO. Física y Química
Bloque 2. La materia. <ul style="list-style-type: none"> ○ Uniones entre átomos: moléculas y cristales. ○ Elementos y compuestos de especial interés con aplicaciones industriales, tecnológicas y biomédicas. 	Bloque 2. La materia. <ul style="list-style-type: none"> ○ El sistema periódico de los elementos. ○ Elementos y compuestos de especial interés con aplicaciones industriales, tecnológicas y biomédicas. 	Bloque 2. La materia. <ul style="list-style-type: none"> ○ Sistema Periódico y configuración electrónica.

Tabla 9. Criterios de evaluación del contenido ligado a *La Tabla Periódica* en los cursos de 2º ESO, 3º ESO y 4º ESO para la asignatura de Física y Química.

2º ESO y 3º ESO	4º ESO
<ul style="list-style-type: none"> ○ Interpretar la ordenación de los elementos en la Tabla Periódica y reconocer los más relevantes a partir de sus símbolos. ○ Conocer cómo se unen los átomos para formar estructuras más complejas y explicar las propiedades de las agrupaciones resultantes. ○ Diferenciar entre átomos y moléculas, y entre elementos y compuestos en sustancias de uso frecuente y conocido. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Relacionar las propiedades de un elemento con su posición en la Tabla Periódica y su configuración electrónica.

Tabla 10. Contenidos del libro de Física y Química de la Editorial *Edelvives* con mayor relación a la temática: *La Tabla Periódica* para los cursos 2º ESO, 3º ESO y 4º ESO.

2º ESO. Física y Química	3º ESO. Física y Química	4º ESO. Física y Química
Unidad didáctica 3: La materia y su estructura. <ul style="list-style-type: none"> ○ Ordenación de los elementos en el sistema periódico. ○ Sistema periódico de los elementos. ○ Fórmulas químicas. 	Unidad didáctica 4: Los átomos y el sistema periódico. <ul style="list-style-type: none"> ○ La búsqueda de los elementos. ○ El sistema periódico actual. ○ Uniones entre átomos. 	Unidad didáctica 7: El sistema periódico y el enlace químico. <ul style="list-style-type: none"> ○ Sistema periódico. ○ Enlace químico: covalente, metálico e iónico.

7.3. ANEXO III: FOTOGRAFÍA DEL CENTRO EDUCATIVO



Imagen 11. Fachada del instituto IES Los Olivos. Fuente: Página Oficial IES Los Olivos.

7.4. ANEXO IV: ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DEL CENTRO

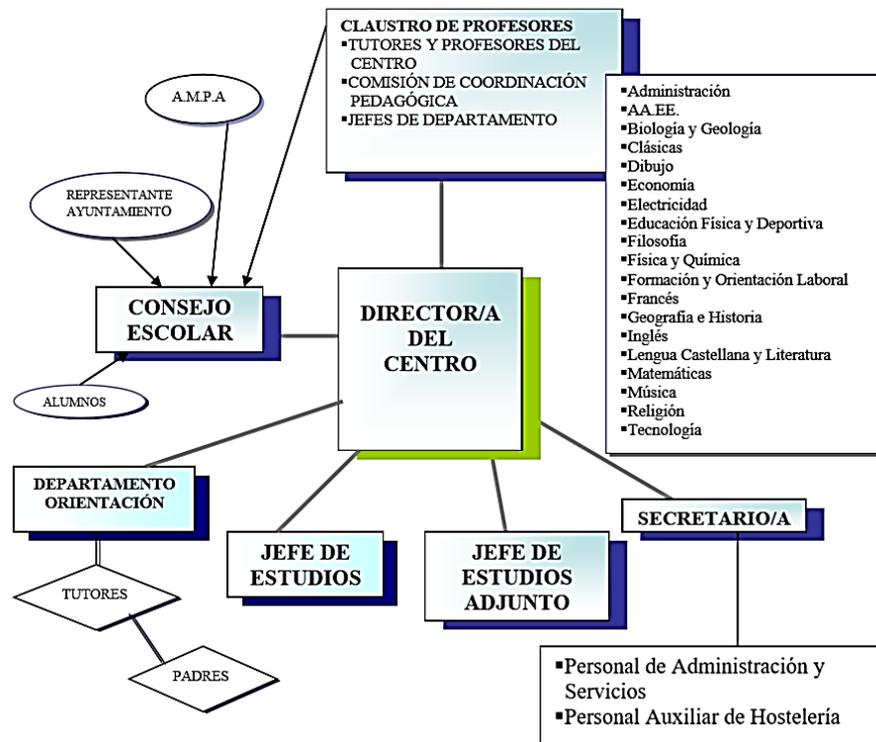


Figura 23. Esquema de la organización interna que presenta el instituto IES Los Olivos.

7.5. ANEXO V: MAPAS DE MEJORADA DEL CAMPO

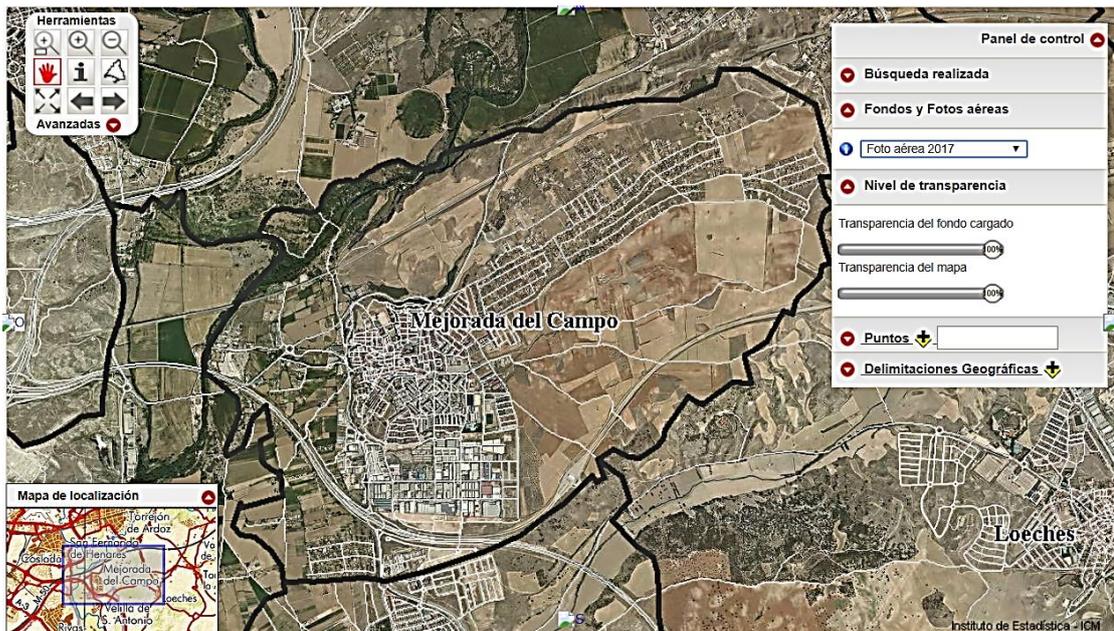


Imagen 12. Foto aérea de Mejorada del Campo (2017). Fuente: Ayuntamiento de Madrid.

