



Universidad
Zaragoza



Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato,
Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas, Deportivas

Especialidad en Física y Química

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2020/2021

Enseñar la tabla periódica: aprendizaje cooperativo basado en indagaciones

Teaching periodic table: inquiry-based cooperative learning

AUTOR DEL TRABAJO:

Diego Neil Lallana Pardo

DIRECTOR DEL TRABAJO:

Juan Luis Pueyo

Índice del trabajo

I. INTRODUCCIÓN	1
Contextualización de centro	1
Objeto del trabajo	2
II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE ACTIVIDADES	3
Justificación de las actividades	3
Actividad A: Preparación de gel hidroalcohólico	4
Actividad B: Ajuste de reacciones con simulador	5
III. PROPUESTA DIDÁCTICA	7
Nivel en el que se desarrolla la propuesta	7
Justificación metodológica	7
Adecuación de la propuesta	9
<i>Análisis del contenido</i>	9
<i>Dificultades de aprendizaje</i>	10
Evaluación inicial	11
Objetivos de la propuesta planteada	11
IV. ACTIVIDADES QUE DESARROLLA LA PROPUESTA	13
Contexto de aplicación de la propuesta didáctica	13
Actividad 1: El tablero de juego de la química	13
Actividad 2: Sopa de electrones	14
Actividad 3: Elemental, querido Dmitri	17
V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE	22
VI. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA	25
VII. CONSIDERACIONES FINALES	28
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
IX. ANEXOS	32

Nombre del alumno	Diego Neil Lallana Pardo
Director del TFM	Juan Luis Pueyo
Tutor del Centro de Prácticas II	Miguel Lomba
Centro Educativo	IES Félix de Azara
Curso en que se desarrolla la propuesta	4º de ESO
Tema de la propuesta	La tabla periódica

I. INTRODUCCIÓN

Como estudiante del Máster Universitario en su especialidad de Física y Química he desarrollado una labor como docente en prácticas en el centro de educación secundaria Félix de Azara, de Zaragoza. Dentro de esta labor docente, he podido conocer la realidad del centro (en el Prácticum I, en 9 días a lo largo del mes de enero) así como llevar a cabo varias actividades formativas (en el Prácticum II, en 25 días a lo largo de los meses de marzo, abril y mayo), al amparo de un profesor tutor.

Contextualización de centro

El centro educativo Félix de Azara es un Instituto de Educación Secundaria que se encuentra en el barrio de la Bombarda-Monsalud, perteneciente a la Junta Municipal de Distrito Delicias. El centro comenzó a prestar servicio en el curso 1979/1980, con la denominación de Mixto nº 8. El presente curso, el centro oferta todos los niveles de la Educación Secundaria Obligatoria (incluyendo de igual modo PAI, 1º PMAR, 2º PMAR y 4º de Enseñanzas Agrupadas), así como Bachillerato (en las modalidades de *Ciencias* y de *Humanidades y Ciencias Sociales*). Se oferta también un ciclo de Formación Profesional Básica, en la especialidad de *Informática y Comunicaciones*. Este IES es un centro de escolarización preferente para alumnos con Trastornos del Espectro Autista (TEA) y con discapacidades motóricas. Añadidamente, el centro cuenta con un itinerario bilingüe en inglés para la ESO (a través del Modelo BRIT-Aragón), impartándose algunas materias en inglés en todos sus niveles.

El centro pone a disposición de su alumnado, entre otros, una biblioteca, una sala de fisioterapia (para la atención específica de aquellos alumnos con discapacidades motóricas), laboratorios de física, química y ciencias naturales, gimnasio, 5 aulas de informática, 2 aulas de tecnología y salón de actos.

En el presente curso 2020/2021, el cuerpo docente está conformado por 83 profesores, que se reparten en 17 departamentos didácticos más el departamento de Orientación. Los 761 alumnos que estudian este curso en el centro se reparten en 30 grupos mixtos (también llamados vías) de acuerdo a lo concedido por la Administración. De estos 30 grupos mixtos, 21 corresponden a la Educación Secundaria Obligatoria, 7 corresponden a la etapa de Bachillerato y 2 corresponden a la Formación Profesional Básica.

De todo el alumnado con el que cuenta el centro, 49 de ellos pertenecen a la categoría de Alumnos con Necesidades Específicas de Apoyo a la Educación (ACNEAE).

El distrito de Delicias, del cual el centro forma parte, es el que cuenta con mayor densidad poblacional de toda la ciudad (33.459,42 hab/km²). De sus 109.901 habitantes (representando así el 15,64% de Zaragoza), el 22,83% es población extranjera. El origen de dicha población extranjera es predominantemente europeo (destacando Rumanía como origen del 33,2% de la población extranjera total), habiendo asimismo una cuarta parte proveniente de América y otra cuarta parte proveniente de África.

La población de este distrito es una de las más envejecidas de la ciudad, contando especialmente personas mayores que viven solas. En términos económicos el nivel de renta media anual es inferior al de la ciudad, situándose en 10.156€ por persona, se puede hablar por tanto de un contexto socioeconómico bajo. Por otro lado, en cuanto respecta a la educación, un 35,92% de la población no cuenta con estudios de Educación Primaria.

Objeto del trabajo

El presente Trabajo Fin de Máster tiene como finalidad plasmar aquellas actividades que como docente he desarrollado en el transcurso de las prácticas en el centro educativo, así como reflejar la preparación de una propuesta didáctica.

Dicha propuesta didáctica (que consta de varias actividades) se detallará en profundidad, siendo justificada su pertinencia y será revisada críticamente de forma que el análisis que resulte sea útil para exponer cuál ha sido el aprendizaje del alumnado al que va dirigida. De igual modo, se pretende que la revisión saque a la luz las debilidades y las fortalezas de la propuesta didáctica, sirviendo esto al propósito de plantear propuestas de mejora que puedan ser añadidas como enmiendas a la propuesta didáctica y redunden por tanto en beneficio de los alumnos.

II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE ACTIVIDADES

A lo largo del Máster preparé varias actividades de aprendizaje, dos de las cuales pude poner a prueba con el grupo-clase al que fui asignado en el Prácticum II. Se trata de un grupo-clase que cursa 3º de ESO; es un grupo heterogéneo y con disposición al aprendizaje formado por 21 alumnos (12 chicas y 9 chicos), que obtiene buenos resultados de media en los exámenes de la asignatura Física y Química. Un obstáculo a vencer es la falta de motivación cuando en las clases se imparte contenido que requiere un aprendizaje memorístico, puesto que los alumnos no le ven utilidad a lo que están aprendiendo.

Para diseñar estas actividades, se trasladaron contenidos desarrollados en la asignatura del Máster *Innovación e Investigación Educativa*, siendo ampliados para llevarse a cabo en el Prácticum II. Estas consistieron en una práctica de laboratorio y el uso de un simulador de ajuste de reacciones químicas; el criterio para elegir estas actividades de entre las preparadas en el Máster fue otorgar a los alumnos la mayor libertad posible.

Justificación de las actividades

El propósito de que los alumnos realizaran una práctica de laboratorio es llevar a cabo una actividad de tipo experimental que, como defienden López Rúa y Tamayo Alzate (2012), “es clave en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, tanto por la fundamentación teórica que puede aportar al estudiante como por el desarrollo de destrezas”. Asimismo las prácticas experimentales son necesarias para que los alumnos no confundan la teoría con los modelos teóricos (Izquierdo et al., 1999).

En lo que respecta al empleo de simuladores para el ajuste de reacciones químicas, debemos partir de la premisa de que los conceptos de reacción química y sustancia son centrales en la enseñanza de la Química, tal y como sostienen autores como Raviolo et al. (2011). Por ello se hace necesario que los alumnos tengan una definición clara que ayude a su comprensión. De acuerdo a Casado y Raviolo (2005) “los escasos conocimientos sobre aspectos macroscópicos de las reacciones químicas, entre otros, ponen de manifiesto la falta de trabajo experimental”, siendo esto coherente con las posturas de Furió y Domínguez (2007). Por otra parte, resulta un error frecuente que los alumnos asocien los coeficientes estequiométricos que aparecen en los ajustes de las reacciones (algo puramente matemático) con cantidades de materia que han de estar presentes en una situación que los alumnos identifican como real.

