



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

MÁSTER EN EDUCACIÓN SECUNDARIA Y BACHILLERATO,
FORMACIÓN PROFESIONAL Y ENSEÑANZA DE IDIOMAS

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Utilización de analogías en la enseñanza de la Química

Autora:

Dña. Elena Fernández Escobar

Tutora:

Dña. Carmen Lavín Puente

Valladolid, Julio 2014

ÍNDICE

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. LAS ANALOGÍAS COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE.....	6
3. PLANIICACIÓN DEL TRABAJO.....	11
3.1. Objetivos	
3.2. Metodología	
3.2.1. Selección de contenidos	
3.2.2. Selección de analogías	
3.2.3. Planteamiento de analogías	
3.3. Justificación	
4. PROPUESTA DE ANALOGÍAS PARA LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS FUNDAMENTALES EN EDUCACIÓN SECUNDARIA Y BACHILLERATO....	19
4.1. Analogías para la enseñanza de los modelos atómicos	
4.2. Analogías para la enseñanza de la velocidad de reacción.	
4.3. Analogías para la enseñanza del equilibrio químico	
5. APLICACIÓN EN LAS PRÁCTICAS.....	41
5.1. Descripción del centro	
5.2. Características del alumnado	
5.3. Utilización en el aula de analogías para la enseñanza de la formulación y reacciones químicas en el cuarto curso de la educación secundaria obligatoria	
6. CONCLUSIONES.....	53
7. BIBLIOGRAFÍA.....	54
8. ANEXOS.....	58
- Anexo I: Decreto 52/2007 Currículo de Educación Secundaria de Castilla y León.	
- Anexo II: Decreto 42/2008 Currículo de Bachillerato de Castilla y León.	
- Anexo III.A y B Listado de moléculas para formular.	
- Anexo IV. A y B Reacciones químicas para ajustar.	

RESUMEN

La Química es una de las asignaturas que presentan mayor dificultad para los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, debido a que la perciben como una materia abstracta y ajena a su experiencia cotidiana. Es, por tanto, necesario utilizar estrategias que faciliten la comprensión de los conceptos químicos por los alumnos y despierten su interés por la química. Entre estas estrategias, son muy recomendadas, aunque todavía poco utilizadas en el aula, las analogías planteadas de forma que el alumno logre un aprendizaje significativo. En este trabajo, tras una búsqueda en la literatura de analogías para los conceptos de equilibrio químico, velocidad de reacción y modelos atómicos, se hace una propuesta y planificación de aquellas que se consideran más factibles para utilizar en el aula. También se han utilizado analogías como estrategia para la enseñanza de la formulación y ajuste de reacciones químicas a alumnos de 4º curso de ESO.

1. INTRODUCCIÓN

La Química es considerada por los alumnos como una de las materias de mayor dificultad en su paso por la Educación Secundaria y el Bachillerato debido, en parte, a que no pueden llegar a percibir su importante conexión con la vida cotidiana. No en vano, la falta de interés por la materia o, incluso, su rechazo por parte de los estudiantes es uno de los grandes problemas, hoy en día, en la enseñanza de esta materia para los docentes de dichos niveles educativos.

Los motivos de la existencia de este problema son la naturaleza abstracta de los conceptos químicos y los tres niveles de representación que se emplean en la enseñanza de la química (Johnstone 1991): nivel macroscópico, microscópico y simbólico, siendo el nivel macroscópico aquel que se ocupa de las propiedades de los objetos grandes y visibles, el nivel microscópico el que explica la química a través de átomos, moléculas e iones y el simbólico el que expresa los fenómenos químicos a través de símbolos y ecuaciones matemáticas.

Como señala Gabel (1999) “la química parece muy compleja para el estudiante porque muchos conceptos pueden ser **observados** en el nivel macroscópico pero únicamente **explicados** en un nivel diferente. En la mente de muchos estudiantes no hay puentes entre los niveles micro, macro y simbólico.” Según esta autora, el uso de las tres representaciones de la materia en la enseñanza química hace necesario el uso de analogías y modelos.

Las analogías se han empleado como herramienta efectiva para mejorar el aprendizaje del alumno desde hace mucho tiempo y hay autores que incluso señalan que el pensamiento analógico probablemente comenzó en el momento en que se utiliza por primera vez el lenguaje (Curtis y Reigeluth, 1984). Sin embargo, no es hasta el siglo XX cuando se aconseja el uso de analogías en las clases de química porque ayudan a muchos estudiantes a entender los conceptos y aceptar una posterior explicación matemática de los mismos (Lewis, 1933). Las analogías ayudan a incorporar ideas nuevas conectando con las ideas que tienen anteriormente los alumnos (Novak, 1976) y además, se intensifica el aprendizaje (Ortony, 1975).

En las dos últimas décadas se han llevado a cabo numerosas investigaciones de como el alumno aprende a partir del modelo analógico. Algunas de estas investigaciones realizadas en el aula (Dupin y Johsua, 1989; Treagust y Duit, 2008) demuestran que los estudiantes que habían utilizado analogías obtenían mejores resultados en los test y en las entrevistas. Oliva y Aragón (2009) han analizado la influencia del uso de analogías en diferentes grupos de alumnos y concluyen que son herramientas que favorecen la obtención de capacidades por parte de los alumnos para la modelización científica. Entre estas capacidades destacan la imaginación y la creatividad de los alumnos para generar modelos en sus esquemas mentales y así ser capaces de fomentar el pensamiento científico. Por otro lado, hay estudios que consideran que no existen evidencias de que el uso de las analogías favorezcan en nada la comprensión al entendimiento de conceptos (Gilbert, 1984).

El libro de texto es un recurso ampliamente utilizado por el profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Se han realizado diversos estudios sobre las analogías que aparecen en los libros de texto que los alumnos utilizan en estas etapas educativas en diferentes países. Estos estudios evidencian que en algunos casos sólo se utiliza la analogía como un simple organizador de conceptos (Gilbert, 1989) o incluso se duda de su utilidad (Gilbert, 1989). La mayor parte de los libros de texto presentan analogías simples, no enseñan a utilizar los procesos analógicos y no señalan las limitaciones (Thiele y Treagust, 1994). Más recientemente, Bender et al. (2007) hacen una revisión de textos para diferentes niveles educativos y concluyen que los textos se limitan a presentar las analogías como un producto acabado, sin establecer sus limitaciones o propiciar situaciones que contribuyan a su construcción. Con respecto a la situación en España, Fernández et al. (2003) han analizado el uso de analogías en los libros de texto de Educación Secundaria de las editoriales que tienen mayor implantación. Como conclusión exponen que las analogías se hacen de forma poco reflexiva y estudiada y destacan el desconocimiento del proceso cognitivo del aprendizaje por parte del profesorado.

Actualmente, las analogías continúan siendo recomendadas como herramientas pedagógicas que ayudan al profesor a expresar información nueva y

compleja estableciendo paralelismos con casos y ejemplos concretos más familiares (Alfieri et al. 2013.) Esta recomendación se basa en los resultados de las investigaciones que muestran que la analogía posibilita la construcción en el aula de conceptos científicos, conceptos que en la mayoría de los casos son abstractos, ya que favorece su visualización (Fernández et al. 2003). Otra característica positiva encontrada en este tipo de actividad es que hace que el alumno se implique en el aula, con lo que se puede conseguir que tenga una actitud más positiva hacia el aprendizaje de la química. Este aspecto es importante ya que uno de los problemas que más preocupan en el proceso de enseñanza-aprendizaje hoy en día es la falta de atención y la falta de interés científico. El uso de analogías atrayentes para los alumnos hace que la clase les resulte más motivadora y aumente su participación en ella. Además, se consigue un objetivo paralelo como es activar su imaginación y mejorar su capacidad de razonamiento.

El presente Trabajo de Fin de Master se centra en el análisis de las analogías como recurso didáctico en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los contenidos propios del campo de la Química en Enseñanza Secundaria y en el Bachillerato (ESO) así como en la presentación y propuesta de varios ejemplos de analogías para su puesta en práctica en el aula. En la planificación y desarrollo del trabajo se ha intentado plasmar los conocimientos adquiridos durante el curso de Master.

Las actividades presentadas en este trabajo son coherentes con el modelo de enseñanza defendido por las principales tendencias didácticas y pedagógicas actuales. En la tradición científica y pedagógica podemos encontrar muchas corrientes teóricas que defienden diferentes tipos de metodología, pero lo cierto es que todas han coincidido siempre en la importancia y la utilidad del uso de analogías para llevar a cabo las explicaciones de conceptos de Química. Actualmente, según la corriente Constructivista, el modelo pedagógico de las analogías está considerado como una de las mejores formas de adiestrar a los estudiantes en las tareas de modelización que tanta relevancia tiene en la producción de conocimientos científicos así como en desarrollo de la capacidad de razonamiento del individuo.