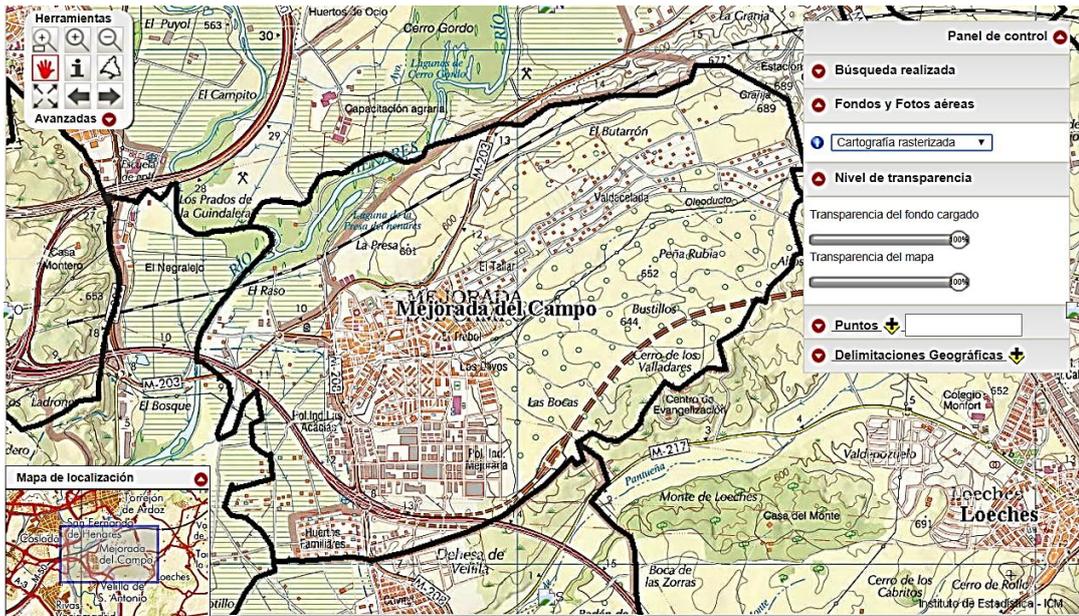


Imagen 13. Cartografía rasterizada de Mejorada del Campo. Fuente: Ayuntamiento de Madrid.

7.6. ANEXO VI: TASA DE MIGRACIÓN⁴ DE MEJORADA DEL CAMPO

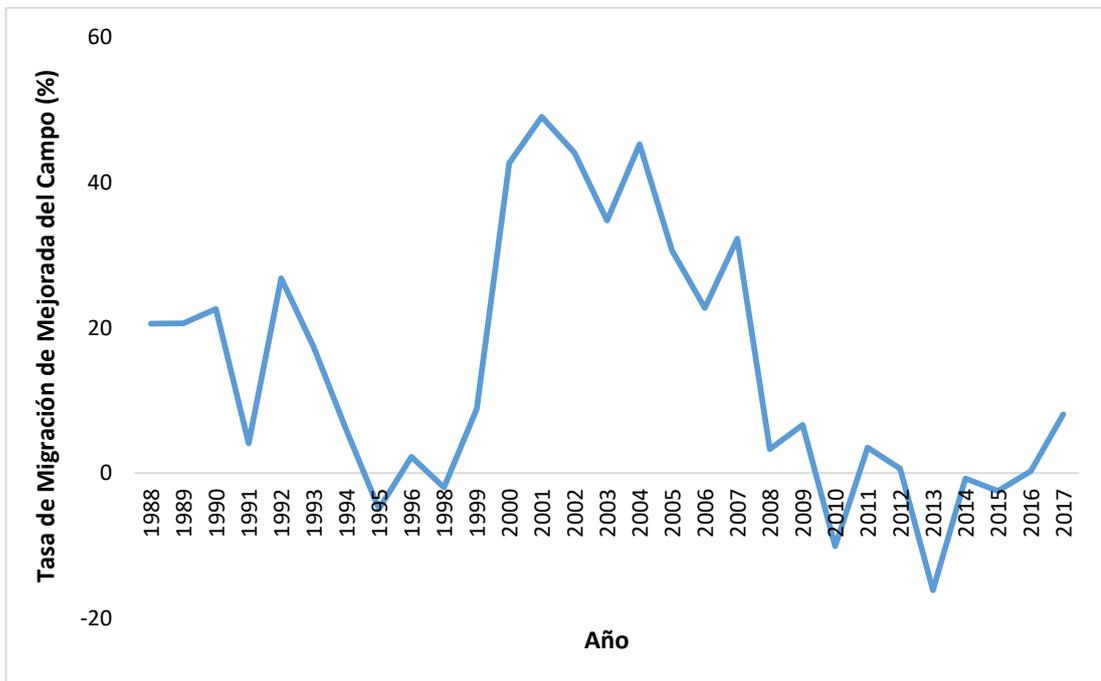


Figura 24. Tasa de Migración de Mejorada del Campo (1988-2017). Fuente: Estadística del Movimiento Migratorio de la Comunidad de Madrid.

⁴ Se define como la variación entre el número de inmigrantes y emigrantes en una zona y año determinado en relación a la población media de dicho territorio en ese periodo.

7.7. ANEXO VII: RENTA BRUTA MEDIA DE MEJORADA DEL CAMPO

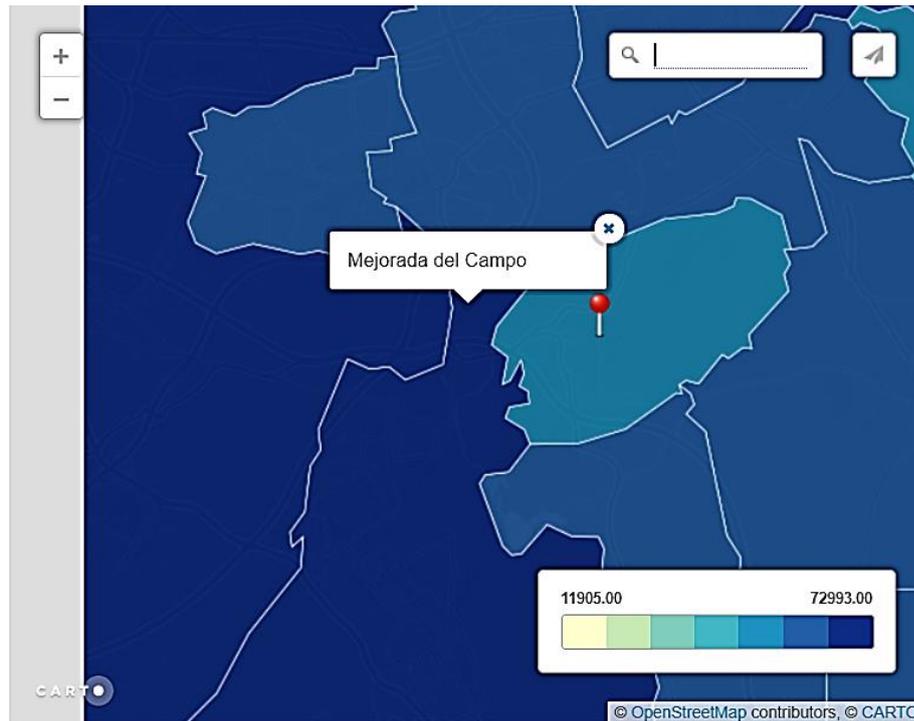


Imagen 14. Renta bruta media de Mejorada del Campo y sus alrededores (2016). Fuente: Epdata. Agencia de Datos de Europa Press.