Se propone la actividad con uso de un simulador con el objeto de fomentar la motivación del grupo-clase y replicar los resultados de las experiencias de aprendizaje que han obtenido autores como Dávila et al. (2017).

En definitiva, con el desarrollo de actividades prácticas que hagan uso de herramientas TIC se busca el aprendizaje a través de la gamificación o ludificación. La gamificación trata en esencia de aplicar a las experiencias educativas elementos propios de los juegos, como son la voluntariedad, la resolución de problemas y el equilibrio entre unas normas predeterminadas y cierta libertad para explorar (Borrás, 2015). Autores como Pomata y Díaz (2017) defienden el uso de las TIC para facilitar la creación de un entorno gamificado en la enseñanza, a la vez que encontramos autores que abogan por la gamificación en el aula como forma de acercar las TIC al alumnado (Sierra y Juste, 2018).

Actividad A: Preparación de gel hidroalcohólico

En una sesión de clase, los alumnos llevaron a cabo una práctica de laboratorio en grupos, en la que tenían que preparar un gel hidroalcohólico a partir de sus componentes. Se les facilitó un guión (véanse anexos) en el que se enumeraban los materiales de laboratorio que tenían que emplear y las sustancias químicas a utilizar, además de las proporciones en que se mezclaban.

Naturalmente, las primeras preguntas de los alumnos fueron acerca del material de laboratorio que usarían para preparar el gel hidroalcohólico y cómo se tenía que emplear. Surgieron preguntas como ¿Qué es una probeta? ¿Qué es una pipeta? ¿Cómo medimos líquidos en un laboratorio?

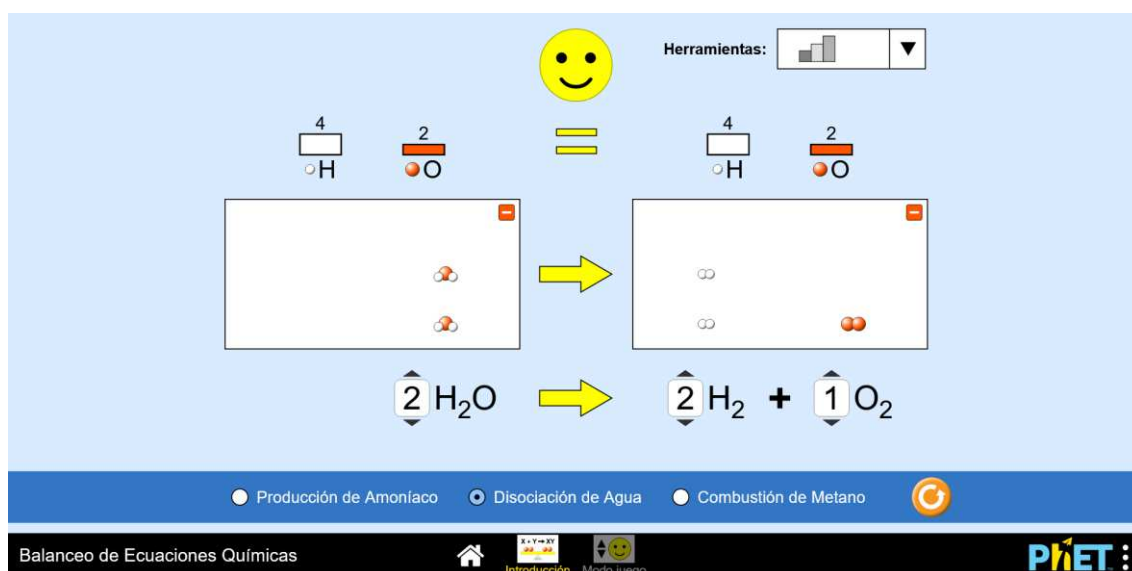
Una de las finalidades de la actividad era precisamente que los alumnos indagaran sobre la actividad que estaban desarrollando en el laboratorio. Tras aclarar las preguntas que los propios alumnos habían planteado, la actividad siguió su curso.

Al finalizar se les pidió a los alumnos que elaboraran un pequeño informe que tendrían que subir a la plataforma Moodle del centro, contestando a una serie de preguntas. Se les indicó que trabajaran autónomamente y buscaran información acerca de los geles hidroalcohólicos, su utilidad y también que explicaran cuál era la función de cada uno de los componentes del gel hidroalcohólico que habían preparado y si era importante o no la proporción que les indicaba el guión. Se dio libertad a los alumnos para que entregaran el informe de manera escrita o en forma de un vídeo breve (5 minutos máximo).

Actividad B: Ajuste de reacciones con simulador

Esta actividad fue dividida en tres sesiones de clase. En la primera sesión, se pidió a los alumnos que explicaran la diferencia entre cambio físico y cambio químico. Siguiendo esta sesión, se introducían los conceptos de ecuación química, producto, reactivo y se presentaba el simulador de ajustes a los alumnos (disponible en el siguiente enlace: https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-chemical-equations/latest/balancing-chemical-equations_es.html). Los alumnos podían finalizar la sesión indagando sobre las posibilidades que el simulador ofrecía. Como se aprecia en la Figura 1, el simulador permite ajustar diferentes tipos de reacción química y tiene herramientas a disposición de los alumnos (gráficos/balanzas) para que estos comprueben si el ajuste propuesto para la reacción en cuestión es correcto.

Figura 1: Introducción al uso del simulador de ajuste de reacciones

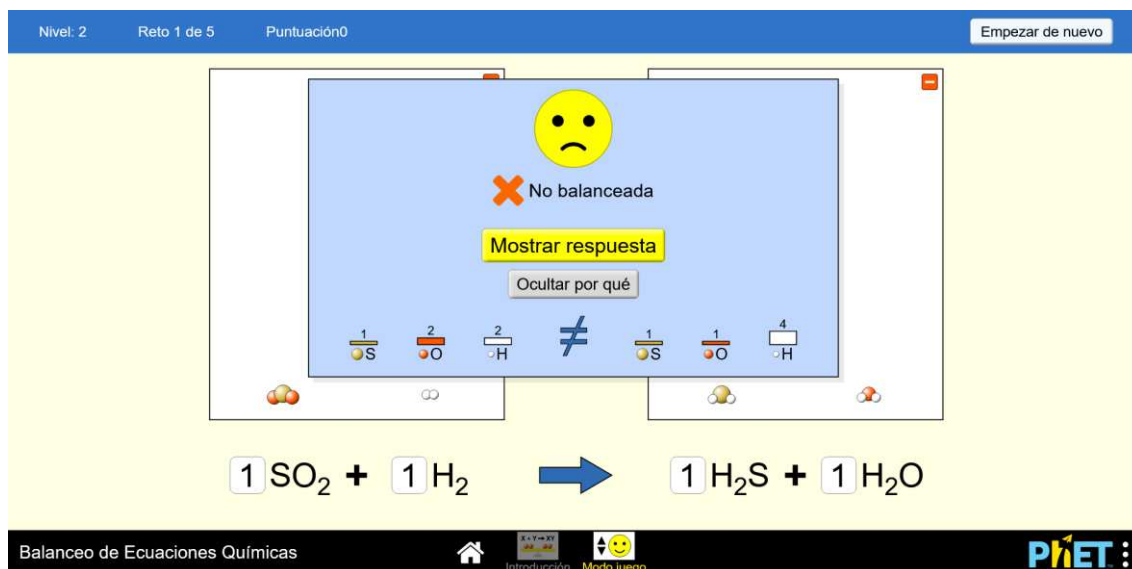


La segunda sesión se desarrolló como una clase de problemas, en la que los alumnos se enfrentarían a retos de ajuste de reacciones, planteados por el propio simulador en el llamado “modo juego”. Este modo cuenta con 3 niveles de dificultad, con 5 ejercicios de ajustes de ecuaciones químicas cada uno. Los alumnos reciben una puntuación al finalizar cada uno de los niveles de dificultad (comprendida entre 0 y 10 puntos) y pueden revisar si sus respuestas son correctas. Esto se muestra en la Figura 2, que aparece más adelante.