Esta memoria se ha organizado en las seis secciones que se detallan a continuación. En la Sección 2 se trata de concretar qué se entiende por analogía y

las funciones y características que deben poseer para que sean útiles como herramienta de enseñanza y aprendizaje. En la Sección 3 se presenta el plan del trabajo; en el primer apartado se indican los objetivos propuestos con la utilización de las analogías, en el segundo se trata la metodología seguida para el desarrollo del trabajo, es decir, los criterios utilizados en la elección de contenidos y analogías y los aspectos a considerar para la puesta en práctica de estas últimas, y en el tercer apartado se justifica el uso de analogías en la Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato. En la Sección 4 se hace una propuesta de analogías para la enseñanza de conceptos fundamentales de Química como los modelos atómicos, cinética de reacción y equilibrio químico, con una descripción pormenorizada de los objetivos, contenidos y actividades. En la sección 5, se describen las características del centro y alumnos donde se realizaron las Prácticas y se presenta la experiencia sobre analogías para la enseñanza-aprendizaje de la formulación química y reacciones químicas realizada en el aula. Finalmente, en la Sección 6 se exponen las conclusiones derivadas del trabajo.

2. LAS ANALOGÍAS COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.

El modelo constructivista del aprendizaje se basa en que el alumno desarrolle su propio conocimiento, conectando la nueva información a un concepto anterior que ya le es familiar. La comparación entre una situación conocida para el alumno con otra nueva actúa como puente que le permite relacionar su conocimiento previo con el nuevo conocimiento a aprender (González 2005). De acuerdo con González (2005), cuando se utiliza la analogía, el proceso mental que tiene lugar es el razonamiento analógico, el cual permite hacer inferencias y construir hipótesis. Esta es la principal razón por la que el aprendizaje de las ciencias en general y de la química en particular, se facilita empleando analogías. La analogía hace más fácil que los alumnos entiendan los nuevos conceptos que se les presentan utilizando los recursos que ya existen dentro de sus procesos mentales.

Felipe y col. (2006) describen las analogías como representaciones utilizadas para entender un concepto nuevo. La forma de desarrollar o construir estas analogías, según estos autores, consiste en unir conocimientos previos que tienen los alumnos con el nuevo concepto que se introduce. El concepto previo, denominado *análogo*, debe ser muy bien conocido por el alumno; a la idea nueva se le llama *tópico*. Ambos elementos, análogo y tópico, están formados por componentes o características propias y se relacionan de diferentes maneras. Aunque las características sean específicas de cada elemento siempre deben existir nexos entre ellas, es decir, una característica del tópico tendrá similitud con una del análogo. La relación entre el tópico y el análogo puede ser simplemente estructural, es decir, que se parezcan físicamente, o bien, el análogo y el tópico pueden ser semejantes en el comportamiento (Fernández et al. 2003).

Algunas de las características deseadas para una analogía según Dagher (1995) son: que el análogo siempre sea más sencillo que el tópico para el alumno; el análogo tiene que conllevar una predisposición positiva por parte del alumno, ya que si tuviera un contexto negativo éste sería extrapolado por el alumno al tópico; el profesor trabajará como guía generando las relaciones que existen entre el tópico y

el análogo para que al estudiante siempre le quede claro sus semejanzas; los alumnos deben participar de forma activa en el proceso de la analogía; es útil trabajar con la misma analogía para distintos conceptos y de igual manera también se pueden utilizar varias analogías para el mismo concepto; la evaluación final por parte del profesor de la analogía será un trabajo clave para la optimización del uso de analogías.

Los fundamentos didácticos de las analogías señalados por diferentes autores se pueden resumir en que: relacionan contenidos abstractos con otros de la realidad (Dagher, 1994); son instrumentos “para sugerir nuevas ideas y hacerlas inteligibles” (Posner y col., 1982); son herramientas para que el profesorado mejore la calidad de sus explicaciones (Osborne y Freyberg, 1985); se considera que desempeñan un papel fundamental en el aprendizaje científico (Posner y col., 1982); favorecen el contacto con la vida diaria al alumnado (Roberts, 1970); impulsan la imaginación, creatividad y la formación de puentes mentales en los alumnos (Bloom, 1992), y que aumenta la capacidad de los estudiantes para resolver problemas (Friedel y col. 1990) y comprender textos (Vosniadou y Shommer, 1988).

No es menos importante el elemento motivador que aporta este recurso didáctico. El uso de analogías despierta el interés del alumno por la ciencia en general y por la química, en particular; los alumnos, al encontrar atractivas las comparaciones, muestran una actitud más positiva hacia la Química. Como señala Caamaño (2011), mantener una motivación elevada siempre favorece la atención del alumnado y eleva el rendimiento mental en la materia de Química.

Un aspecto importante que se debe considerar al utilizar las analogías como estrategia de enseñanza, es cuál es el momento en que deben ser presentadas en el aula para que el aprendizaje sea significativo. La ubicación de la analogía con respecto al concepto es variada, se puede utilizar como un introductor del concepto a exponer, puede ser un organizador de ideas ubicándolo en el medio de la explicación o se puede situar al final de la explicación en forma de cierre para compactar los conocimientos y asentar los puentes mentales. De esta manera según su ubicación permitirá formular hipótesis, proponer procesos y argumentar resultados (Unas, 2012).

La forma de presentación de la analogía es diversa. Dale (1996) propone una clasificación de las analogías según el medio didáctico utilizado. Este autor distingue entre:

- Medios y procedimientos poco simbólicos o poco codificados, donde el alumno participa directamente con objetos y materiales reales o con maquetas desmontables.
- Observación directa de demostraciones de cátedra por parte del profesor
- Métodos audiovisuales.
- Medios simbólicos compuestos por libros de texto, representaciones gráficas, diagramas...

Por otra parte, hoy en día, las nuevas tecnologías de información y comunicación (pizarras digitales, videos, etc) facilitan enormemente el uso de analogías en el aula. En la presentación de una analogía es importante destacar que, aunque presenten similitudes, el análogo y el tópico son diferentes.

González (2005) destaca la importancia de mantener un fin claro cuando se utilizan analogías, ya que aunque es una forma muy común de trabajar, no siempre se utilizan de manera adecuada, generando comparaciones erróneas entre tópicos demasiado alejados del análogo. Además, destaca la utilidad de una evaluación previa de los conocimientos del alumno que facilite el uso de analogías accesibles a los estudiantes y que no produzcan confusiones derivadas de un desconocimiento del análogo.

No todo son aspectos positivos en la utilización de analogías en la enseñanza. Duit (1991) señala las siguientes ventajas y desventajas de las analogías:

1. Son útiles para el cambio conceptual.
2. Facilitan la comprensión por parte de los alumnos de un concepto abstracto a partir de una situación del mundo real.

3. Mejoran la visualización de conceptos abstractos en los estudiantes.
4. Generan motivación e interés.
5. Como al utilizar la analogía el profesor debe evaluar los conocimientos previos de los alumnos, se pueden detectar errores de conceptos que ya fueron enseñados.
6. Pueden llevar a los alumnos a conclusiones o ideas erróneas
7. El hecho de que el tópico y el análogo no sean 100% similares puede hacer que el alumno genere errores conceptuales.
8. El razonamiento analógico sólo es posible si las analogías propuestas son entendidas por el alumno.
9. El profesor debe trabajar como guía.

Uno de los problemas que presentan las analogías es establecer una conexión incorrecta entre análogo y tópico que conllevará un desarrollo erróneo por parte del alumno. Algunas de las causas de estos errores son (Zook, 1991): usar un análogo inadecuado cuyas características no correspondan al tópico; falta de base sólida sobre los conocimientos previos de los que parte la analogía; magnificar la comparación haciendo muy complicado y rebuscadas las comparaciones; que el alumno tenga una idea errónea del objetivo que persigue la analogía; o que el profesor no tenga la suficiente experiencia en esta metodología y no la lleve a cabo de manera correcta. Por ello es importante marcar las limitaciones de una analogía siempre que se lleva a cabo, de esta manera los alumnos sabrán en todo momento hasta qué punto el análogo y el tópico están relacionados.