7.8. ANEXO VIII: OPINIÓN DE DIVERSOS AUTORES RESPECTO A LA IMPORTANCIA DE LA PARTICIPACIÓN DE LAS FAMILIAS EN LAS ESCUELAS



Figura 25. Resumen de las opiniones de Costa y Torrubia (2007), Maroto (2010) y Bolívar Botía (2007) respecto a la importancia de la participación de las familias en las escuelas. Diseño: elaboración propia.

7.9. ANEXO IX: CUESTIONARIO INICIAL

CUESTIONARIO INICIAL: Y TÚ ¿QUÉ SABES?

Clase: _____

Fecha: _____

Edad: _____



Rodea el sexo que te corresponde: Hombre / Mujer

¡Muy buenos días chico/as! Soy Carlos, estudiante de la Universidad Autónoma de Madrid. A continuación, te entrego un cuestionario en el que tienes que responder a todas las preguntas. ¡Esto no es un examen! El objetivo es conocer vuestros conocimientos previos y qué percepción tenéis de la ciencia en la sociedad. El tiempo máximo para completarlo es de 25 minutos. ¡Mucho ánimo!

CUESTIONARIO. PRIMERA PARTE (2º ESO, 3º ESO y 4º ESO)

1. ¿Sabrías decirme el nombre de algún **científico o científica**? En caso afirmativo escribe los nombres de los que te acuerdes (máximo 3).
2. ¿Cuáles son los medios por los que recibes noticias de ciencias? Puedes señalar más de un apartado.
 - a. Televisión
 - b. Redes sociales
 - c. Libros, revistas
 - d. Páginas de internet
 - e. Nunca recibo noticias de ciencias
 - f. Otro. Si has marcado esta última opción, indica qué medio es:
3. Probablemente hayas visto anuncios o productos domésticos que indican que no tienen *químicos*. ¿Crees que estos productos son mejores para nuestra salud? ¿Por qué?
4. ¿Participas mucho o poco en clase?
5. ¿Cómo se podrían mejorar las clases de Física y Química desde tu punto de vista?
6. A día de hoy, ¿qué es lo que te gustaría ser de mayor?
7. Para finalizar esta primera parte, una última pregunta. En general, tu gusto por las ciencias del 1 al 10 es:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

CUESTIONARIO. SEGUNDA PARTE (2º ESO y 3º ESO)

8. Une cada compuesto o elemento con su función o aplicación. Al lado de cada compuesto o elemento se indica entre paréntesis su fórmula química.

Sustancia**Función / Uso**

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Oxígeno (O₂) • Magnesio (Mg) • Amoniaco (NH₃) • Grafito (C) • Diamante (C) • Butano (C₄H₁₀) • Aluminio (Al) • Calcio (Ca) • Flúor (F) • Mercurio (Hg) | <ul style="list-style-type: none"> • Antiguamente se usaba en los termómetros para medir la temperatura. • Piedra preciosa. Se utiliza en joyería. • Se utiliza para fabricar la mina del lápiz. • Se utiliza como combustible en los hogares para la cocina y el agua caliente. • Algunas pastas de dientes lo añaden para la prevención de caries. • Se encuentra en las clorofilas de las células vegetales. Es necesario para la fotosíntesis de las plantas. • Es necesario para realizar la respiración celular. • Se utiliza como producto de limpieza doméstico. • Es fundamental para la construcción y mantenimiento de huesos y de dientes. • Se usa en la fabricación de latas y tetrabriks. |
|--|--|

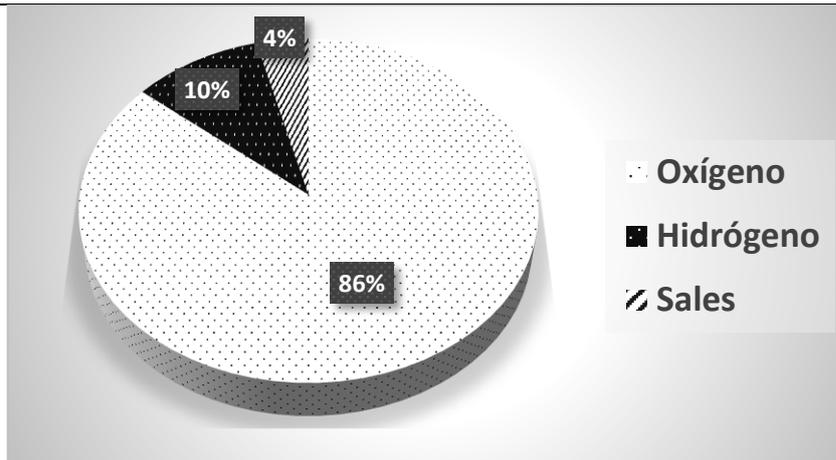
9. De las palabras que están en cursiva selecciona la correcta en cada uno de los apartados.

- a. El agua oxigenada (H₂O₂) es un/a *átomo / molécula* que está constituido por dos *moléculas / átomos* de hidrógeno y dos *moléculas / átomos* de oxígeno. Se puede usar para desinfectar heridas.
- b. El argón (Ar) es un *compuesto / elemento* que puede utilizarse como gas para las bombillas incandescentes.

10. La atmósfera del aire está compuesta prácticamente por oxígeno gaseoso (O₂) nitrógeno gaseoso (N₂) y otros gases: argón (Ar), vapor de agua (H₂O) y dióxido de carbono (CO₂). Indica de manera aproximada el porcentaje que crees que hay de cada uno de estos gases en la atmósfera.

Gas	Porcentaje (%)
Nitrógeno gaseoso	
Oxígeno gaseoso	
Otros gases	

11. En la siguiente figura se ilustra el porcentaje de la composición de los océanos. Justifica por qué los océanos están compuestos principalmente por átomos de oxígeno e hidrógeno.



¡Muchas gracias por tu participación! Espero que disfrutes de las próximas sesiones que vamos a compartir juntos. ¡Empezamos!