La tercera y última sesión de la actividad se planteó como un flipped classroom (usando la herramienta Kahoot) en el que los enunciados eran ecuaciones químicas y los alumnos debían rellenar huecos; se podía preguntar a los alumnos para una reacción si una

determinada sustancia era un reactivo o un producto, o bien pedir que se ajustara un coeficiente faltante. El nivel máximo exigido en esta sesión estuvo acorde al nivel de dificultad máximo que presentaba el simulador de entre sus múltiples opciones.

Figura 2: Simulador de ajuste de reacciones en su modo juego



Finalmente, en esta actividad se evaluó el proceso de enseñanza recurriendo a un formulario en el que se planteaba a los alumnos las siguientes cuestiones:

¿Crees que el simulador te ha ayudado a aprender cómo hacer los ajustes?

¿Consideras que la actividad ha sido divertida?

¿Piensas que has hecho algo rompedor?

¿Te gustaría que tu profesor hiciera más clases como estas?

El propio formulario contaba con un apartado que permitía a los alumnos responder libremente para valorar la actividad. Se recogen aquí las opiniones más relevantes:

“No pensaba que fuera a entender mejor los ajustes porque era un tema que me costaba bastante, pero al final me di cuenta de que no era tan complicado y me lo pasé bien jugando con el simulador”

“En algunas clases habíamos probado simuladores con otros profes, pero tú nos has dejado más libertad para hacer lo que queramos con el simulador”

“Yo creía que la química se me daba mal aunque lo que pasa es que a lo mejor me la daban de manera que yo no la conseguía entender”

III. PROPUESTA DIDÁCTICA

La presente propuesta didáctica (a la que se ha llamado *La tabla te habla*) tiene la intención de desarrollar una serie de actividades de aprendizaje, que están destinadas a ser de aplicación en la materia de Física y Química y tienen como centrales conceptos tan estrechamente relacionados como son la tabla periódica, las propiedades periódicas y la configuración electrónica.

Nivel en el que se desarrolla la propuesta

El curso elegido para llevar a cabo la propuesta es 4º de Educación Secundaria Obligatoria. De acuerdo al currículo aragonés, recogido en la Orden ECD/489/2016, los conceptos anteriormente mencionados forman parte del *Bloque 2: La materia* de dicho curso. La pertinencia de incluir las actividades propuestas en 4ºESO es coherente con el hecho de que se trata de un curso en el cual la materia Física y Química es optativa, por lo que probablemente los alumnos partirán de un nivel de motivación más alto que si se tratara de una asignatura obligatoria.

Por otro lado, pese a que la tabla periódica es introducida como concepto en el currículo de 3ºESO (en el *Bloque 2: La materia*), esta toma de contacto se hace de manera muy preliminar y busca fomentar el aprendizaje memorístico de una serie de elementos químicos que son considerados “relevantes” evitando relacionar de forma directa su posición en la tabla con sus configuraciones electrónicas (que de hecho es un concepto ausente en 3ºESO). Es por ello que se ha estimado conveniente no aplicar la propuesta didáctica en dicho curso.

Justificación metodológica

Los conceptos centrales que forman parte de esta propuesta se han elegido porque son estos conceptos los que vertebrarán gran parte del contenido formativo de los alumnos en caso de que estos se decanten por cursar materias científicas en la etapa de Bachillerato, establecido por el currículo aragonés en la Orden ECD/494/2016. Es decir, la presente propuesta tiene como una de sus metas (buscando ser pragmático sin resultar excesivamente ambicioso) crear una base sólida para facilitar a los alumnos la adquisición futura de conceptos en materias científicas diversas, especialmente la Física y la Química, aunque también otras como Biología o Geología.

Para el desarrollo de la propuesta se plantearán actividades eminentemente prácticas, facilitando los procesos de aprendizaje en los estudiantes a través de la indagación y evitando caer en un aprendizaje excesivamente memorístico, que puede llevar a una pérdida de interés en la materia. Así, primarán en la propuesta las experiencias en el laboratorio y el empleo de dinámicas de aprendizaje cooperativo (como los intercambios orales), favoreciéndose la implicación de los alumnos en un entorno seguro y garantizando la mínima intervención del docente.

La metodología para la educación científica basada en indagaciones, aun existiendo diferentes interpretaciones (Abd-El-Khalick et al., 2004) será entendida en este trabajo como el proceso deliberado de diagnosticar problemas, criticar experimentos y distinguir alternativas, planear investigaciones, investigar conjeturas, buscar información, construir modelos, debatir con iguales y formar argumentos coherentes (Rodríguez-Arteche y Martínez-Aznar, 2016).

Por otro lado, el aprendizaje cooperativo constituye una metodología activa en la que, formando pequeños grupos, los alumnos llevan a cabo un trabajo en equipo con el cual se consigue maximizar el propio aprendizaje y el de los compañeros (Johnson y Johnson, 2014).

Se pretende con el uso de estas metodologías, permitir que los alumnos construyan progresivamente un modelo de tabla periódica y de configuración electrónica que les facilite la resolución de problemas de aplicación en la ciencia. De igual modo se pretende educar siguiendo un enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente (CTSA), puesto que de acuerdo a autores como Fernandes et al. (2013) “en una sociedad altamente tecnológica, la educación en ciencias basada en este enfoque se hace necesaria”. Con la vista puesta en el enfoque CTSA se espera que los alumnos sean capaces de seguir las implicaciones que la tabla periódica tiene más allá de las ciencias y por ende de la materia Física y Química, en la que se enmarca la presente propuesta didáctica.

Adecuación de la propuesta

En esta sección se ahondará en el marco curricular en el que está basada la propuesta didáctica, así mismo, se busca justificar dicha propuesta en base al análisis de las dificultades de aprendizaje que entrañan los conceptos incluidos en la propuesta.

Análisis del contenido

Como anteriormente se ha comentado, los conceptos a tratar en la propuesta forman parte de los contenidos de la materia Física y Química del *Bloque 2: La materia* en el nivel educativo de 4º de Educación Secundaria Obligatoria; estos conceptos (la tabla periódica, propiedades periódicas y configuración electrónica) tienen correspondencia con dos de los criterios de evaluación incluidos en dicho bloque y de ellos surgen unos estándares de aprendizaje evaluables, como se muestra a continuación:

- Crit.FQ.2.2. Relacionar las propiedades de un elemento con su posición en la Tabla Periódica y su configuración electrónica.
 - Est.FQ.2.2.1. Establece la configuración electrónica de los elementos representativos a partir de su número atómico para deducir su posición en la Tabla Periódica, sus electrones de valencia y su comportamiento químico.
 - Est.FQ.2.2.2. Distingue entre metales, no metales, semimetales y gases nobles justificando esta clasificación en función de su configuración electrónica.
- Crit.FQ.2.3. Agrupar por familias los elementos representativos según las recomendaciones de la IUPAC.
 - Est.FQ.2.3.1. Escribe el nombre y el símbolo de los elementos químicos y sitúa los representativos en la Tabla Periódica.

La propuesta tratará los siguientes contenidos, que son coherentes con los estándares de aprendizaje evaluables que emanan del criterio de evaluación elegido:

- Tabla periódica: importancia histórica y actual
- Metales y no metales: propiedades
- Configuración electrónica

Algunos de estos contenidos no se introducen por primera vez en el curso para el que se plantea la propuesta didáctica, siendo este el caso de la tabla periódica que de acuerdo al currículo se introduce en 3ºESO. A pesar de ello, se considera más apropiado llevar a cabo las actividades previstas en la presente propuesta en el curso 4ºESO, puesto que la materia Física y Química tiene carácter optativo y los contenidos relacionados vistos en 3ºESO pueden servir de soporte a los alumnos (aunque no necesariamente) para que no partan de cero en la construcción de sus modelos.

Dificultades de aprendizaje

Como ocurre normalmente a la hora de abordar la enseñanza de un contenido, podemos encontrarnos con aspectos que dificultan la adquisición del nuevo conocimiento por parte del alumnado. En el caso de la tabla periódica, a través de una encuesta realizada a profesores de la materia de Química pero también de Didáctica de las Ciencias, se determinó la siguiente problemática (Franco Mariscal et al., 2009):

- Dificultades de memorización
- Interpretación errónea de la tabla
- Mala conceptualización de átomo y/o masa atómica
- Tratamiento metodológico

Para que los alumnos tengan un aprendizaje satisfactorio, los mismos autores de la encuesta defienden la necesidad de crear “juegos didácticos que intenten motivarles y desarrollar en ellos actitudes favorables hacia el tema”.