En resumen, González (2005) considera una buena analogía como aquella en la que el número de relaciones entre el análogo y el tópico es elevado, siempre y cuando se pueda desarrollar un cuadro de comparaciones coherentes entre las características de los componentes de la analogía. No obstante, también considera que una analogía con una única relación es útil si el objetivo de la misma queda cubierto de esa manera

3. PLANIFICACIÓN DE TRABAJO

En esta sección se describen los aspectos que se tuvieron en cuenta al planificar el Trabajo Fin de Master. En primer lugar, se exponen los objetivos que se pretenden conseguir con la utilización de las analogías como recurso didáctico, posteriormente se describe la metodología que se consideró adecuada para conseguir dichos objetivos y finalmente se justifica el trabajo en base al currículo de la ESO y el Bachillerato y a la importancia y utilidad de las analogías como estrategia en el proceso de enseñanza-aprendizaje

3.1. OBJETIVOS

Los objetivos que se pretenden conseguir con este Trabajo Fin de Master son:

- Mostrar que las analogías son un recurso didáctico muy útil para la enseñanza-aprendizaje de la Química en los niveles educativos de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato.

- Proponer analogías para la enseñanza de conceptos fundamentales de Química en los dos niveles educativos como son los modelos atómicos, las fórmulas y ecuaciones químicas, la velocidad de reacción y el equilibrio químico.

- Aplicar las analogías en el aula como estrategia para el aprendizaje de la formulación química, ecuaciones químicas y ley de conservación de la masa

Las analogías se han planificado con los siguientes objetivos:

- Despertar el interés de los alumnos por el estudio de la Química.
- Conseguir que los alumnos alcancen un aprendizaje significativo de los conceptos y modelos científicos.
- Enseñar a los alumnos a aplicar los conocimientos adquiridos a la vida cotidiana.
- Fomentar la capacidad creativa y el espíritu crítico de los estudiantes.
- Fomentar la participación activa de los alumnos en la clase.

- Capacitar al alumno para que utilice con autonomía estrategias de investigación científica.
- Desarrollar las actitudes necesarias para el trabajo en equipo.

3.2. METODOLOGÍA

El procedimiento seguido en el desarrollo de este Trabajo Fin de Master consta fundamentalmente de cuatro etapas. La etapa inicial ha consistido en la búsqueda de información en la literatura acerca de las características, funciones, ventajas, desventajas, etc. del uso de las analogías en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En la literatura se puede encontrar una gran cantidad de analogías para muchos contenidos de química. Por ello, la siguiente etapa, fue la selección de contenidos para cuya enseñanza aplicar las analogías. Una vez seleccionados estos, se decidió cuáles eran las analogías más adecuados y como plantearlas en el aula de forma que el aprendizaje fuese significativo. En la última etapa se realizó una experiencia en el aula utilizando esta estrategia didáctica.

A continuación se describen los criterios seguidos en la selección de contenidos y analogías y se justifica el empleo de analogías como estrategia de enseñanza-aprendizaje.

3.2.1. Selección de contenidos

Los contenidos de química para cuya enseñanza se propone el empleo de analogías se han elegido de forma que cumplan fundamentalmente los siguientes criterios:

- Que estén incluidos en el currículo de los dos niveles educativos, Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, que rige en la comunidad autónoma de Castilla y León.
- Que sean fundamentales para la comprensión de la Química. Los contenidos serán básicos para los criterios de evaluación de cada curso del que forman parte y por ello es totalmente necesario por parte del alumnado su conocimiento y correcta aplicación en la resolución de problemas y en los desarrollos metodológicos que se pueden llevar a cabo más adelante con estos conocimientos.

- Que sean difíciles por su nivel de abstracción. Una de las condiciones para utilizar analogías para la enseñanza de un concepto es que éste le resulte difícil al alumno, bien sea porque sea la primera vez que tiene contacto con él y sea ajeno a su realidad, o bien porque implique un cambio conceptual.

En base a estos criterios se han elegido los siguientes contenidos:

Modelos atómicos. Los modelos de la estructura atómica se tratan en las dos etapas educativas, los modelos de Thomson y de Rutherford en el Bloque 3: “Estructura y diversidad de la materia” del tercer curso de la ESO y el modelo atómico Bohr en el Bloque 7 “El átomo y sus enlaces” de primer curso de Bachillerato. Las propiedades de las sustancias y los procesos químicos se explican a partir de la estructura de los átomos, que es la base de la Química. Es una temática particularmente difícil para los alumnos pues supone, por una parte, una representación de la materia a nivel microscópico ajena a su experiencia, y, por otra, la evolución de los modelos atómicos implica cambios en su estructura conceptual.

Formulación inorgánica. Ajuste de reacciones. Ley de conservación de la masa. Estos conceptos se estudian en el Bloque 4 “Cambios químicos y sus aplicaciones” del tercer curso y en el Bloque 4 “Estructura y propiedades de las sustancias” del cuarto curso de la ESO. El conocimiento de las relaciones estequiométricas es necesario para poder desarrollar adecuadamente las reacciones químicas que representan los procesos que explican la química cotidiana de los estudiantes. La ley de conservación de la masa relaciona la cantidad de materia entre productos y reactivos y explica a los alumnos cómo se relacionan estos siendo sustancias diferentes. La dificultad de estos conceptos radica en que para su comprensión es necesario relacionar representaciones a nivel macroscópico, microscópico y simbólico de la materia.

Velocidad de reacción. Este tema se trata en el Bloque 8. “Estudio de las transformaciones químicas” de primer curso de Bachillerato. La velocidad a la que se produce una reacción química y los factores de que depende es uno de los temas fundamentales para comprender la Química. Su interpretación a nivel microscópico

es difícil de comprender para el alumno.

Equilibrio químico. Este tema se estudia en el Bloque 5. “El equilibrio químico” de segundo curso de Bachillerato. Este tema es central en Química. Cabe destacar que existe un gran número de analogías en la literatura sobre el equilibrio químico, debido a los frecuentes errores conceptuales que tienen los alumnos sobre este concepto.

Toda la información referida a los objetivos y contenidos de estas materias están recogidos en el Anexo I, que incluye el Currículo de Educación Secundaria Obligatoria (Decreto 52/2007 del 17 de Mayo) y en el Anexo II, que incluye el Currículo de Bachillerato (Decreto 42/2008 del 5 de Junio).

3.2.2. Selección de analogías

Una vez elegidos los contenidos, la siguiente etapa en el desarrollo de este trabajo fue decidir qué analogías eran las más apropiadas para que los alumnos alcanzasen un conocimiento significativo de dichos contenidos. Para ello, nos hemos basado en los criterios expuestos por Oliva (2001) para la selección de analogías:

- El análogo siempre debe ser más asequible al alumno que el tópico.
- La analogía debe ser concreta y debe tener un medio de presentación. Cada analogía puede venir representado por una imagen, un texto, un video, etc. Siempre algo que sea palpable y se pueda mostrar a los alumnos.
- El análogo empleado debe ser lo más simple posible. Si se tratase de representar con un solo análogo todas las propiedades del tópico se podría llegar a una situación más compleja que la que se quiere clarificar. Es por esto, por lo que es aconsejable utilizar varias analogías para la enseñanza de conceptos complejos, señalando las deficiencias o limitaciones de cada análogo empleado.
- La similitud entre el análogo y el tópico no puede ser ni muy alta ni muy baja. En el caso de que fuera alta, la motivación del alumno disminuirá porque la analogía será muy evidente. Si, por el contrario, fuera baja los estudiantes encontrarán demasiadas dificultades para entender las relaciones entre ambos.

- Los análogos deben tener un único significado y no deben provocar actitudes negativas en los alumnos. En caso contrario, los alumnos podrían extrapolar estas características al concepto que se quiere explicar a través de la analogía.

Además de estos criterios, hemos tenido en cuenta otros dos de carácter más práctico:

La viabilidad para llevar a cabo la analogía en el aula y con un soporte económico o digital adecuado a los niveles presupuestarios de un departamento de Física y Química en un instituto público.

La carga lectiva de los alumnos y el horario de las materias de Química siempre están muy ajustados por lo que las analogías utilizadas en esta memoria se han considerado de una duración adecuada para llevarlas a cabo dentro de esta planificación sin la necesidad de desestructurar todo el temario en tiempo.

3.2.3. Planteamiento de la analogía

La preparación de las analogías de manera que conduzcan a un aprendizaje significativo requiere mucho trabajo por parte del profesor. Éste ha de tener claros los objetivos que pretende cubrir con su utilización, ha de hacer ver al alumno la diferencia entre la analogía y la realidad del concepto que se está tratando y ha de poner especial atención en no generar conceptos erróneos en los alumnos. Por otra parte, debe considerar los factores físicos y psicológicos que afectan a los alumnos de estas etapas de enseñanza. Los estudiantes se encuentran en un momento crucial en su desarrollo que puede abarcar desde la preadolescencia hasta la juventud. La pubertad conlleva una serie de condicionantes individuales y relacionales que afectan de manera esencial a la tarea docente y que se concreta fundamentalmente en la indefinición de los rasgos del individuo desde el punto de vista físico y psíquico. Es a lo largo de la enseñanza Secundaria Obligatoria y el Bachillerato cuando la mayoría de las personas alcanzan de forma gradual la fase del razonamiento abstracto. Todo ello en el marco de las relaciones sociales de un Centro Educativo con los conflictos que ello puede suponer. La utilización de

analogías puede favorecer este desarrollo escalonado de las capacidades de abstracción de los alumnos. Ha de haber un flujo constante de información entre alumno y profesor que deber interactuar bidireccionalmente de manera que el estudiante sienta que está participando de manera activa en el proceso para que su motivación sea más alta y eso evite su posible pérdida de atención.