7.10. ANEXO X: INFORME UNESCO 2017

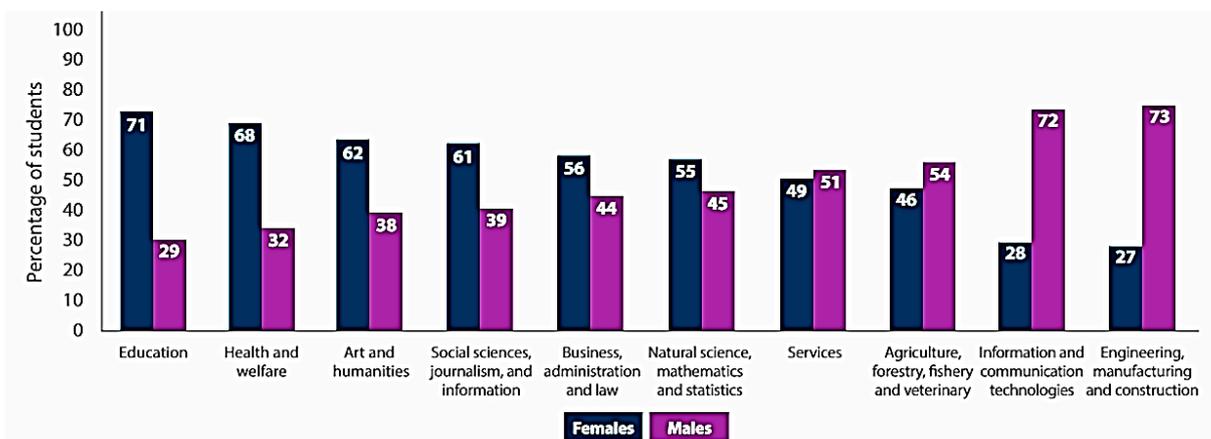


Figura 26. Porcentaje diferenciado por sexos de estudiantes matriculados en enseñanzas superiores en los diferentes campos de estudio. Los porcentajes aquí reflejados engloban a más de 115 países y son frutos de los datos recogidos por el Instituto de Estadística de la UNESCO (UNESCO UIS) en el intervalo de los años del 2014 al 2016.

7.11. ANEXO XI: DIAPOSITIVAS UTILIZADAS PARA EL DESARROLLO DE ESTA PROPUESTA DIDÁCTICA

SESIÓN 1. CUESTIONARIO INICIAL, REALIZACIÓN DE DIBUJOS Y LECTURA DEL ARTÍCULO

La química en la sociedad.
¿Dónde hay química?



Para vosotros... ¿Qué es la química?



TODO ES QUÍMICA



Pero... ¿no decían que la química es aquello súper tóxico y peligroso?

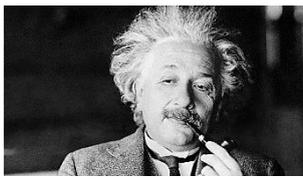


Productos sin elementos químicos



La química es una rama de la ciencia... ¿Pero quién hace ciencia?






Mujeres científicas








¿Cuál es el objetivo de estas escasas sesiones?

Repaso necesario

- Átomo: es de lo que está constituido la materia: N, H, O, ...
- Molécula: conjunto de átomos: H₂O, NH₃, N₂, O₂

Lo importante de estas diapositivas:

- La química en sí misma no es mala
- La química está en todas partes
- La química (y la ciencia) es cosa de chicos y cosa de chicas

Lo importante de estas diapositivas:

- Margarita Salas es una científica española y discípula de Severo Ochoa (Premio Nobel)
- Marie Curie fue una científica que estudió la radioactividad de algunos elementos que descubrió (polonio y radio)

Lo importante de estas diapositivas:

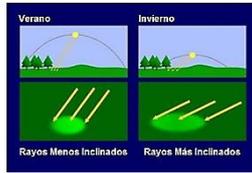
- Valentina Tereshkova fue la primera mujer en ir al espacio.
- Rosalind Franklin contribuyó a la comprensión de la estructura del ADN

SESIÓN 2. PRIMER DÍA DE EXPERIENCIAS DE CÁTEDRA EN EL LABORATORIO

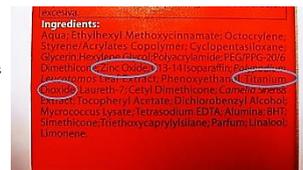
¡EMPEZAMOS!



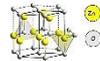
¿Cuál es vuestra estación favorita del año?



¿Qué es lo que tiene la crema solar que nos protege del sol?



ZnO: Óxido de zinc



TiO₂: Dióxido de titanio



¿Cómo comprobamos que realmente las cremas nos protegen de los rayos solares?

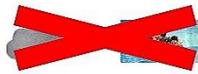


Cámara UV

<https://www.youtube.com/watch?v=THqyseQomBo>

Lo importante

El zinc y el titanio aparecen como óxidos en las cremas solares. Su función es protegernos de los rayos ultravioleta.



¿Tenéis algún amigo/familiar que cumpla años próximamente?



Fitness			
ANÁLISIS NUTRICIONAL			
	100g	50g	10g
ENERGÍA	1500 kJ	750 kJ	150 kJ
GRASAS	10g	5g	1g
PROTEÍNAS	10g	5g	1g
GLÚCIDOS	70g	35g	7g
AGUA	10g	5g	1g
... (other nutrients)



¿Cómo podríamos comprobar que los cereales tienen realmente hierro?



Necesitamos...



Lo importante

El Fe es fundamental para la producción de hemoglobina y mioglobina en nuestro organismo, proteínas encargadas de transportar el oxígeno.



Por el método de imantación puede separarse el Fe de los cereales por poseer este metal propiedades magnéticas.



Y los cereales son siempre bien acompañados con un buen tazón de...





¿Por qué venden las leches en envases de tetrobrik y no en botes de cristal?



Lo importante

El tetrobrik presenta una capa de aluminio. Dicha capa protege a la leche la luz solar* y del oxígeno**, conservándola durante más tiempo.



*Luz solar inactiva vitamina A
**Monitoreo está envasado o vacío

SESIÓN 3. SEGUNDO DÍA DE EXPERIENCIAS DE CÁTEDRA EN EL LABORATORIO

¿A quién le gusta ir en bicicleta?



¿Cómo se tiene que cuidar una herida?



¿Otras aplicaciones?



Hagamos un experimento



Lo importante



¿Alguna vez habéis ido en transporte público a las 7:00 am?



Repaso necesario

- Sustancia pura: No puede descomponerse por medios físicos
- Mezcla: Conjunto de sustancias
 - Material
 - Sustancia pura: Elemento (N₂)
 - Mezcla: Compuesto (H₂O)
 - Mezcla: Aire: N₂ + O₂ + Ar + ...
 - Mezcla: Agua de mar: H₂O + NaCl + ...

Entonces... ¿cómo se diría?

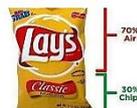
El aire del campo es más saludable porque presenta menos contaminantes

¿Cómo podemos saber si en el aire hay más oxígeno que nitrógeno o viceversa?

Hagamos un experimento...



¿Por qué las bolsas de patatas fritas tienen tanto 'aire'?



SESIÓN 4. TERCER DÍA Y ÚLTIMO DE EXPERIENCIAS DE CÁTEDRA EN EL LABORATORIO

¿Y la pequeña cantidad de CO_2 y vapor de H_2O de la atmósfera es importante?