De acuerdo con aplicar estrategias de este tipo están autores como Kalogiannakis et al. (2021) que defienden que aumentan la motivación del alumnado.

Cuando se trata por otro lado de la enseñanza de la configuración electrónica, autores como Oliva (2010) defienden que “una estrategia interesante para abordar conceptos complejos y de naturaleza abstracta en el aula son los juegos educativos basados en analogías”. Otros autores han planteado actividades de aprendizaje inspirándose en dichas estrategias (Franco-Mariscal et al., 2017).

Evaluación inicial

A la vista de todo lo que se ha comentado anteriormente, se realiza una propuesta de evaluación inicial que pueda ser de utilidad a la hora de valorar cuál es el conocimiento real sobre los conceptos que van a tratarse en la propuesta (que como se ha indicado están relacionados estrechamente con los criterios de evaluación planteados).

La evaluación inicial consta de las siguientes cuestiones:

- ¿Qué es la tabla periódica?
- ¿Cuál es la utilidad de la tabla periódica?
- ¿Por qué se dice que los gases nobles son inertes? ¿A qué se debe esto?
- Nombra 2 características de los elementos metálicos.
- Escribe los símbolos químicos de los siguientes elementos: flúor, carbono, hidrógeno. ¿Estos elementos son metales o no metales?
- Nombra 5 elementos químicos presentes en la tabla periódica y di cuál es la posición que ocupan en la tabla periódica.

Se trata en general, como puede verse, de cuestiones que dan la posibilidad de responder abiertamente. Evidentemente, la quinta cuestión exige una respuesta cerrada para que pueda ser considerada bien contestada. De todas ellas tan solo en la tercera se espera un nivel de concreción alto, de forma que en la respuesta el alumno relacione la inercia química con la configuración electrónica de un gas noble cualquiera.

Objetivos de la propuesta planteada

Una vez llevado a cabo el análisis de contenido y dificultades previas por las que los alumnos podrían verse condicionados, pueden establecerse unos objetivos para la propuesta, que esperan ser satisfechos con la pertinente secuenciación de las actividades.

Dichos objetivos comprenden:

- Comprender la importancia histórica de la tabla periódica y su utilidad práctica.
- Hacer uso de la configuración electrónica para predecir la situación de un elemento representativo en la tabla periódica.
- Conocer las propiedades básicas que determinan si un elemento puede clasificarse como metal o como no metal.

Se propone la siguiente secuencia de actividades, haciendo distinción clara entre actividad introductoria, de desarrollo y de cierre:

Actividad 1: El tablero de juego de la química INTRODUCTORIA

Actividad 2: Sopa de electrones DESARROLLO

Actividad 3: Elemental, querido Dmitri CIERRE

Dichas actividades están orientadas (como se ha justificado) a la indagación del alumnado, ya sea a través del uso de material audiovisual, la práctica con simuladores o la experimentación en el laboratorio. De esta forma, se ha de concebir el papel del docente como un apoyo al aprendizaje, estando limitado a aquellos casos concretos en los cuales los alumnos no hayan sido capaces de resolver sus dudas de manera autónoma o ayudándose de sus compañeros.

A la vista de lo expuesto se pretende con esta propuesta didáctica promover el aprendizaje cooperativo (por ser grupales algunas de las actividades) además de fomentar el interés de los alumnos por la materia (por dejar atrás las clases puramente teóricas). Ello sin duda contribuye a que las actividades planteadas en la propuesta didáctica puedan ser consideradas más atractivas por parte del alumnado, ya que están más enfocadas en el “cómo se aprende” dejando en segundo plano el currículo (es decir, el “qué se aprende”).

IV. ACTIVIDADES QUE DESARROLLA LA PROPUESTA

Contexto de aplicación de la propuesta didáctica

El grupo-clase de 4ºESO en el que se desarrolla la propuesta es un grupo diverso y reducido en número (pues consta de 16 alumnos). Las inquietudes del tutor del centro educativo con respecto a este grupo son que a pesar de que el rendimiento académico de la clase es en general satisfactorio, los alumnos tienden a distraerse con facilidad en las explicaciones.

El tutor ha identificado también que el grupo muestra una preferencia inequívoca por los contenidos de química que se imparten en la materia Física y Química. Son de hecho los propios alumnos los que manifiestan al profesor que encuentran aburridas las prácticas o demostraciones de física, cuando este les propone llevar a cabo una experiencia práctica en el laboratorio.

Por otro lado el tutor reconoce que los alumnos están sometidos a una gran carga de trabajo, ya que el contenido de las asignaturas que cursan es muy denso y puesto que el cuarto curso de la ESO se entiende como un curso de preparación para el Bachillerato. Son además mayoría los alumnos en el grupo (10 de 16) que tienen claro que van a continuar sus estudios en el centro educativo para cursar 1º de Bachillerato.

Actividad 1: El tablero de juego de la química

Es la primera actividad que forma parte de esta propuesta didáctica, se trata de una actividad de tipo introductorio, que tiene como objetivo primordial que los alumnos sepan valorar la importancia de la tabla periódica como pilar fundamental en el que se apoyan las ciencias experimentales, como herramienta en el estudio de la química y conozcan la perspectiva histórica de su construcción. Dicha actividad se introduce al comienzo del *Bloque 2: La materia*, justo después de las sesiones teóricas en las que se enseñan los modelos atómicos. Se espera que tenga una duración de una sesión de clase (50 minutos).

En la primera parte de esta actividad los alumnos visualizarán en clase el siguiente vídeo:

https://www.youtube.com/watch?v=r5q6es0_Xd8

Este material audiovisual tiene una duración aproximada de 4 minutos y forma parte de una serie de vídeos de divulgación científica preparados por el Consejo Superior de

Investigaciones Científicas (CSIC), con motivo de la celebración en 2019 del Año Internacional de la Tabla Periódica.

Tras finalizar la visualización del vídeo tendrá lugar la segunda parte de la actividad, en la cual el docente pedirá a los alumnos que contesten con sus propias palabras a las siguientes cuestiones:

¿De dónde surge la tabla periódica?

¿Conoces algún elemento químico descubierto por científicos españoles?

¿Puedes nombrar elementos presentes en la tecnología que usamos a diario?

¿Podrías entender la química sin la tabla periódica?

El profesor facilitará que los alumnos puedan disponerse en pequeños grupos para ayudarse a contestar las preguntas que se plantean. Seguidamente el profesor organizará un intercambio oral (debate) en el que los alumnos tratarán otras cuestiones que no se hayan planteado, como discutir cuáles son los elementos de la tabla periódica más relevantes (ya sea porque sean necesarios para sostener la vida o porque sean abundantes en el planeta).

Será a través de estos intercambios orales que el docente pueda evaluar la calidad y la capacidad de elaboración en los razonamientos de los alumnos.

Actividad 2: Sopa de electrones

Se trata de una actividad de desarrollo, de aplicación de los conceptos vistos en las clases teóricas. Se incluye dicha actividad a mitad de las sesiones teóricas del *Bloque 2: La materia*, tras haberse introducido el concepto de configuración electrónica.

El objetivo planteado en esta actividad es que al final de la misma los alumnos puedan hacer uso de las configuraciones electrónicas, de manera que sean capaces de predecir la situación de un elemento representativo cualquiera en la tabla periódica.

En esta actividad individual (llevada a cabo en un aula de informática) los alumnos harán uso de un simulador, que sirve como herramienta de indagación para la construcción de las configuraciones electrónicas de prácticamente cualquier elemento de la tabla periódica. El simulador está disponible como recurso en línea en la siguiente dirección:

<https://www.educaplus.org/game/configuracion-electronica>

Como puede verse en la Figura 3, el propio simulador permite elegir un determinado elemento de la tabla periódica y que los alumnos planteen su configuración electrónica, pudiendo comprobar si su suposición es correcta.