A continuación se describe la secuencia de actividades que se seguirá en el aula:

Antes de presentar la analogía se debe hacer un análisis de los conocimientos previos que tienen los alumnos sobre el tópico que se va a tratar, ya que dichos conocimientos les van a servir de referencia para la analogía.

Posteriormente, se presenta el contenido a trabajar a los alumnos y seguidamente el análogo. La presentación del análogo motivará a los estudiantes por su familiaridad; se hará mediante preguntas o con un pequeño debate. En todo momento el profesor debe trabajar como guía y no como mero expositor de la analogía ya que se pretende que los alumnos participen de manera activa en ella.

Una vez los alumnos son conocedores del concepto a tratar y del análogo, se profundiza en ambos y en sus características para poder explicar la analogía de manera adecuada, teniendo en cuenta el nivel educativo y psicológico de los alumnos y el contacto que tengan con el análogo. Las analogías pueden jugar un papel importante al cambiar ideas previas erróneas adquiridas en etapas anteriores de enseñanza o propiciar un cambio conceptual en los alumnos (Oliva 2001).

Seguidamente se buscan las semejanzas y diferencias entre el concepto y el análogo y se establecen relaciones entre ambos. Es importante que a los estudiantes les queden claras también las limitaciones de la analogía, es decir, qué aspectos del análogo no tienen que ver con el concepto o viceversa. Debe hacerse hincapié en este tema, ya que puede llevar a mantener errores de base que serán muy difíciles de eliminar posteriormente, una vez el alumno lo tiene asentado en la memoria.

Finalmente, mediante una serie de cuestiones, se evaluará la comprensión

del concepto. Además, se propondrá a los alumnos cumplimentar una encuesta con el fin de conocer su opinión sobre el uso de esta herramienta.

3.3. JUSTIFICACIÓN

En la Introducción de esta memoria se han señalado las dificultades que presenta la enseñanza de la Química por sus contenidos abstractos, por una parte, y por la falta de motivación de los alumnos, por otra. Hay consenso en que un modelo constructivista de enseñanza puede ayudar a superar estas dificultades. El aprendizaje significativo implica que los nuevos conocimientos deben construirse a partir de los conocimientos previos. Para ello, según Vygotski, investigador de la psicología del desarrollo, la información nueva debe estar ubicada en “la zona de desarrollo próximo” de tal modo que no sea necesario ejercitar de manera tan profusa la memoria, ya que esas nuevas informaciones serán “significativas” para el alumno, dado que estarán vinculadas con datos que ya posee y también, y no menos importante, con la realidad que conoce en su día a día. En este contexto, una de las etapas del proceso de construcción del conocimiento es la utilización de analogías entre los conceptos y procesos químicos a tratar y situaciones de la realidad como es ampliamente reconocido en la literatura (Justi, 2006). Además, está demostrado que el uso de analogías en las clases aporta elementos motivadores (Raviolo, 2009), que pueden generar un mayor compromiso de los alumnos y, por tanto, favorecer su comprensión de la Química.

Por otra parte, el empleo de analogías en la ESO y el Bachillerato es necesario porque ayuda al alumno a adquirir algunas de las competencias básicas de estas etapas. Durante el desarrollo de las analogías los alumnos mantienen un nivel de diálogo y exposición de ideas que fomentará las competencias referidas no solo al pensamiento científico sino también a la autonomía lingüística.

4. PROPUESTAS DE ANALOGÍAS PARA LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS FUNDAMENTALES EN EDUCACIÓN SECUNDARIA Y BACHILLERATO

Las propuestas de analogías que se desarrollan a continuación se han seleccionado según los criterios descritos en la Sección 3 de la presente memoria.

4.1. ANALOGÍAS PARA LA ENSEÑANZA DE MODELOS ATÓMICOS

El estudio de la estructura atómica se aborda, con diferentes grados de profundidad, en varios cursos de los niveles educativos de secundaria y bachillerato. Para la enseñanza de las teorías y modelos atómicos habitualmente se recurre a enfoques históricos que permiten que los alumnos comprendan el significado de los modelos científicos y la naturaleza cambiante de la ciencia. Por otra parte, el reconocimiento de los aciertos y fallos de los diferentes modelos atómicos aumentará la capacidad de pensamiento crítico del alumno.

El estudio de los modelos atómicos se inicia en el tercer curso de ESO en el bloque 3 “*La estructura y diversidad de la materia*” según el currículo oficial (Anexo I). Este bloque consta de dos partes; en la primera se estudia la materia desde un punto de vista macroscópico mientras la segunda parte se refiere a la descripción microscópica de la misma. El conocimiento de la estructura de los átomos que constituyen la materia es fundamental para comprender las propiedades de ésta. En la segunda parte, “Átomos, moléculas y cristales”, después de estudiar las partículas que constituyen el átomo y sus características de carga y masa, se estudian los modelos atómicos de Thomson y de Rutherford.

La dificultad de comprensión de estos modelos para el alumno estriba esencialmente en que es la primera toma de contacto con los conceptos referidos a la estructura de los átomos a nivel microscópico. Siempre es complicado para los estudiantes entender un concepto que no pueden percibir a través de sus sentidos a pesar de estar presente en todo lo que les rodea. Y si a ello le añadimos que se comienza en este punto a introducir nueva terminología sobre el átomo, la dificultad aumenta considerablemente. Por ello, para hacer más fácil la comprensión de la

estructura atómica y con el objetivo final de que conozcan la evolución de los modelos atómicos con sus diferencias y sus semejanzas, que es el objetivo perseguido con la utilización de las analogías, se mostrará en el aula una comparativa de dichos modelos con elementos de la realidad sobradamente conocidos y utilizados por los alumnos en su día a día.

Antes de utilizar las analogías se revisan los conocimientos previos que tiene el alumno sobre los átomos. Debe saber ya que la materia está formada por átomos, pues lo ha estudiado en segundo curso de la ESO, en el que se presentan los átomos como bolitas microscópicas indivisibles. También conoce que los átomos están constituidos por partículas cargadas (contenido del apartado inmediatamente anterior al de los modelos). Se le plantea al alumno que con los modelos atómicos pretendemos conocer cómo se distribuyen las partículas cargadas en el átomo. Antes de introducir el modelo de Thomson, se explica que este científico fue el responsable del descubrimiento en 1898 de una de las partículas fundamentales del átomo, el electrón. Como el electrón tiene carga negativa y los átomos, en general, no tienen carga, cada átomo debía contener la suficiente carga positiva para contrarrestar la carga negativa de los electrones. Basándose en estos hechos, Thomson propuso un modelo de átomo como una nube de carga positiva en la que flotaban los electrones. Se comenta, además, que en este momento todavía no se habían descubierto partículas como el protón o el neutrón, y que, por tanto, el modelo de átomo que propuso Thomson no incluía estas partículas subatómicas.

Una vez explicado el modelo de Thomson podemos ya pasar a presentarles la analogía. En este caso utilizaremos como término análogo una sandía que representaría al átomo, cuyas pepitas serían los electrones que están sumergidos en esa nube de carga positiva que sería la pulpa de la fruta. A continuación, se les pasa un cuestionario que será cumplimentado de forma individual por cada alumno. Al finalizar el cuestionario será recogido por profesor que realizará la corrección del mismo y, si se considerara necesario, se podría utilizar para la evaluación final del alumno. A continuación mostramos el modelo de cuestionario de la analogía.

CUESTIONARIO: MODELO DE THOMSON

Nombre del alumno:

Curso:

Fecha:

1. El modelo de Thomson, ¿A qué fruta lo podemos asemejar?
2. ¿A qué corresponde cada una de las partes de la fruta en el modelo de Thomson?
3. ¿Los electrones son estáticos o están en movimiento en el modelo de Thomson?
4. ¿Podemos explicar con el modelo de Thomson las partículas protón y neutrón y su ubicación?