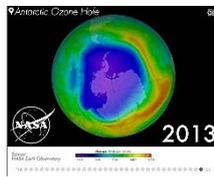
Pero... ¿El efecto invernadero no era malo?



A parte de la atmósfera... ¿Podemos encontrar el CO_2 en nuestra vida cotidiana?



Pero... ¿y por qué no hemos mencionado en ningún momento la capa de ozono?



Vídeo de la capa de ozono

<https://www.youtube.com/watch?v=aU6pxSNDPhs>

Lo importante

- Para que pueda prender (ardor) un objeto, se necesita oxígeno del aire.
- El nitrógeno se utiliza para conservación de alimentos (Ej. Patatas fritas). El oxígeno se utiliza en los hospitales para los pacientes.
- Las bebidas carbonatadas presentan CO_2 (dióxido de carbono). Si no se conserva en lugares fríos o se les quita la presión del gas puede explotar la lata.

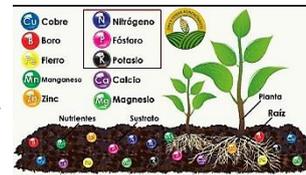
Lo importante

- El efecto invernadero originado por los gases como el CO_2 (dióxido de carbono) y el vapor de agua de la atmósfera es necesario para equilibrar la temperatura de la Tierra. No obstante, el exceso de CO_2 emitido por el hombre está incrementando la temperatura terrestre de manera descontrolada, originando el cambio climático.
- ¿Qué gases son tóxicos? SO_2 , NO_2 , CO , O_3 , troposférico
¿Qué gases no lo son? N_2 , O_2 , CO_2 , Ar .

Para finalizar estas sesiones... ¿Al final qué, la planta tiene química o es sólo biología?



Repaso necesario



Lo importante

- Los nutrientes principales para una planta son N, P, K.
- Tener un exceso de uno de los nutrientes, no compensa la deficiencia del resto.
- Las raíces necesitan oxígeno para respirar.



Finalmente... ¡Juguemos!



7.12. ANEXO XII: HORARIO DE 2º D Y 3º E PARA LA ASIGNATURA DE F/Q

Tabla 11. Horario de 2º D y 3º E para la asignatura de Física y Química.

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
8:25 - 9:15					
9:20 - 10:10	F/Q 3º E	F/Q 3º E			
10:15 - 11:05	F/Q 2º D			F/Q 2º D	
11:05 - 11:30	R	E	C	R	E
11:30 - 12:20		F/Q 2º D			
12:25 - 13:15			F/Q 3º E		
13:20 - 14:10					

7.13. ANEXO XIII: LABORATORIO DE QUÍMICA DEL IES LOS OLIVOS

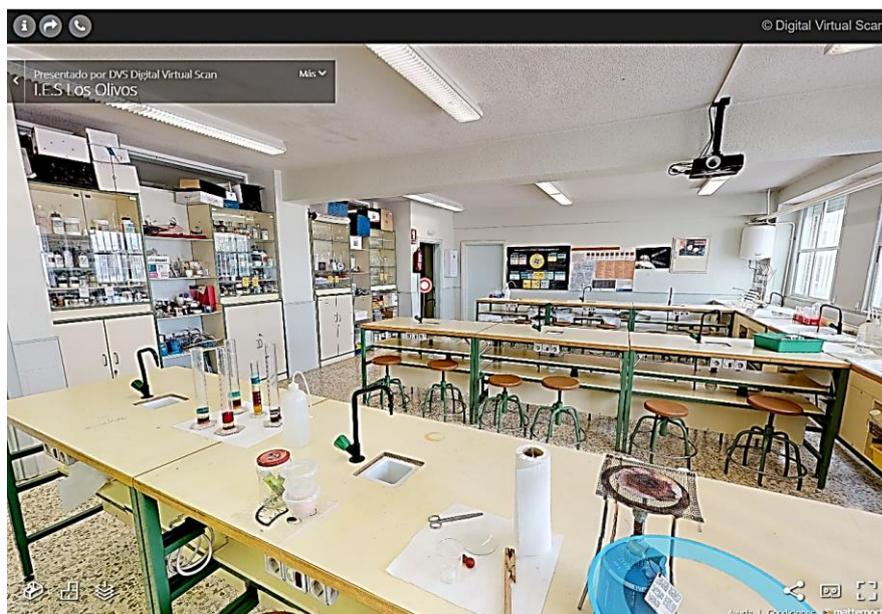


Imagen 15. Laboratorio de Química del IES Los Olivos. Fuente: Página Oficial IES Los Olivos.

7.14. ANEXO XIV: JERARQUÍA DE LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS POR LA TAXONOMÍA DE BLOOM

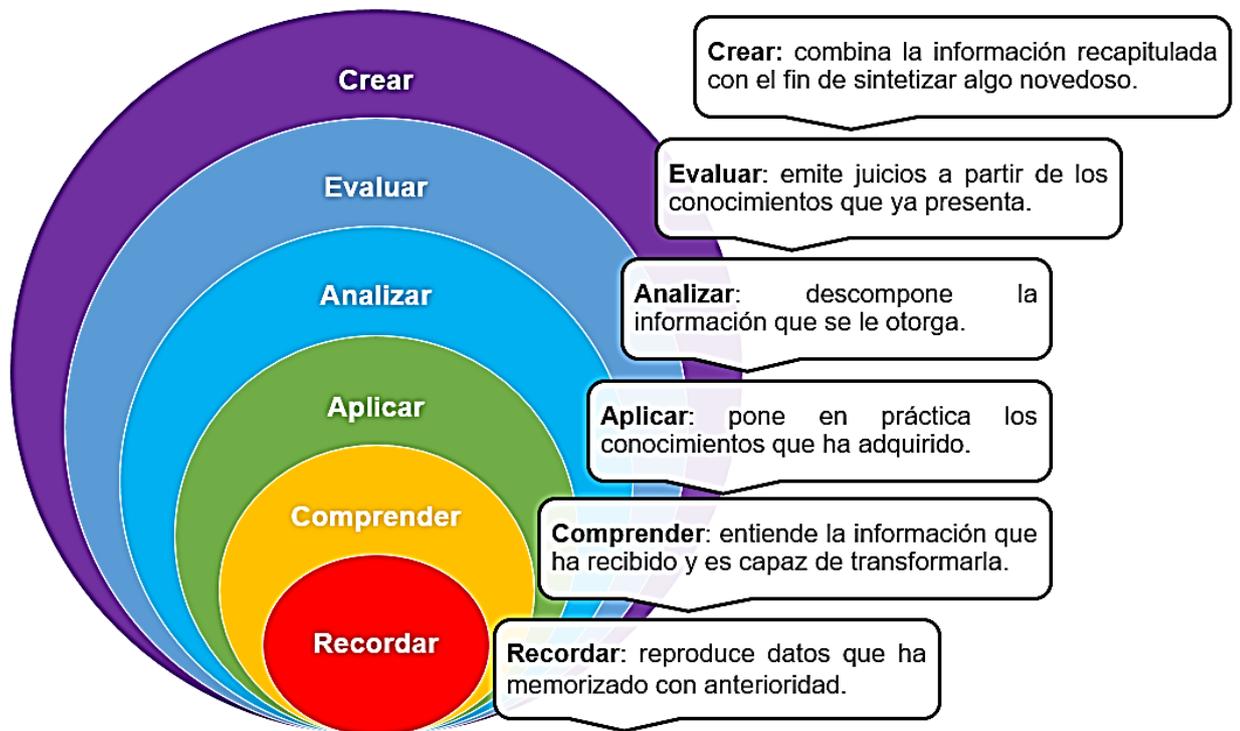


Figura 27. Niveles establecidos en la Taxonomía de Bloom organizados de manera creciente a lo referido a los procesos cognitivos (recordar < comprender < aplicar < analizar < evaluar < crear). Diseño: elaboración propia.