Figura 3: Aspecto del simulador utilizado en la actividad

The image shows two panels of the 'Configuración electrónica' simulator. The left panel displays the periodic table with Magnesium (Mg, atomic number 12) highlighted. The right panel shows the orbital filling diagram for Mg, with 10 electrons placed in the 1s, 2s, and 2p orbitals. The configuration is $1s^2 2s^2 2p^6$ and the number of electrons is 10. A Bohr model of Mg is also shown.

Puede observarse que en la tabla aparecen recogidos todos los elementos que cuentan con nombres oficiales y símbolos aprobados por la IUPAC, aunque solo permite comprobar la configuración electrónica hasta el elemento meitnerio (Mt).

Resulta una herramienta útil porque recoge las excepciones de configuraciones electrónicas que no forman parte del contenido del curso 4º de ESO. Estas excepciones se dan para algunos metales de transición, como pueden ser el cobre o el cromo. Cuando el alumno propone la configuración electrónica de estos elementos de acuerdo a los contenidos que se imparten en clase (la llamada regla de Madelung) el simulador valida la respuesta como teóricamente correcta, pero indica que se trata de una excepción.

Figura 4: Se ha configurado un elemento con una excepción a la regla de Madelung

The image shows the 'Configuración electrónica' simulator with Copper (Cu, atomic number 29) selected. The orbital filling diagram shows 29 electrons placed in the 1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 3d, and 4s orbitals. The configuration is $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^2$ and the number of electrons is 29. A Bohr model of Cu is also shown. A message at the bottom states: 'Teóricamente la configuración es correcta, pero el cobre tiene una configuración electrónica más estable: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ '.

La actividad está planteada en dos sesiones, de las cuales la primera se ha dividido en dos partes de idéntica duración. En la primera parte se permite a los alumnos utilizar el simulador libremente, con objeto de que estos se familiaricen con su funcionamiento.

En la segunda parte de esta primera sesión, de cara a valorar si los alumnos han aprovechado la experiencia, se les entrega una ficha de prácticas, que deberán rellenar y devolver al profesor una vez finalizada la sesión.

En esta ficha se indica a los alumnos que haciendo uso del simulador traten de responder a las siguientes cuestiones:

- 1-¿Cuál es la configuración electrónica del neón?
- 2-¿Por qué situamos el potasio y el litio en la misma columna de la tabla periódica?
- 3-El boro tiene 5 electrones, ¿podrían colocarse todos en el orbital 2p?
- 4-¿Cuántos electrones de valencia tiene el aluminio?
- 5-¿Puedo colocar electrones en el orbital 3s del nitrógeno?
- 6-Completa la configuración electrónica de los elementos litio y berilio y comenta similitudes y diferencias. ¿A qué grupo representativo pertenece cada uno?

La segunda sesión de esta actividad estará destinada a la realización de una prueba escrita en el aula, teniendo que responder los alumnos a cuestiones similares a las que se plantean en la ficha de prácticas. Teniendo en cuenta que la duración de una sesión de clase son 50 minutos, se dedicarán los primeros 35 minutos a la realización de la prueba escrita. Los 15 minutos restantes se usarán para que el profesor resuelva en clase la prueba escrita, haciendo uso del simulador.

La prueba escrita contiene las siguientes cuestiones:

- 1-Escribe la configuración electrónica de los elementos sodio (número atómico 11), flúor (número atómico 9) y escandio (número atómico 21) y justifica a qué grupo representativo pertenecen dichos elementos.
- 2-El bario es un elemento alcalinotérreo, que se sitúa en el sexto periodo de la tabla periódica. Teniendo esto en cuenta, ¿cuántos electrones de valencia tiene este elemento y en qué orbital están situados?

3-El neón (número atómico 10) pertenece al grupo de los gases nobles, justifica esta clasificación de acuerdo a la configuración electrónica de este elemento.

4- El magnesio (número atómico 12) y el cloro (número atómico 17) pertenecen ambos al tercer periodo de la tabla periódica, ¿cuál es el número de electrones de valencia para cada uno de estos elementos? ¿Qué gas noble es más cercano a cada uno de estos dos elementos?

Para evaluar esta segunda actividad, se obtendrá una calificación final del 0 al 10 para cada uno de los alumnos. Esta calificación se obtiene ponderando las calificaciones de la prueba escrita (65%) y de la ficha de prácticas (35%) entregadas al profesor. Es de esperar que en la calificación final tenga un mayor peso la prueba escrita por se aquella que se ha realizado sin la ayuda del simulador.

Actividad 3: Elemental, querido Dmitri

La última actividad que forma parte de la propuesta didáctica, se propone a modo de cierre y como actividad grupal, para que los alumnos hagan uso de los conocimientos adquiridos en las actividades anteriores. Introducida en el *Bloque 2: La materia*, antes de la evaluación del bloque y tras las sesiones teóricas en las que se ven los conceptos de metal y no metal, esta actividad se plantea como una práctica de laboratorio y está ideada para que el profesor se involucre lo menos posible, aunque actuando de guía cuando sea estrictamente necesario dar indicaciones a los alumnos.

Esta actividad se estructurará en dos sesiones y tiene como objetivo que los alumnos aprendan cuáles son las propiedades de un elemento químico que determinan si este puede ser clasificado como un metal o como un no metal.

Al comienzo de la primera sesión los alumnos se dispondrán en 4 grupos (de 4 personas cada uno) y a cada grupo se le asignará una mesa como espacio de trabajo. Sobre la mesa habrá 6 elementos representativos que forman parte de la tabla periódica.

Sin embargo, estos elementos a priori tan solo tendrán asignado un número, sin que los alumnos sean capaces así de saber de qué elementos se trata. La representación visual de estos elementos aparece en la Figura 5.

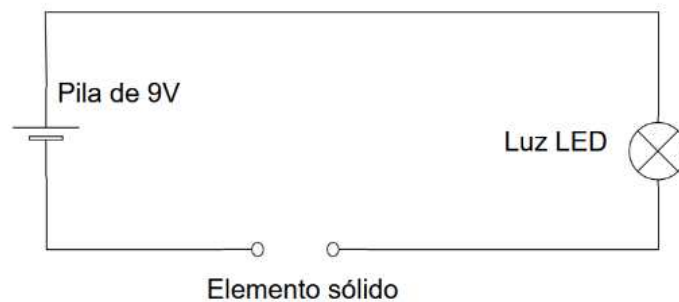
Figura 5: Seis elementos distintos, tal como se dispondrán en la mesa de trabajo



Los alumnos pueden y deben interactuar con esta serie de elementos haciendo uso de sus sentidos (principalmente la vista y el tacto) y anotar todo aquello que les parezca relevante (como apariencia o propiedades). Se les facilitarán herramientas a los alumnos como una aguja para que intenten pinchar el globo y comprobar su contenido, dispondrán también de un mechero, espátulas y pinzas para que puedan calentar los elementos.

Siguiendo el experimento, a los alumnos se les brindará la oportunidad de comprobar las propiedades eléctricas de los elementos. Para ello a cada grupo se le facilitará un circuito sencillo, que consta de una pila de 9 voltios y una luz LED, tal como se ve reflejado en la Figura 6. Como se aprecia en dicha figura, el circuito estará abierto.

Figura 6: Esquema del circuito de que disponen los alumnos para el experimento



Con aquellos elementos sólidos que se les facilitan (es decir, todos excepto el número 5), los alumnos tratarán de cerrar el circuito, teniendo a su disposición pinzas de cocodrilo para facilitar esta tarea. La finalidad de esto no es otra cosa que intentar averiguar si el elemento en cuestión es un conductor o no de la corriente eléctrica. Los alumnos deberían ser capaces de razonar que para un elemento conductor, al cerrar el circuito se debería encender la luz LED.

Las averiguaciones que los alumnos hagan en esta sesión (es decir, el análisis visual y táctil de los elementos y la conductividad eléctrica o no de los mismos) tendrán que sumarse y deberán ser anotadas por los alumnos en su cuaderno de laboratorio.