A continuación se procederá a explicar el segundo modelo atómico que prescribe este apartado del currículo, el modelo de Rutherford. La aportación principal de este científico a la teoría de la estructura atómica es la diferenciación de dos partes en el átomo que se denominan corteza y núcleo. Según Rutherford, la corteza estaría formada por el conjunto de electrones que girarían alrededor del núcleo mientras que núcleo estaría compuesto por toda la carga positiva que contiene el átomo así como por toda su masa. Como en el caso anterior, debemos volver a recordar a los alumnos que tampoco Rutherford conocía los conceptos de protón, descubierto en 1918, ni de neutrón, descubierto en 1932 cuando propuso su modelo. Por tanto, estos conceptos no están aún integrados en su modelo atómico

La analogía que se utiliza para ilustrar esta parte de los contenidos del currículo será el Sistema Solar, algo que los alumnos conocen perfectamente desde Educación Primaria. En este caso, el análogo al núcleo del átomo es el Sol y el análogo a los electrones son los planetas.

La principal dificultad de esta analogía es la tendencia de los alumnos a extrapolar todo lo que conocen del Sistema Solar al átomo, lo que les llevaría a conclusiones incorrectas. Como señala Elórtégui (2006) *“Los sistemas planetarios y los átomos se parecen en algunas cosas, a pesar de la diferencia de tamaño. Los sistemas planetarios son un gran espacio vacío con una estrella en el centro. A su*

alrededor giran los planetas, sujetos por la gravedad, todos en el mismo plano y en el mismo sentido, con sus órbitas formando un disco y atrayéndose entre sí. Los átomos, siendo muy pequeños, también tienen mucho espacio vacío en la corteza y el núcleo que está en el centro. A su alrededor, giran los electrones sujetos por la atracción eléctrica con el núcleo, cada uno en su órbita pero formando una esfera y repeliéndose entre sí". Es por ello que solo nos centraremos en las características más importantes de los análogos, que en este caso son que el Sol es una estrella con mucha masa, que se encuentra en el centro del Sistema Solar y que los planetas, que comparativamente tienen mucha menos masa que el Sol, giran alrededor de él a través de un espacio vacío. Estas son las características que nos interesa resaltar del modelo atómico por medio de esta analogía. En la tabla 3.1.1 se puede ver una comparación detallada entre el tópico y el análogo de la analogía en cuestión.

ANÁLOGO	TÓPICO
El Sol está en el centro con gran masa	El núcleo del átomo está en el centro y tiene la mayor parte de la masa
Los planetas giran alrededor del Sol	Los electrones giran alrededor del núcleo
Existe un espacio vacío entre las estrellas y los planetas	Existe un espacio vacío entre el núcleo y los electrones

Tabla 4.1.1. Comparación entre análogo y tópico para el modelo atómico de Rutherford (Elórtégui, 2006)

Las limitaciones de esta analogía consisten en: la diferencia de magnitud que existe entre los planetas y los átomos; la dificultad para explicar la existencia de elementos con carga en el átomo que no existen en el Universo; la forma de las órbitas que no siguen la misma geometría para ambos sistemas; las fuerzas de atracción planetaria y de repulsión electrónica que son de distintas magnitudes y carga; y el sentido de giro aleatorio de los electrones que en los planetas se mantiene siempre el mismo sentido. Otras limitaciones más generales que se pueden destacar son: la composición de la materia de la que está compuesto el Sistema Solar no es la misma que la que compone los átomos; además, existe un

solo planeta por órbita cuando en el átomo hay más de un electrón por órbita. Posteriormente se les pasa a los alumnos cuestionario sobre este modelo.

CUESTIONARIO: EL MODELO DE RUTHERFORD

Nombre del alumno:

Curso:

Fecha:

1. Según el modelo de Rutherford, comparado con un Sistema solar:
 - ¿Qué representa el Sol?
 - ¿Qué sería la Tierra?
 - ¿Los electrones son estáticos o están en movimiento?
 - ¿Dónde crees que se encuentran los protones y los electrones en este modelo?
 - ¿Entre los planetas (electrones) hay espacio vacío? en el caso de que no, ¿qué hay?
2. ¿Crees que el modelo de Rutherford es el modelo que tenemos actualmente para trabajar con el átomo? En el caso de que no, ¿cómo te imaginas el átomo? Explícalo con un dibujo de algo que conozcas y creas que se parece a él.
3. ¿Qué diferencias ves entre los modelos atómicos de Thomson y Rutherford?
¿Cuál crees que es más parecido al modelo actual?

Una vez los alumnos hayan cumplimentado los cuestionarios, tendremos claro si han entendido los conceptos implicados en los modelos atómicos de Thomson y Rutherford. Las analogías ayudan al cambio conceptual, cambio de átomo indivisible a átomo nuclear, que supone la comprensión de los modelos atómicos. Se ha puesto especial atención en delimitar bien las analogías, explicando que hay partículas que los modelos atómicos y, por tanto, las analogías no explican. Ello favorecerá la comprensión por parte del alumno de por qué ninguno de estos modelos se utiliza actualmente.

Más adelante, en el primer curso de Bachillerato según los contenidos regulados por el Decreto 42/2008 de 5 de junio, se debe abordar más en

profundidad la estructura del átomo. En dicho curso, los alumnos tienen ya conocimiento de los modelos atómicos propuestos por Thomson y Rutherford, y precisamente es en los avances de estos dos científicos en los que se basa el nuevo modelo atómico que está presente en este curso: el modelo atómico del Premio Nobel danés Niels Bohr, quien se basó en el modelo de Rutherford para proponer sus postulados acerca de la estructura del átomo. Bohr supone que los electrones se mueven dentro del átomo describiendo un número limitado de órbitas circulares alrededor del núcleo del mismo, un paso esencial para la comprensión de la estructura del átomo y por tanto de la materia.

El modelo de Bohr introduce la cuantización en el átomo. Para ilustrar este concepto, nuevo para el alumno, vamos a utilizar, en esta ocasión, una analogía elaborada por los alumnos de la clase, en grupos de tres, en el aula durante una sesión de clase. La analogía consiste en un panel de poliespán en el que se representaría el movimiento de los electrones alrededor del átomo. Cabe señalar que esta analogía es propia, a diferencia de las anteriores que son habitualmente usadas para los modelos atómicos.

El proceso consiste en atar tres o cuatro hilos, de diferentes longitudes (5, 10 y 15 cm), a un eje (por ejemplo un clavo, una chincheta o un bolígrafo o lápiz si es más sencillo y accesible para los alumnos) clavado en una base de poliespán cubierta por una cartulina de un color atractivo (siempre que permita ver las órbitas trazadas, incluso blanca, o una simple hoja de papel del tamaño adecuado, A3 preferentemente para tener espacio suficiente) adherida con cola o film adhesivo al mismo. En el otro extremo de cada uno de estos hilos irían atados tizas o bolígrafos, pinturas o rotuladores de colores, lo que se tenga más a mano en cada caso, pero de colores distintos cada uno. Una vez realizado todo esto se trataría de que cada alumno hiciese girar por turnos, como si de un compás se tratase, los rotuladores que le corresponden alrededor del eje manteniendo en todo momento la tensión del hilo. Al ser diferentes las longitudes de todos los hilos, y diferentes los colores, el resultado serían unos trazos que representarían las distintas órbitas descritas por los electrones, representados en este caso por las propias pinturas de colores, dentro del átomo en su giro alrededor de su núcleo, que vendría a ser el eje, clavo, lápiz,

etc. Todos los alumnos realizarán su propio sistema de cuerdas y tizas y generarán sus modelos de funcionamiento de una estructura atómica nombrando en cada caso qué partes son las que representan cada uno de los objetos utilizados. Esta actividad se lleva a cabo por medio del trabajo en pequeño grupo por parte de los alumnos al finalizar la explicación previa del modelo atómico de Bohr.

Gracias a la elaboración y la visualización del producto-panel resultante de este pequeño proyecto, los alumnos podrán entender mejor que los electrones se mueven en trayectorias circulares alrededor del núcleo. Además, como sólo disponen de hilos de ciertas longitudes podrán ver que solo son posibles determinados valores para los radios de las órbitas (cuantización). Sin embargo, esta analogía no explica los niveles de energía. Por lo tanto, sería importante añadir a la explicación del producto-panel esta limitación.

Para que quede más clara la analogía a continuación se realiza una tabla explicativa entre tópico y análogo que se quiere representar con esta analogía.

ANÁLOGO	TÓPICO
Trazado descrito por las tizas o rotuladores	Órbita estacionaria descrita por el electrón
Longitud de la cuerda	Radio de la órbita
Tiza, rotuladores	Electrón
Chincheta, clavo	Núcleo

Tabla 4.1.2. Comparación entre análogo y tópico para la analogía en el modelo de Bohr

Para afianzar los conocimientos correspondientes al primer epígrafe del bloque 7 “El átomo y sus enlaces” que hace referencia a los modelos atómicos de Thomson, Rutherford y Bohr, proponemos un juego basado en las analogías utilizadas en cada curso para cada modelo. Con este juego además se conseguirá realizar una evaluación del funcionamiento de las analogías en el aula, conseguiremos optimizar el trabajo con analogías ya que nos servirá para años posteriores en los que se utilicen las mismas analogías aunque quizás mejoradas.