7.15. ANEXO XV: CARTAS DEL JUEGO DEL “MEMORY” UTILIZADAS EN LA ÚLTIMA SESIÓN DEL LABORATORIO



Imagen 16. Cartas utilizadas para la realización del juego del “memory” de los elementos químicos. Fuente: orientacionandujar.es

7.16. ANEXO XVI: EVALUACIÓN FINAL REALIZADA A LOS ESTUDIANTES DE 2º ESO, 3º ESO Y 4º ESO

EVALUACIÓN FINAL: DEMUESTRA TUS CONOCIMIENTOS.

Clase: _____

Fecha: _____

Edad: _____

Nombre: _____



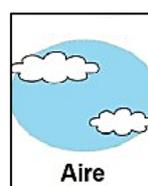
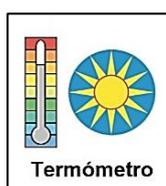
¡Hola chico/as muy buenos días! Espero que hayáis podido disfrutar de las sesiones que hemos tenido estas semanas. Desafortunadamente, todo tiene un fin. Como os comenté el primer día, esta es la evaluación final que tenéis que rellenar. ¡Mucho ánimo y ha sido un placer!⁵

⁵ Este encabezado sólo se les puso a la clase de 2º D y 3º E

1. ¿Qué papel tuvo Rosalind Franklin dentro del ámbito científico?

- Estudió la radiactividad de algunos elementos que descubrió (polonio y radio).
- Contribuyó a la comprensión de la estructura del ADN.
- Fue la primera mujer en ir al espacio.
- Desarrolló un extracto de aceite que sirvió como tratamiento contra la lepra.

2. La química nos rodea en la vida diaria más de lo que os imagináis. Escribe el elemento químico con el que se relaciona cada carta debajo de cada una de ellas. Como observarás, sobran cinco nombres, pues sólo hay seis cartas y cada carta se relaciona con un único elemento químico.



Mercurio / Oro / Hidrógeno / Helio / Cloro / Wolframio / Aluminio / Fósforo /
Flúor / Neón / Oxígeno

3. ¿Es necesario echarse protección solar en un día nublado?

- No es necesario, las nubes nos protegen de la radiación solar.
- Si estás todo el tiempo sumergido en el agua, no es necesario aplicarse protección solar.
- Siempre es necesario, aunque sea un día nublado y estemos mucho tiempo sumergidos en el agua.
- Sólo es necesario si corre aire, porque corremos el riesgo de que nuestra piel se deshidrate.

4. Unos amigos se van de vacaciones de verano a Granada en pleno mes de julio con el fin de ver la Alhambra. No obstante, se despistaron y se olvidaron una lata de Coca-Cola en el maletero del coche. Cuando regresaron al parking después de la visita guiada y abrieron el maletero, se encontraron la lata de Coca-Cola completamente rota y el líquido esparcido por el maletero. ¿Cómo explicas esto?

5. ¿Se podría encender una cerilla en la superficie de la Luna?

- No, porque no hay gravedad suficiente para que pueda encenderse.
- No, porque hace demasiado frío y por consiguiente nunca alcanzará la temperatura de ignición (temperatura a la cual se enciende la cerilla).
- No, porque en la superficie de la Luna no habría suficiente rozamiento entre el fósforo de la cerilla y la superficie rugosa de la caja.
- No, porque no hay atmósfera y por tanto no hay oxígeno.

6. Es probable que hayas visto más de un meme haciendo alusión a que las bolsas de patatas fritas están prácticamente llenas de aire. Sin embargo, esto tiene una explicación. ¿Cuál es?



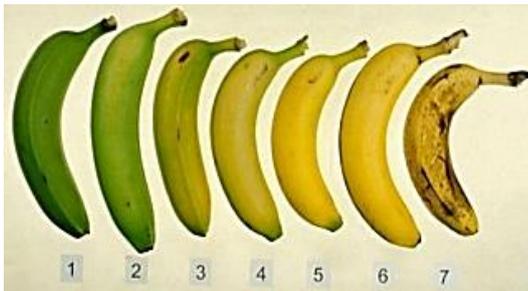
- a) Las bolsas de patatas no tienen aire (mezcla homogénea), solo tienen nitrógeno. Al ser este un gas inerte, las protege durante el transporte y las conservan hasta su consumo.
- b) El oxígeno del aire hace que las patatas estén más crujientes.
- c) El CO_2 del aire incrementa su sabor salado.
- d) El vapor del agua del aire presenta una función antiséptica evitando así la proliferación de hongos en las patatas.

7. Un extraterrestre procedente de otra galaxia llega al sistema solar en busca de un nuevo planeta donde vivir. El extraterrestre es químico y analiza los componentes de la atmósfera de la Tierra y de Júpiter. El extraterrestre decide alojarse definitivamente en el planeta que tiene un 81 % de **hidrógeno** gaseoso, debido a que lo puede utilizar como combustible para su nave.

- a) Justifica si el extraterrestre ha decidido quedarse en el planeta Tierra o en Júpiter.
- b) Escribe los dos componentes mayoritarios de la atmósfera terrestre y su abundancia (en porcentaje) de cada uno de ellos.

8. Rodea qué sustancias son tóxicas para el ser humano: CO_2 / NO / N_2 / CO / O_3 troposférico

9. ¿Qué plátano tiene mayor porcentaje de almidón? Marca el número del plátano correcto.



Si se echara povidona (Betadine) al plátano que tiene más almidón...
¿De qué color se pondría?

10. ¿Cuáles son los nutrientes principales para una planta?

- a. Nitrógeno, calcio e hierro.
- b. Nitrógeno, potasio y magnesio.
- c. Nitrógeno, fósforo y potasio.
- d. Nitrógeno, sodio y potasio.



11. ¿Qué papel desempeña el hierro en nuestro organismo?
- Es necesario para una buena visión nocturna.
 - Es fundamental para el transporte de oxígeno.
 - Se necesita para transmitir el impulso nervioso a los músculos.
 - Presenta la función de sintetizar hormonas tiroideas.