El profesor les pedirá a los alumnos que elaboren una tabla como la que a continuación se muestra:

Elemento	Color y apariencia	Observaciones	Metal/No metal
1			
2			
3			
4			
5			
6			

A lo largo de la actividad, los alumnos desarrollarán espontáneamente preguntas que les ayuden a ir rellorando la tabla anterior, producto del conocimiento adquirido en la experiencia de laboratorio además de en las clases teóricas. Se espera de esta manera que sean formuladas preguntas como:

- ¿En qué estado se encuentran estos elementos?
- ¿Qué elementos son dúctiles? ¿Y maleables?
- ¿Cuáles tienen brillo metálico? ¿Cuáles conducen la corriente eléctrica?
- ¿El color influye en las propiedades de los elementos?

De hecho la mayoría de estas cuestiones están basadas en las propiedades que permiten llevar a cabo la distinción de un elemento metálico de un elemento no metálico.

En la segunda sesión y final de esta actividad el docente auspicia la creación de un debate en el aula entre los distintos grupos de alumnos, para que discutan los criterios que han seguido en el relleno de la tabla de la primera sesión.

Este intercambio oral ha de permitir que los alumnos justifiquen la clasificación en metales o no metales que han llevado a cabo tras experimentar en el laboratorio con los seis elementos distintos que se han puesto a su disposición. Por otro lado, puede servirles para que se replanteen las propuestas que habían hecho a este respecto.

Se establece la duración del debate en 20 minutos (de los 50 minutos totales que ocupa la sesión), tras los cuales cada uno de los 4 grupos entregará al profesor la tabla que ha completado y una justificación de la clasificación propuesta.

Se utilizarán los últimos 30 minutos de la sesión para que el docente revele a los alumnos cuáles son los 6 elementos con los que han trabajado en la primera sesión de la actividad, aunque sin decir qué número llevaban asociado en la experiencia de laboratorio. Estos elementos son: azufre, cobre, nitrógeno, oro, plata y carbono. Se indica además que de ellos, hay 3 elementos que son no metálicos y 3 que son metálicos.

A continuación se pide a los alumnos que traten de relacionar los elementos que formaban parte del experimento con los números que tenían asignados. Finalmente el profesor mostrará en clase la solución al problema, tal como sigue (véase Figura 5):

- Elemento 1: Cobre (Cu), elemento metálico, se encuentra como un hilo enrollado en un carrete de plástico.
- Elemento 2: Plata (Ag), elemento metálico, que se presenta como una moneda.
- Elemento 3: Azufre (S), elemento no metálico, en forma de polvo.
- Elemento 4: Oro (Au), elemento metálico, dispuesto en láminas finas.
- Elemento 5: Nitrógeno (N), elemento no metálico, contenido en un globo.
- Elemento 6: Carbono (C), elemento no metálico, en forma de carbono amorfo.

A la hora de evaluar esta actividad, solo se tendrá en cuenta la tabla que se entrega al docente. Dicha tabla se evaluará utilizando la siguiente rúbrica:

<i>Estándar de aprendizaje</i>	<i>Excelente</i>	<i>Satisfactorio</i>	<i>Insuficiente</i>
Est.FQ.2.2.2.	Comprende en profundidad todas las propiedades que permiten distinguir un metal de un no metal. Al menos 5 de los elementos han sido clasificados correctamente.	Distingue entre metales y no metales usando al menos una propiedad para justificarlo. Al menos 3 de los elementos han sido clasificados correctamente.	No relaciona las propiedades de los elementos con su carácter metálico o no metálico. Menos de 2 de los elementos han sido clasificados correctamente.

Como puede apreciarse, en la rúbrica se valora por una parte que los distintos grupos de alumnos conozcan las propiedades de los elementos que les permitan determinar si el elemento en cuestión es metálico o no metálico. De igual modo es importante que se hayan clasificado de forma adecuada los elementos que formaban parte de la experiencia de laboratorio siguiendo como criterio estas propiedades.

V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE

En esta sección del trabajo se llevará a cabo un análisis de las producciones que han desarrollado los alumnos a lo largo de las distintas actividades que se enmarcan en la propuesta didáctica. Dichas producciones comprenden todo el material que los alumnos hayan entregado a petición del docente con objeto de que este evalúe si las actividades han resultado provechosas a los alumnos. El número total de alumnos participantes en las actividades (al que anteriormente se ha hecho referencia) es de dieciséis.

La primera actividad tenía como objetivo que los alumnos supieran valorar la tabla periódica como instrumento para la química y para la sociedad, teniendo en cuenta su perspectiva histórica. Del debate que se organizó y las respuestas a las preguntas formuladas por el profesor se recogen las siguientes conclusiones:

La mayoría de los alumnos supo identificar que la tabla periódica se había construido porque “había elementos que tenían propiedades parecidas que se repetían”. Incluso 3 alumnos fueron capaces de apuntar que es a Dmitri Mendeléyev a quien debemos la estructura de la tabla periódica como la conocemos hoy en día.

Los alumnos acertaron en nombrar al silicio como un elemento de la tabla periódica presente en la tecnología que usamos diariamente (ordenadores y móviles, por ejemplo). Es de merecida mención el hecho de que varios alumnos se refirieran a este elemento como sicilio [sic].

En el debate los alumnos también hicieron alusión al litio que se encuentra en las baterías, al hierro que contiene nuestra sangre y al potasio presente en los plátanos. Una alumna indicó que conocía el americio porque “vi una vez un vídeo en el que se decía que los detectores de humos contienen americio”. Uno de los alumnos con semblante serio aseveró que conocía el adamantium [sic] “por Lobezno el de los X-Men” para después asegurar que “lo he dicho en broma”.

Considero, a la vista de lo que se ha comentado, que se han cumplido los objetivos que planteaba la actividad y que las respuestas y las afirmaciones de los alumnos satisfacen mis expectativas respecto al conocimiento que estos tienen sobre la tabla periódica.

Para la segunda actividad, que hacía uso de un simulador de configuraciones electrónicas, se planteó la evaluación como una calificación ponderada de dos pruebas, una de ellas

era una ficha de actividad que podía rellenarse haciendo uso del simulador (35% de la calificación) y la otra consistía en una prueba escrita (65% de la calificación).

En la ficha de actividad los alumnos obtuvieron una nota media alta (8,67), coherente con el hecho de que se permita el uso del simulador para rellenarla. De las 6 preguntas que se planteaban (véase sección IV del presente trabajo), las que obtuvieron una menor puntuación media fueron la número 3 y la 5:

- El boro tiene 5 electrones, ¿podrían colocarse todos en el orbital 2p?
- ¿Puedo colocar electrones en el orbital 3s del nitrógeno?

Hubo 6 alumnos (de los 16 totales) que si bien respondieron a las cuestiones correctamente, para justificar sus respuestas aludieron al hecho de que “el simulador dice que los electrones no están bien colocados”.

En lo que se refiere a la pregunta 1, que obtuvo la mayor puntuación media, la mayoría de alumnos (13 de 16) contestaron correctamente. La pregunta fue planteada así:

- ¿Cuál es la configuración electrónica del neón?

Incluso algunos alumnos utilizaron la configuración electrónica del neón para justificar su clasificación como gas noble, algo que no se pedía expresamente.

En la prueba escrita de esta actividad, aun planteando cuestiones similares a las contenidas la ficha de actividad, los alumnos obtuvieron una puntuación media inferior (6,4). Destaca por una puntuación notablemente baja la siguiente pregunta:

- Escribe la configuración electrónica de los elementos sodio (número atómico 11), flúor (número atómico 9) y escandio (número atómico 21) y justifica a qué grupo representativo pertenecen dichos elementos.

En general los alumnos tuvieron más dificultades a la hora de clasificar al escandio como un metal de transición, por eludir la colocación de electrones en los orbitales 3d (se dio en 7 de las 16 respuestas). Resultó más fácil para los alumnos identificar el sodio como metal alcalino (12 de 16 respuestas) y el flúor como halógeno (11 de 16 respuestas), si bien se recogió escrito de forma errónea (especialmente como “alógeno” [sic]).

Con todo, se obtuvo una calificación media para la actividad de 7,19 y puede considerarse por ende que se han cumplido los objetivos que la actividad planteaba.