El juego en cuestión funcionaría igual que el archiconocido juego del dominó,

solo que en lugar de utilizar las clásicas fichas del juego tradicional con puntos impresos, se usarían unas cartulinas que simulan las fichas reales del dominó en las que aparecerán los conceptos de la analogía y de los modelos. El profesor entregará a los grupos de alumnos unas cartulinas con los modelos y las analogías dibujadas a modo de ficha (hasta un total de 28) para que las recorten ellos mismos y así se sientan más partícipes del juego y por tanto más protagonistas de su propio aprendizaje. Otra opción que se puede dejar a los alumnos es dejar algunas fichas en blanco por si se les ocurre algún dibujo o relación no integrado en las cartulinas impresas (Esta parte siempre deberá ir revisada por el profesor para eliminar conceptos erróneos que puedan plasmar los alumnos en las fichas). En la siguiente tabla se relacionan los conceptos y analogías que aparecerán en las fichas y su emparejamiento durante el desarrollo del juego.

MODELO DE THOMSON	Sandía
NUBE DE CARGA POSITIVA	Pulpa de la sandía
ELECTRONES	Pepitas de la sandía
MODELO DE RUTHERFORD	Sistema solar
NÚCLEO	Sol
ELECTRONES	Planetas
MODELO DE BOHR	Panel con rotuladores
ELECTRÓN	Rotulador, tiza, etc.
ÓRBITA	El trazo del rotulador
NÚCLEO	Chincheta, clavo, etc.
RADIO DE LA ÓRBITA	Longitud de la cuerda

Tabla 4.1.3: Relaciones entre conceptos de las fichas de dominó en la analogía de los modelos atómicos.

Una vez recortadas las cartulinas de las fichas, estas se reparten entre los dos jugadores a siete por jugador. El juego consiste en colocar unas fichas a continuación de otras sobre una mesa, haciendo coincidir con la ficha ya puesta, los conceptos dibujados en cada lado de la ficha por poner, tanto con las analogías como con el concepto, en función de lo descrito en la tabla anterior, de tal modo que el primero de los dos contrincantes que se quede sin fichas será el ganador. Los alumnos de cada uno de los grupos de tres jugarán en primer lugar uno contra uno y el vencedor contra el restante, pudiéndose organizar una especie de liguilla o

campeonato de *Dominó Atómico* entre los grupos e incluso entre diferentes clases y en parejas, a criterio del profesor.

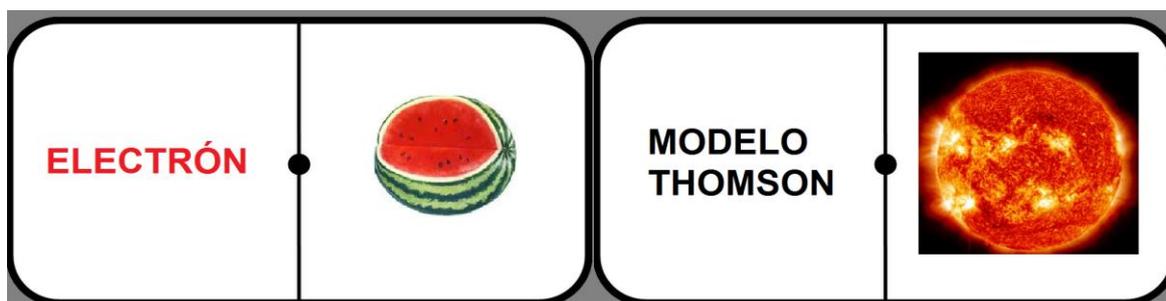


Figura 4.1.1. Fichas que pueden conectar entre sí según conceptos o dibujos.

Por último, se propone una analogía para el aprendizaje del modelo mecano-cuántico, en la que se tratarán los orbitales, su forma, los niveles de energía y la cuantización. Este modelo se estudia en el segundo curso de Bachillerato, en el apartado “Del átomo de Bohr al modelo cuántico” del bloque 2 “Estructura atómica y clasificación periódica de los elementos”. Para esta analogía, nos hemos basado en la analogía del liceo propuesta por Laborde disponible en un documento on line. Se ha sustituido el liceo por una sala multicines, pues ésta es más acorde con la experiencia cotidiana del alumno. En esta analogía, el análogo es la sala multicines y sus componentes son los usuarios y las salas de proyección. Existen varias salas, de diferentes formas, donde se representarán películas a diferentes horas y, además están en diferentes pisos. El tópico es la estructura del átomo según el modelo mecano-cuántico y sus componentes son los electrones y los orbitales atómicos. En la siguiente tabla para que quede más claro se hace una exposición de los diferentes componentes del tópico y del análogo.

ANÁLOGO	TÓPICO
Edad de los usuarios, días, horarios de proyección en diferentes salas	Los parámetros que caracterizan a un electrón en la periferia del átomo
La forma de las salas de proyección	Los tipos de orbitales atómicos
La ubicación de las salas de proyección	La orientación espacial de los orbitales atómicos
La energía potencial (en los diferentes pisos en los que se encuentran las salas de proyección)	Los niveles de energía de los electrones.

Tabla 4.1.4: Componentes del análogo y el tópico sobre la analogía de de la estructura exterior del átomo.

Una vez definidos los componentes del análogo y el tópico, como se describió en el apartado 3 de la presente memoria sobre la metodología de trabajo, se exponen los nexos entre los componentes del análogo y del tópico para que los alumnos sean capaces de ver las relaciones que existen entre los mismos. Estas relaciones no deben ser muy difíciles de entender ya que en ese caso no se conseguiría el objetivo de la analogía.

ANÁLOGO	TÓPICO
Los usuarios se encuentran en diferentes partes del cine en función de diferentes parámetros (edad, día, horario)	Los electrones se encontrarán en un punto u otro del átomo en función de los parámetros que los caracterizan (números cuánticos).
Encontrar usuarios en alguna parte del cine es un tema de probabilidad	Los electrones se pueden encontrar en los orbitales atómicos
Los usuarios tienen diferente energía potencial dependiendo de donde se encuentren ya que las salas están a diferentes alturas	Los electrones tienen una determinada energía que les caracteriza (nivel de energía)
La probabilidad de encontrar usuarios entre dos pisos de salas es casi nula	Los electrones sólo pueden tener determinados valores de energía (cuantización)
Las salas de cine tienen diferentes formas y orientaciones	Existen diferentes tipos de orbitales dependiendo de su orientación espacial y su forma
En las salas el número de usuarios que se encuentran es variable	El número máximo de electrones que se pueden encontrar en un mismo orbital es 2

Tabla 4.1.5: Nexos entre los componentes del análogo y el tópico sobre la analogía de la estructura exterior del átomo.

Esta analogía, más compleja que las anteriores, permite obtener una mayor cantidad de conocimiento que las anteriores, debido a que los nexos presentes en el

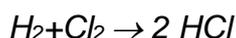
análogo son semejantes a los nexos presentes en el tópico, por lo que permite transferir conocimiento desde el análogo al tópico. Por ejemplo, las diferentes formas y orientaciones que pueden tener las salas ocupadas por los usuarios son semejantes a los diferentes tipos y orientaciones que pueden tener los orbitales ocupados por los electrones. Desde el punto de vista energético, un usuario puede tener un cierto valor de energía potencial dependiendo del piso en que esté y no puede estar entre dos pisos; los electrones tendrán sólo unos ciertos valores de energía que los caracterizan (niveles de energía). Los usuarios de una determinada edad se encontrarán en un día y hora determinados con una mayor probabilidad en una determinada sala del cine. Los electrones pueden ocupar ciertas zonas de mayor probabilidad según sus parámetros (números cuánticos).

Esta analogía facilita la comprensión de conceptos muy abstractos y, por tanto, difíciles para el alumno como la cuantización de la energía o la región de probabilidad de encontrar a los electrones. Siempre se debe destacar de una analogía qué conceptos no se explican con la misma; en este caso se trata del número de electrones y el spin de los mismos, entre otros, los que no encuentran nexos de semejanza en el tópico y el análogo. Como evaluación de los conocimientos adquiridos sobre la estructura del átomo se les instará a los alumnos a realizar un listado de diferencias entre el modelo de Bohr y el modelo mecano-cuántico.