12. Los cereales son un alimento que presentan alto contenido en hierro
¿Con qué método de separación podrías obtener el hierro que está presente en los cereales?
- Cristalización
 - Centrifugación
 - Evaporación
 - Imantación



13. Seguramente hayas visto en alguna película que la leche en vez de venderla en envases de tetrabrik la venden en botes de cristal. La pregunta es, ¿dónde se conserva mejor la leche?



- Protege mejor el tetrabrik. Presenta una capa de aluminio que protege a la leche de los rayos del sol, los cuales inactivan a la vitamina A.
- Ambas protegen igual mientras no se abran. Una vez abiertos los microorganismos del ambiente pueden contaminar la leche si el bote es de cristal.
- Es mejor el vidrio. Cuando la luz del sol pasa a través de él activa las vitaminas esenciales de la leche.
- Ambas protegen igual incluso cuando están abiertas. Lo único que hay que tener en cuenta es que se deben conservar en el frigorífico y consumirlas en un período de 3-4 días.

PREGUNTAS EXTRA A LOS ESTUDIANTES DE 2º ESO Y 3º ESO

14. De todo lo que hemos hecho en el laboratorio ¿Cuáles han sido tus experiencias favoritas? Escribe las tres que más te hayan gustado en orden de preferencia. Rodea si estas experiencias te han motivado para el estudio de la asignatura de Física y Química: **Mucho / Bastante / Normal / Poco / Para nada**
15. Desde tu punto de vista, ¿cómo se podrían mejorar las experiencias que hemos llevado a cabo en el laboratorio?
16. Para finalizar, una última pregunta. Pon de nuevo del 1 al 10 dónde se encontraría tu gusto por las ciencias tras realizar estas experiencias:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

7.17. ANEXO XVII: PIRÁMIDE DEL RECUERDO BASADA EN LOS ESTUDIOS DE EDGAR DALE

A las dos semanas...



Figura 28. Pirámide del recuerdo basada en los estudios de Edgar Dale. Junto a cada eslabón se refleja el porcentaje que retiene el estudiante transcurridas dos semanas desde que recibe la información por cada una de las diferentes vías. Fuente: revistamagisterioelrecreo.blogspot.com

7.18. ANEXO XVIII: ACTIVIDAD FINAL. VÍDEO DE CIENCIABIT

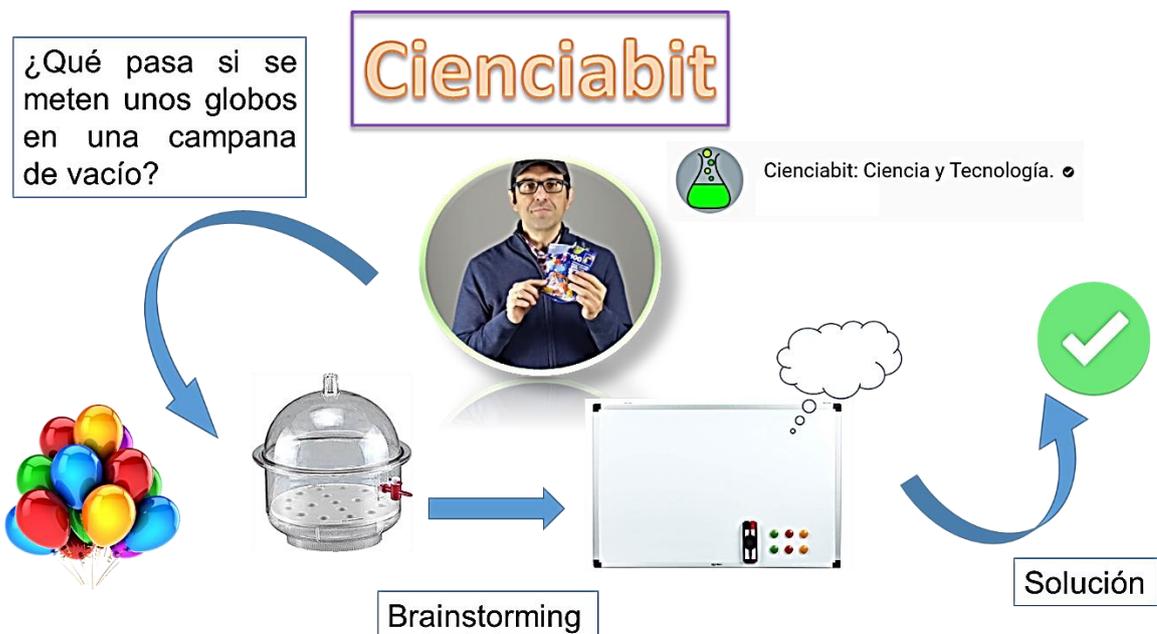


Imagen 17. Resumen de la actividad de despedida que se llevó a cabo con los estudiantes de 2º D y 3º E cuando terminaron la evaluación final. Diseño: elaboración propia.

8. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

1. **Aguilera Morales, D., & Perales Palacios, F. J. (2018).** El libro de texto, las ilustraciones y la actitud hacia la Ciencia del alumnado: percepciones, experiencias y opiniones del profesorado. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 36(3), 41-58.
2. **Ausubel, D. (1983).** *Teoría del aprendizaje significativo*. Fascículos de CEIF, 1, 1-10.
3. **Benlloch, M. (1992).** *Ciencias en el parvulario: una propuesta psicopedagógica para el ámbito de experimentación*. Paidós.
4. **Bloom, Benjamin S. (Ed.) (1956)** Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain. New York; Toronto: Longmans, Green.
5. **Bolívar Botía, Antonio. (2007).** La participación de las familias: Nuevas percepciones y realidades. *Participación Educativa*, (4), 60-64.
6. **Burunat, E. (2004).** El desarrollo del sustrato neurobiológico de la motivación y emoción en la adolescencia: ¿un nuevo período crítico? *Infancia y Aprendizaje*, 27 (1), 87-104.
7. **Caamaño, A. (2014).** La estructura conceptual de la química: realidad, conceptos y representaciones simbólicas. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (78), 7-20.
8. **Caamaño, A. (2018).** Enseñar química en contexto: un recorrido por los proyectos de química en contexto desde la década de los 80 hasta la actualidad. *Educación química*, 29(1), 21-54.
9. **Callejero de Mejorada del Campo (2017).** Ayuntamiento de la Comunidad de Madrid. Recuperado de: <http://gestion.madrid.org/nomecalles/servlet/ServidorNomecalles?opcion=Inicio&usuario=munic084&munic=084> (visto a 10 de junio de 2019).
10. **Castillo, A., Marina, R., & González, M. (2013).** El aprendizaje significativo de la química: condiciones para lograrlo. *Omnia*, 19(2).
11. **Costa Borràs, Martí, & Torrubia Beltri, Rafael. (2007).** Relación familia-escuela: Una asignatura pendiente en muchos centros educativos. *Participación Educativa*, (4), 47-53.
12. **de Madrid, C. (2015).** Decreto 48/2015, de 14 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín oficial de la Comunidad de Madrid*, 20.
13. **Delgado, M., Arrieta, X., & Camacho, H. (2012).** Comparación de teorías relacionadas con la formación de conceptos científicos. *Multiciencias*, 12(4).