Finalmente se recogen los resultados de la actividad de laboratorio, quizá la más compleja de las 3 que planteaba la propuesta didáctica. La actividad tenía por objetivos que los

alumnos identificaran las características y propiedades de 6 elementos (véase Figura 5) para clasificarlos en metales o no metales. Se proponía que los alumnos (agrupados de 4 en 4 para esta actividad) entregaran al profesor una tabla que junto a una justificación sería valorada haciendo uso de una rúbrica (véase sección IV del presente trabajo).

La tabla en cuestión se muestra a continuación haciendo referencia al nombre de los elementos, teniendo en cuenta que los alumnos no contaban con este dato cuando se les pidió que hicieran entrega de la misma.

Elemento	Color y apariencia	Observaciones	Metal/No metal
1 (Cobre)			
2 (Plata)			
3 (Azufre)			
4 (Oro)			
5 (Nitrógeno)			
6 (Carbono)			

De los 4 grupos de alumnos que entregaron las tablas, 3 de ellos fueron evaluados de manera cualitativa como excelente mientras que el restante fue evaluado como satisfactorio (de acuerdo a lo establecido por la rúbrica). Los tres grupos que fueron calificados de excelente clasificaron en sus tablas de manera correcta los 6 elementos, utilizando para justificar esta clasificación, la ductilidad y maleabilidad, el brillo metálico, la conductividad eléctrica y térmica, y el punto de fusión.

Por otro lado el grupo que fue calificado de satisfactorio clasificó correctamente 4 de los 6 elementos (fallando en la plata y en el carbono), haciendo alusión a la ductilidad y al punto de fusión para justificar su clasificación.

En vista de los resultados, esta actividad cumple el objetivo que tenía, siendo capaces los alumnos de establecer clara diferencia entre un elemento metálico y uno no metálico.

VI. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA

En cuanto a las actividades que se han desarrollado en la propuesta didáctica, es cierto que están sujetas a la aparición de ciertos problemas. En el caso de la primera actividad (la visualización del vídeo) se corre el riesgo de que el material empleado sea excesivamente breve o simple como para servir de cara a fomentar la indagación o bien que se convierta en algo puramente informativo y no sea visto por los alumnos como una oportunidad para plantearse preguntas al respecto. Por otro lado si el vídeo utiliza un lenguaje demasiado complejo nos encontraríamos con dificultades añadidas para el aprendizaje de conceptos. Con vistas a mejorar esta actividad se podría proponer la ampliación del número de preguntas que se plantean a los alumnos e incluir otros vídeos relacionados con la tabla periódica para añadir al que ya forma parte de la actividad. De igual modo podría ampliarse la actividad para incluir una segunda sesión, en la que los alumnos de manera grupal busquen información de la tabla periódica y la expongan en clase de manera breve, en forma de presentación al resto de compañeros de clase.

Cuando se analiza la segunda actividad que plantea la propuesta didáctica (en la que se hace uso de un simulador) podemos encontrar ciertos aspectos que resultan problemáticos. El más importante es que el simulador indicará siempre si una configuración electrónica propuesta es correcta, pero en ningún caso podrá usarse para obtener directamente la resolución de una configuración. Es decir, cuando los alumnos fallan al proponer una configuración electrónica para un determinado elemento, la actividad no les crea un feedback que les permita razonar por qué la configuración electrónica propuesta no es la adecuada.

Otro problema, aunque de menor calado es que el simulador reconoce la mayoría de grupos representativos de la tabla periódica (como halógenos, metales de transición y gases nobles), pero no reconoce como grupos representativos los grupos que están encabezados por el boro, el carbono, el nitrógeno y el oxígeno. Para estos cuatro grupos en cuestión, el simulador no hace alusión al nombre del grupo, sino que clasifica los elementos pertenecientes a dichos grupos estableciendo una diferencia entre tres tipos distintos de elementos “No metales”, “Semimetales” y “Otros metales”. Esto supone que los alumnos podrían tener dificultades a la hora de establecer similitudes en las configuraciones electrónicas de elementos que forman parte de los grupos nombrados.

El uso de un simulador en sí puede generar limitaciones en lo que se refiere a la dificultad. En primer lugar se podría pensar en simplificar el modelo del simulador para facilitar la curva de aprendizaje sobre el concepto de configuración electrónica de forma que no se requiriera un gran esfuerzo inicial, aunque a cambio podrían perderse matices esenciales para la formación de un modelo lo suficientemente completo.

Una solución que podría proponerse de cara a mejorar la puesta en marcha de esta segunda actividad sería ampliar el uso de los simuladores, aumentando la duración de la actividad (con más sesiones) y planteando el uso de dos o tres simuladores de configuración electrónica, en vez de confiar el aprendizaje de los alumnos a uno solo. Así, podrían ser introducidos en la actividad distintos simuladores, utilizándose como criterio para ordenarlos el nivel de dificultad.

La tercera actividad puede ser la que más dificultades plantea en su desarrollo, y es algo esperable puesto que el profesor al llevarla a cabo peca por exceso de confianza al suponer que los alumnos serán lo suficientemente capaces de resolver todos los planteamientos propuestos. El docente no ha de subestimar las capacidades de sus alumnos, es evidente, aunque tampoco debería esperar que un conocimiento teórico somero y recién adquirido sobre un concepto pueda usarse para asentar nuevos conocimiento sobre conceptos más complejos.

Por ejemplo, pueden surgir problemas en la parte en la que se pide realizar una medida de conductividad eléctrica; se da por hecho que los alumnos comprenden el funcionamiento básico de un circuito y sus componentes cuando se trata de conceptos que se encuentran fuera del currículo de Física y Química y pueden no haber sido tratados por los alumnos. O por otro lado pueden obtenerse resultados que el profesor no ha previsto o que son contrarios a lo que este esperaba (en lo que respecta al carbono, que dependiendo de la fuente del elemento empleada puede ser conductor).

Otro problema que aparece es a la hora de tratar de identificar con sus nombres cada uno de los seis elementos que se utilizan en la actividad. El profesor puede tener la esperanza de que el conocimiento previo de los alumnos resulte suficiente para esta tarea, sin embargo los alumnos podrían no reparar en hechos que para el docente sí resultan evidentes (como ejemplo, que el cobre es de color rojizo o que el azufre presenta un olor característico). Se podría facilitar la tarea de identificación si el profesor diera a los alumnos más información, aunque ello no sería garantía de resolución satisfactoria.

En lo que respecta al carácter indagatorio de esta actividad, muchos estudiantes tienen dificultades, ya sea porque no comprenden el tipo de problema que están investigando o bien no son capaces de identificar patrones en la información obtenida cuando se aplica a la interpretación de los resultados de su indagación (Puntambekar y Kolodner, 2005).

En cualquier caso, si se busca mejorar la actividad, el profesor debería centrar la práctica de laboratorio en profundizar sobre un concepto o un modelo previamente conocido por los alumnos antes que intentar relacionarlo con otros más complejos. Querer evitar caer en el simplismo puede jugar en contra del docente que sin pretenderlo plantea una actividad con demasiados giros, que reviste mayor complejidad de lo que pudiera parecer.

De igual modo, proporcionar un guión puede servir para que la experiencia de laboratorio sea más enriquecedora y las tareas que en él se plantean puedan ser desempeñadas de forma autónoma por los alumnos, como sugieren Crujeiras y Jiménez (2015).

VII. CONSIDERACIONES FINALES

Este Trabajo de Fin de Máster supone para mí la culminación de una etapa que ha sido larga y que responde a las inquietudes que desde siempre había tenido dada mi vocación docente. El Máster que he cursado implicaba plantearse un enfoque diferente al que yo estaba acostumbrado como estudiante universitario, ya que existe una pequeña distancia entre el estudio de la química (ciencia en la que yo me formé) y la didáctica de la misma.

Considero que para mi futuro será importante contar con este Máster pues se trata de una herramienta indispensable en mi formación, incluso aunque decidiera no trabajar como docente. Este Máster me ha enseñado también a apreciar más la química que he estudiado y la enseñanza, siendo esta última disciplina en mi opinión, infravalorada injustamente con frecuencia.

Deseaba plasmar en este trabajo los resultados de las experiencias que he tenido como docente en prácticas, a través de las actividades de aprendizaje que he llevado a cabo y creo que lo he conseguido, planteando una propuesta didáctica coherente, que resultara útil para mis alumnos y tuviera unos objetivos realistas.