4.2 ANALOGÍA PARA LA ENSEÑANZA DE LA VELOCIDAD DE REACCIÓN

La cinética de las reacciones se estudia durante el último curso de Educación Secundaria Obligatoria, en bloque titulado “Estructura y propiedades de la materia, las reacciones químicas”. No obstante, al ser la primera vez que tienen contacto con este concepto, entenderlo y saber qué factores influyen en la velocidad de reacción puede ser complicado para el alumno. Para este tema, nos parece apropiada la propuesta de Oliva (2006) de presentar la analogía como una lectura acompañada de cuestiones encaminadas a conocer el grado de comprensión alcanzado por los alumnos. El texto propuesto por este autor es el siguiente:

Cualquier reacción química se produce mediante choques o colisiones entre moléculas de reactivo. Para que se forme una nueva sustancia, las moléculas que reaccionan deben primero romperse. Así, por ejemplo, si tenemos la reacción:



Las moléculas de H_2 y de Cl_2 deben primero romperse, para que los átomos de hidrógeno puedan combinarse con los de cloro. Pero para ello es necesario que los choques entre moléculas se produzcan con un mínimo de energía y una buena orientación. El problema es similar a lo que ocurre en una competición de saltadores de pértiga. Para que un salto sea válido es preciso superar la altura a la que se encuentra el listón, y para ello es preciso que el saltador lleve la suficiente energía y salte además en la dirección con la pirueta adecuada. Para conseguirlo, el atleta toma impulso e intenta elevarse. Si el listón está muy bajo, cualquier atleta puede pasarlo, porque la altura es pequeña; pero si el listón lo colocamos muy alto, sólo podrán superarlo los mejores, los más capacitados. Algo parecido ocurre en el caso de las reacciones químicas. Sólo aquellas moléculas que choquen con una energía superior a un cierto valor, se convertirán en productos. Esa energía es lo que se denomina energía de activación y, gráficamente, se podría comparar con la altura del listón que ha de recuperar el saltador. Sólo aquellos atletas que lleguen al salto con la energía adecuada podrán conseguirlo.

La analogía planteada en el texto presenta ciertas limitaciones. Por ejemplo, no es evidente la colisión entre moléculas para la reacción química, ni explica cómo afectan otros parámetros a la reacción, como podría ser un cambio en la temperatura. Por ello, a la vez que los alumnos realizan la lectura de la analogía, se les advierte de que hay aspectos de la velocidad de la reacción que no van a poder ser explicados con la misma. Sin embargo, la analogía propuesta es útil para trabajar con el concepto de energía de activación de una reacción química y, consecuentemente con la catálisis (Bender et al. 2007).

Una vez hayamos repartido el texto a los alumnos y lo hayan leído, se completará la actividad con unas cuestiones que se repartirán entre ellos para que las contesten. El tiempo necesario para esta actividad junto con la lectura será suficiente con una sesión de 50 minutos. Posteriormente el profesor recogerá el cuestionario y se hará una valoración personal de la utilidad de la analogía y de los resultados obtenidos en las respuestas por parte del alumnado.

A continuación se incluye el cuestionario propuesto por Oliva (2006) para la evaluación de la comprensión de la analogía sobre la cinética de reacción.

CUESTIONARIO SOBRE LA CINÉTICA DE REACCIÓN

Nombre del alumno:

Curso:

Fecha:

1. Indica y justifica qué elementos de la situación análoga del salto de pértiga corresponden a cada uno de los siguientes elementos de una reacción química:
 - a. Moléculas
 - b. Energía de las moléculas
 - c. Energía de activación
 - d. Proporción de moléculas que reaccionan
 - e. Dirección de cada molécula de choque
2. ¿Qué idea es la que el texto intenta explicar con respecto a lo que sucede en una reacción química?
3. ¿Cómo podríamos aumentar la velocidad de las moléculas que intervienen en

una reacción química? ¿A qué situación equivaldría este suceso en el caso de su homólogo en la competición de pértiga? Utiliza la analogía para predecir cómo afectaría ello a la proporción de moléculas que pueden llegar a reaccionar en un tiempo dado.

4. Utiliza ahora la misma analogía para predecir qué ocurriría si fuésemos capaces de disminuir la energía de activación del proceso que tiene lugar: ¿aumentaría o disminuiría ello la velocidad de reacción química? ¿A qué situación equivaldría eso en el caso de una competición de pértiga?
5. ¿Qué límites encuentras en la analogía? ¿Qué conceptos vistos en clase no son explicados con el saltador de pértiga?
6. Si tuvieras que explicar el concepto de velocidad de reacción, ¿A qué lo asemejarías?

4.3 ANALOGÍAS PARA LA ENSEÑANZA DEL EQUILIBRIO QUÍMICO

La primera toma de contacto del alumno con el concepto de equilibrio químico se realiza durante el segundo curso de bachillerato, por lo que ya tiene una base de conocimientos químicos. Según el currículo de Bachillerato (Anexo II), en el bloque 5, "Equilibrio químico", se tratan las características macroscópicas del equilibrio, la interpretación submicroscópica del estado de equilibrio en un sistema químico, las constantes de equilibrio y los factores que afectan a las condiciones de equilibrio (principio de Le Chatelier).

La comprensión del equilibrio químico exige relacionar muchos conceptos por lo que es uno de los temas que presenta mayores dificultades (Rocha y col. 2000). Uno de los principales problemas encontrados en la comprensión del equilibrio químico y en su aprendizaje es que los alumnos no logran precisar las características microscópicas y las características macroscópicas, así como la relación entre dos niveles, en una situación de equilibrio químico. Es frecuente que los alumnos conciban el estado de equilibrio como dos estados, reactivos y productos, e identifiquen las cantidades de sustancia presentes en el equilibrio con la estequiometría de la reacción; les resulta difícil aceptar que una reacción química pueda ocurrir en ambos sentidos a la vez. Otro aspecto complejo en el proceso de enseñanza-aprendizaje del equilibrio químico es su naturaleza dinámica. El alumno percibe el equilibrio como estático, no observa cambios desde el punto de vista macroscópico las reacciones directa (formación de productos) e inversa (formación de reactivos) se siguen produciendo, ambas a la misma velocidad.

Dada su complejidad y grado de abstracción, uno de los recursos didácticos más utilizados en la enseñanza del equilibrio químico son las analogías. En la literatura se han encontrado un gran número de analogías para el aprendizaje de este concepto; en su revisión de las principales analogías para el equilibrio, Raviolo y Garritz (2007) analizan 36 analogías para este tema. Según estos autores, algunas de las analogía de mayor repercusión son la de parejas danzando, la del movimiento de peces entre dos acuarios o la de transferencia de líquido entre recipientes.

Uno de nuestros propósitos con el uso de analogías es fomentar la participación activa del alumno, por lo que no parece viable la de los acuarios. Por otra parte, las de las parejas y trasvase de líquido no parecen fáciles de llevar a cabo en el aula, la primera porque se necesitaría un gran espacio y la segunda porque es más apropiada para realizarla en un laboratorio. Nuestra propuesta para el aula son las analogías con canicas planteadas por Pekmez (2010), como estrategia para explicar el equilibrio. Creemos que estas analogías son adecuadas para ayudar al alumno a comprender conceptos claves de este tema como la naturaleza dinámica del equilibrio químico, la reversibilidad, la igualdad de velocidades, el cálculo de la constante de equilibrio o la aplicación del principio de Le Chatelier. También se propone una analogía para representar aspectos del equilibrio a nivel molecular, la rotura y formación de moléculas.

Con la primera analogía propuesta se pretende, a través de juegos de canicas, establecer los aspectos fundamentales del equilibrio alcanzado a partir de reactivos solamente. Los tópicos o conceptos implicados son: reacción directa, reacción inversa, velocidad de reacción, reversibilidad, proceso de equilibrio, doble flecha, concentración y posición de equilibrio. Las actividades correspondientes a la analogía se realizarán después de la explicación de las características del equilibrio por el profesor.

Para que los alumnos construyan su modelo mental de equilibrio químico es necesario ayudarles a establecer las conexiones entre los conceptos de equilibrio químico y las conexiones entre los objetos físicos en el mundo real. Por tanto, antes de empezar la actividad se les explicará en qué consiste y se identificarán los conceptos en el modelo mental. Un alumno, R, con un cierto número de canicas, representará los reactivos y el otro, P, los productos de una reacción química. Los alumnos se intercambiarán canicas cada ciclo (intervalo de tiempo). El alumno R representará la reacción directa y el P la inversa. El número de canicas que posea cada uno al final del ciclo representarán las concentraciones de reactivos y productos y el número de canicas intercambiadas representarán las velocidades de las dos reacciones. En la Tabla 4.3.1 se muestran los tópicos y análogos considerados en esta analogía.