14. **Duckworth, E. (2006).** *The having of wonderful ideas and other essays on teaching and learning.* Teachers College Press.
15. **Equipamientos de Mejorada del Campo (2018).** Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid. Recuperado de: http://www.madrid.org/homecalles/BuscarUnidad.icm?accion_paginacion=&codCapa=441&munic=&intervalo=25 (visto a 10 de junio de 2019).
16. **Kamii, C., & Devries, R. (1983).** *El conocimiento físico en la educación preescolar: implicaciones de la teoría de Piaget.* Siglo XXI.
17. **Lee, S. J., & Reeves, T. C. (2017).** Edgar Dale and the Cone of Experience. *Foundations of Learning and Instructional Design Technology.*
18. **Maroto, J. L. S. F. (2010).** La participación e implicación de familias y alumnado en los centros de Secundaria. *El liderazgo educativo. Los equipos directivos en centros de secundaria, elementos básicos del éxito escolar.*
19. **Memory de los elementos de la tabla periódica. (2019).** Web oficial orientación Andújar. Recursos educativos accesibles y gratuitos. Recuperado de <https://www.orientacionandujar.es/2019/02/07/memory-de-los-elementos-de-la-tabla-periodica/> (visto a 10 de junio de 2019).
20. **Ministerio de Educación y Formación Profesional. Gobierno de España. 2015.** ¿Cómo influye el nivel de estudios en la tasa de desempleo en España? Recuperado de: <http://todofp.es/orientacion-profesional/busca-empleo-entrenate/mercado-laboral/la-fp-y-el-mercado-laboral/nivel-estudios.html#> (visto a 10 de junio de 2019).
21. **Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social. 2018.** Seguimiento de indicadores de empleo de la Estrategia Europa 2020. Recuperado de: http://www.mitramiss.gob.es/es/sec_trabajo/analisis-mercado-trabajo/pnr/observatorio/numeros/2018/diciembre/obervatorio_Diciembre_2018.pdf (visto a 10 de junio de 2019).
22. **Moreno Martínez, L., & Calvo Pascual, M. (2019).** ¿Cómo presentan la historia de la química los libros de texto de Educación Secundaria? Un análisis desde la didáctica y los estudios históricos de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16 (1), 1101-1-1101-16.
23. **Murphy, C., & Beggs, J. (2003).** Children's perceptions of school science. *School Science Review*, 84, 109-116.
24. **Nakamatsu, J. (2012).** Reflexiones sobre la enseñanza de la química. *En blanco y negro*; Vol. 3, No. 2 (2012); 38-46.
25. **Número de habitantes Mejorada del Campo (2018).** Agencia de Datos de Europa Press. Recuperado de: <https://www.epdata.es/datos/datos-graficos-estadisticas-municipio/52/mejorada-campo/4485> (visto a 10 de junio de 2019).
26. **Ortega, I., Soto, I., & Cerdà, C. (2016).** Generación Z, El último salto generacional. *Atrevia, la consultora global de comunicación con espíritu latino.* Deusto Business School. Universidad Deusto. España.

27. **Ortiz-Colón, A., Jordán, J., & Agredal, M. (2018).** Gamificación en educación: Una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educação E Pesquisa, 44*, Educação e Pesquisa, 01 April 2018, Vol.44.
28. **Página Oficial IES Los Olivos (2019).** [Imagen del centro]. Recuperado de: <https://www.ieslosolivosmejorada.es/> (visto a 10 de junio de 2019).
29. **Parra Pineda, D. M. (2003).** Manual de estrategias de enseñanza/aprendizaje.
30. **Pedrinaci, E., & Del Carmen, L. (2010).** La secuenciación de contenidos: mucho ruido y pocas nueces. *Alambique, 66*, 36-47.
31. **Perales Palacios, F. J., & Vílchez González, J. M. (2015).** Iniciación a la investigación educativa con estudiantes de secundaria: el papel de las ilustraciones en los libros de texto de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, 33*(1), 0243-262.
32. **Pereira, M. L. N. (2009).** Motivación: perspectivas teóricas y algunas consideraciones de su importancia en el ámbito educativo. *Revista educación, 33*(2), 153-170.
33. **Plantillas IM. (2019).** Recuperado de: <http://www.inteligenciasmultiples.net/index.php/theme-styles> (visto a 10 de junio de 2019).
34. **Pozo, J., & Gómez, M. (2006).** Aprender y enseñar ciencia. Ediciones Morata. 5ta. Edición. Madrid.
35. **Quintanal Pérez, F. (2012).** Relación entre estilos de aprendizaje y rendimiento escolar en física y química de secundaria. *Vivat Academia, (117E)*, 1143-1153.
36. **Renta Bruta de Mejorada del Campo (2016).** Epdata. Agencia de Datos de Europa Press. Recuperado de: <https://www.epdata.es/datos/renta-municipios-datos-estadisticas-agencia-tributaria/201/mejorada-campo/4485> (visto a 10 de junio de 2019).
37. **Revista del recreo. (2014).** "Dos siempre es más que el doble de uno". Metodología por proyectos. **Recuperado de:** <https://revistamagisterioelrecreo.blogspot.com/2014/12/dos-siempre-es-mas-que-el-doble-de-uno.html> (visto a 10 de junio de 2019).
38. **Rodríguez, L. D. C. R. (2014).** La vida en red: Identidades en estudiantes adolescentes. *Perspectivas Docentes, (51)*.
39. **Sanmartí, N. (2007).** *10 ideas clave, evaluar para aprender.* (Colección ideas clave. Serie didáctica y diseño curricular 1). Barcelona: Graó.
40. **Solbes, Jordi, Montserrat, Rosa, & Furió Más, Carles. (2007).** Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, (21)*, 91-117.
41. **Suárez, J., Maiz, F., & Meza, M. (2010).** Inteligencias múltiples: Una innovación pedagógica para potenciar el proceso enseñanza aprendizaje. *Investigación y Postgrado, 25*(1), 81-94.
42. **Tasa de Migración de Mejorada del Campo (2017).** Estadística del Movimiento Migratorio de la Comunidad de Madrid. Instituto de Estadística de la Comunidad de

Madrid.

Recuperado

de:

<http://www.madrid.org/desvan/desvan/AccionDatosUnaSerie.icm?codTema=204050&codMun=0843> (visto a 10 de junio de 2019).

43. **United Nations Educational, Scientific. (2017).** Cracking the Code: Girls' and Women's Education in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM). *IDEAS Working Paper Series from RePEc*, IDEAS Working Paper Series from RePEc, 2017.
44. **Valenzuela, A. (2011).** Año Internacional de la Química: doce meses para borrar su mala fama: *rtve*. Recuperado de: <http://www.rtve.es/noticias/20110208/ano-internacional-quimica-ano-entero-para-borrar-su-mala-fama/402557.shtml> (visto a 10 de junio de 2019).