En las prácticas me he enfrentado a la realidad de un centro educativo, a un día a día cambiante pese a tratar con los mismos alumnos y valoro de forma muy positiva que tanto mis profesores en el Máster como mi tutor en este trabajo me hayan transmitido cómo lidiar con esta realidad.

Agradezco haber tenido buena acogida en el centro de prácticas, tanto por parte del personal de dirección como por el resto de profesores. Sin duda guardaré un buen recuerdo de los alumnos con los que pasé varias semanas y espero que también guarden ellos buen recuerdo de lo que fue mi paso por su clase, así como de mi curiosa forma de borrar la pizarra.

Por supuesto las prácticas me sirvieron enormemente para darme cuenta de muchos aspectos que como docente eran susceptibles de mejorar, de lo que puedo destacar el hecho de subestimar el tiempo necesario para introducir nuevos conceptos a mis alumnos o el hecho de afrontar mis explicaciones y la resolución de problemas en clase con demasiadas prisas.

Mi tutor de prácticas en el centro fue la persona que me ayudó a pulir estos errores, siendo en todo momento sincero respecto a mi evolución en las prácticas. Me dio mucha libertad para trabajar con los alumnos además de sabios consejos; de él pude aprender a valorar las pequeñas cosas que hacen más dulce la docencia, pese a haber en ocasiones malos días, estudiantes difíciles o resultados desastrosos en los exámenes.

También tuve la oportunidad de plantear a mis alumnos un examen y corregirlo. En días previos al examen estaba preocupado porque no sabía si mis alumnos habrían seguido bien las clases y comprendido el temario, pero corrigiendo el examen me liberé de esa preocupación al ver que habían tenido muy buenas notas. Considero que la tarea más difícil a la hora de corregir un examen es asegurarse de que se está siendo justo con todos los alumnos, además encuentro frustrante ver cómo un alumno obtiene un suspenso a pesar de saber como profesor que dicho alumno ha trabajado, ha seguido tus clases y se ha esforzado por estudiar.

En definitiva, sé que este Máster me ha servido para enriquecerme y espero que, sumando mis experiencias vividas en él, haya sido capaz de transmitir a mis alumnos que es esencial para sus vidas aprender, sin que tenga que ser relevante el hecho de qué se está aprendiendo.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D. y Tuan, H. L. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397–419.
- Balaceo de Ecuaciones Químicas*. https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-chemical-equations/latest/balancing-chemical-equations_es.html
- Borrás, O. (2015). Fundamentos de la gamificación. *Gabinete de Tele-Educación. Universidad Politécnica de Madrid*.
- Casado, G. y Raviolo, A. (2005). Las dificultades de los alumnos al relacionar distintos niveles de representación de una reacción química. *Universitas Scientiarum*, 10(Edición especial I), 35–43.
- Configuración electrónica | Educaplus*. <https://www.educaplus.org/game/configuracion-electronica>
- Crujeiras, B. y Jiménez, M. P. (2015). Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 33(1), 63–84.
- Dávila, M. A., Cañada, F. y Sánchez, J. (2017). Aprendizaje cognitivo y emocional de las reacciones químicas. *Alambique: Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 90, 27–36.
- Fernandes, I., Pires, D. y Villamañán, R. M. (2013). Educação em ciências com orientação CTSA: construção de um instrumento de análise das orientações curriculares. *IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, 459–462.
- Franco-Mariscal, A. J., Franco-Mariscal, R. y Salas-García, G. (2017). El tren orbital: un juego educativo basado en una analogía para aprender la configuración electrónica en secundaria. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, 1(2), 1–13.
- Franco Mariscal, A. J., Oliva Martínez, J. M. y Bernal Márquez, S. (2009). Dificultades de aprendizaje en torno a la periodicidad de los elementos químicos : la visión de profesores e investigadores en educación química. *VII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, 54–57.
- Furió, C. y Domínguez, M. C. (2007). Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 25(2), 241–258.

- Izquierdo, M., Sanmartí, N. y Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 17(1), 45–59.
- Johnson, D. W. y Johnson, R. T. (2014). Aprendizaje cooperativo en el Siglo XXI. *Anales de Psicología*, 30(3), 841–851.
- Kalogiannakis, M., Papadakis, S. y Zourmpakis, A. I. (2021). Gamification in Science Education. A Systematic Review of the Literature. *Education Sciences*, 11(1).
- La tabla periódica - José Elguero - Colección ¿Qué sabemos de? (CSIC-Catarata) - YouTube.* https://www.youtube.com/watch?v=r5q6es0_Xd8
- López Rúa, A. M. y Tamayo Alzate, Ó. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Lationamericana de Estudios Educativos*, 8(1), 145–166.
- Oliva, J. M. (2010). Comparando la tabla periódica con un calendario: posibles aportaciones de los estudiantes al diálogo de construcción de analogías en el aula. *Educació Química*, 6, 13–22.
- Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo*, (Departamento de Educación Cultura y Deporte, Gobierno de Aragón).
- Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo*, (Departamento de Educación Cultura y Deporte, Gobierno de Aragón).
- Pomata, J. A. y Díaz, J. M. (2017). TIC y gamificación en la enseñanza de español como lengua extranjera: situación y líneas de actuación para las universidades japonesas. *Cuadernos CANELA*, 28, 79–101.
- Puntambekar, S. y Kolodner, J. L. (2005). Toward Implementing Distributed Scaffolding: Helping Students Learn Science from Design. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(2), 185–217.
- Raviolo, A., Garritz, A. y Sosa, P. (2011). Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 8(3), 240–254.
- Rodríguez-Arteche, I. y Martínez-Aznar, M. M. (2016). Introducing Inquiry-Based Methodologies during Initial Secondary Education Teacher Training Using an Open-Ended Problem about Chemical Change. *Journal of Chemical Education*, 93(9), 1528–1535.
- Sierra, C. y Juste, A. (2018). *Herramientas TIC para la gamificación en el aula*. 93, 534–537.

IX. ANEXOS

Guión de la Actividad A: Preparación de gel hidroalcohólico

Como sabes, mantener las manos limpias es una de las medidas más importantes que podemos tomar para evitar enfermarnos y transmitir microbios a otras personas. Muchas enfermedades y afecciones se propagan por no lavarse las manos adecuadamente, con agua y jabón.

Una alternativa a lavarse las manos con agua y jabón que también es muy útil para la desinfección es el uso de gel hidroalcohólico. Tras aplicar gel hidroalcohólico, nuestras manos quedan libres de virus y bacterias que podamos transmitir a otras personas a través del contacto.

En esta práctica de laboratorio prepararemos un gel hidroalcohólico que podamos llevar con nosotros en un pequeño bote por si necesitamos desinfectarnos las manos cuando no tengamos disponible agua y jabón.

MATERIALES

- Probetas
- Vasos
- Embudos
- Botes de plástico formato viaje

COMPOSICIÓN

La formulación del gel hidroalcohólico que vamos a preparar es la siguiente:

- Etanol: Es la base del gel, es la sustancia que hará que se evapore rápidamente para que las manos queden secas.
- Peróxido de hidrógeno: Esta sustancia le da al gel sus propiedades antisépticas y de desinfección. En contacto con las manos, matará los virus y las bacterias.
- Glicerol: Dará al gel su apariencia y hará que las manos se mantengan hidratadas, para que no queden ásperas después de aplicar el gel.
- Aceite esencial (opcional): Podemos dar a nuestro gel un toque de fragancia para que las manos tengan un olor agradable después de desinfectarlas.
- Agua destilada

Prepararemos el gel con las siguientes cantidades ajustadas para 100 mL:

Etanol: 83,33 mL Peróxido de hidrógeno: 4,17 mL Glicerol: 1,45 mL

PROCEDIMIENTO

- 1.- Medir en un vaso el contenido de alcohol de forma aproximada y verterlo en el bote.
- 2.- Añadir con una probeta el peróxido de hidrógeno medido al bote de plástico.
- 3.- Añadir el glicerol con una probeta y añadir si se desea una gota del aceite esencial.
- 4.- Finalmente, llenar el bote hasta el completar su volumen, cerrar y agitar.