Tópico	Reactivo	Producto	Intervalo de tiempo	Velocidad de la reacción directa	Velocidad de la reacción inversa	Concentración de reactivos	Concentración de productos
Análogo	Alumno (R)	Alumno (P)	Ciclo	Número de canicas intercambiadas por el alumno (R)	Número de canicas intercambiadas por el alumno (P)	Número de canicas de que dispone el alumno (R) al final de cada ciclo	Número de canicas de que dispone el alumno (P) al final de cada ciclo

Tabla 4.3.1. Análogos y tópicos de las analogías del equilibrio químico

Una vez conocida la actividad, los alumnos de la clase se dividen en grupos de 4 y se darán 60 canicas a cada grupo. En el caso de que las canicas sean un inconveniente porque ruedan, también se pueden utilizar otras geometrías o cartulinas. Un alumno del grupo será el representante de los reactivos, otro el de los productos y los dos restantes serán los encargados de recoger los datos, para lo que se les proporcionará una tabla que tienen que rellenar. Al principio, el alumno R tiene 50 canicas y las otras 10, el que representa los productos. En cada ciclo, los estudiantes que representan a los reactivos y a los productos se intercambiarán un número de canicas al azar, siendo menor el número de canicas intercambiadas por el representante de los productos. Los alumnos ya han estudiado la velocidad de reacción en 1º de Bachillerato y saben que la velocidad depende de la concentración de reactivos. Los alumnos que se encargan de la recogida de datos anotarán en la tabla el número de canicas que los reactivos y productos tienen al final de cada ciclo y el número de canicas intercambiado en cada ciclo. En la Tabla 4.3.2 se presenta uno de los resultados de la analogía.

Ciclo (Tiempo/min)	Canicas reactivos	Canicas productos	Intercambio reactivo	Intercambio producto
1 (0-5)	50	10	22	4
2 (5-10)	32	28	20	6
3 (10-15)	18	42	15	8
4 (15-20)	11	49	10	10
5 (20-25)	11	49	10	10
6 (25-30)	11	49	10	10
7(30-35)	11	49	10	10

Tabla4.3.2. Resultados de la analogía del equilibrio químico

Esta analogía también permite obtener la constante de equilibrio como la relación entre las concentraciones de productos y reactivos (Tabla 4.3.3).

	Canicas de reactivos	Canicas de productos	K
Equilibrio	11	49	$49/11=4$

Tabla 4.3.3. Cálculo de la constante de equilibrio (K).

Una vez finalizada la actividad, se hace una puesta en común en la que cada grupo de alumnos presenta y analiza sus resultados. A partir de este análisis, el alumno puede ver los siguientes aspectos del equilibrio químico:

- La velocidad de la reacción directa disminuye cuando se alcanza el equilibrio.
- La velocidad de la reacción inversa aumenta cuando se alcanza el equilibrio.
- Las velocidades de la reacción directa e inversa son iguales en el equilibrio.
- Las concentraciones de reactivos y productos son constantes en el equilibrio. Aunque la reacción no cese, a nivel macroscópico no se producen cambios.
- Los aspectos dinámicos del equilibrio químico.
- El concepto de reacción reversible y su representación mediante una doble flecha.
- Cálculo de la constante de equilibrio

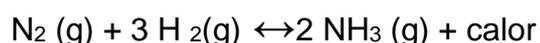
Un aspecto importante de esta analogía es que se pueden prevenir algunos errores conceptuales frecuentes de los alumnos como son la creencia de que en el equilibrio no se produce reacción, de que la reacción alcanza el equilibrio cuando las concentraciones de reactivos son iguales o de que la velocidad de la reacción directa es mayor que la de la reacción inversa en el equilibrio.

Se pueden utilizar las canicas para realizar otras analogías que ilustren características del equilibrio químico no tratados con esta analogía. Un aspecto del

equilibrio que los alumnos no comprenden fácilmente es que se puede alcanzar partiendo inicialmente sólo de productos de reacción. Para ilustrarlo se puede realizar una analogía similar a la descrita, pero dando canicas inicialmente solo al alumno que representa a los productos. Con las canicas también se puede hacer una analogía en la que inicialmente los alumnos representantes de productos y reactivos tengan canicas con el objetivo de que el alumno comprenda que el equilibrio se puede alcanzar también partiendo de reactivos y productos.

Las analogías empleadas también se pueden utilizar para que los alumnos formulen hipótesis. Se les puede hacer preguntas del tipo ¿qué sucedería si una vez alcanzado el equilibrio aumentamos la concentración de reactivos (damos más canicas al alumno que representa a los reactivos)?, ¿si disminuimos la concentración de productos?, etc. La analogía propuesta les permitirá contestar a estas preguntas, lo que puede ser muy útil como introducción a la explicación por parte del profesor del Principio de Le Chatelier.

Las analogías con canicas presentadas anteriormente no explican el equilibrio a nivel molecular. Con el fin de destacar este aspecto del equilibrio proponemos realizar en el aula una analogía para la síntesis de amoníaco, ya que es una de las reacciones que se estudian en 2º de bachillerato con importantes aplicaciones en los procesos industriales.



A diferencia de la anterior en esta analogía los reactivos y productos están representados por canicas. Para llevar a cabo la actividad la clase se divide en grupos de 4 alumnos. Inicialmente se les da 10 canicas azules que representan el nitrógeno, 20 grises que representa el hidrógeno, y ninguna al alumno que representa el amoníaco. El cuarto alumno será el encargado de rellenar la tabla de datos (Tabla 4.3.4). En una primera etapa 3 canicas azules y 9 canicas grises formarán 6 canicas azul-gris que representan el amoníaco. Seguidamente, 2 canicas azul-grises se descomponen en 1 bola azul y 3 grises. Realizando varios ciclos en los que las reacciones directa e inversa transcurren en proporciones estequiométricas, los estudiantes verán que el número de canicas en el lado de los

reactivos y de los productos se mantiene constante y, por tanto, la reacción química ha alcanzado el equilibrio. En la tabla 4 se presentan los resultados de esta analogía.

Ciclo (tiempo/min)	Canicas representan reactivos		Canicas azul-grises representan producto	Constante de equilibrio
	Azules (N ₂)	Grises (H ₂)	(NH ₃)	
1 (0)	10	20	-	
2 (0-5)	8	14	4	
3 (5-10)	7	11	6	
4 (10-15)	7	11	6	$\frac{(6)^2}{[7 \cdot (11)^3]} = 0,004$
5 (15-20)	7	11	6	
6 (20-25)	7	11	6	
7 (25-30)	7	11	6	

Tabla 4.3.4. Resultados de la Analogía para la síntesis del amoníaco

Es importante indicar al alumno las limitaciones de las analogías propuestas. Por ejemplo, que reactivos y productos no son dos sistemas separados, sino que forman un único sistema, que las moléculas no son macroscópicas, que la concentración no es el número de moléculas, etc.. A pesar de sus limitaciones, la utilización de estas analogías presenta grandes ventajas, hacen que el alumno sea capaz de construir su conocimiento del equilibrio químico y de predecir resultados de experimentos sobre el equilibrio. Por otra parte, aprende a trabajar en grupo y al participar en las actividades está más motivado para aprender química.

A las actividades propuestas se les dedicarán dos clases. Aunque pueda parecer mucho tiempo, dados los contenidos de la asignatura Química del segundo curso de Bachillerato, el equilibrio químico es un concepto central en química y es fundamental que el alumno lo comprenda bien para poder entender el equilibrio heterogéneo que se tratará en este bloque, o para aplicarlo en bloques posteriores al equilibrio ácido-base o electroquímica (en estos momentos no puedo ver cuáles son los títulos de estos bloques). Con esta analogía el alumno es capaz de comprender como un sistema alcanza el equilibrio.

5 EXPERIENCIA EN EL AULA CON ANALOGÍAS PARA LA ENSEÑANZA DE FÓRMULAS Y REACCIONES QUÍMICAS

5.1 DESCRIPCIÓN DEL CENTRO

El instituto donde se realizaron las prácticas del Máster de Profesor de Secundaria, Bachillerato y Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas fue el instituto Virgen de la Calle que se encuentra situado en el norte de la ciudad de Palencia, junto a la antigua fábrica de cerámicas “La Tejera”. El centro se encuentra en el barrio del mismo nombre, La Tejera, que posee carácter residencial. Cerca se encuentra “El Cristo”, verdadera seña de identidad de la ciudad palentina.



Imagen 5.1. Instituto Virgen de la Calle, Palencia.

La población en esta parte de la ciudad es de clase media-baja. Es una zona con presencia de inmigrantes y minorías sociales. El alumnado vive cerca del instituto o en pueblos colindantes.

El centro es de reciente construcción, sus instalaciones son modernas y están adaptadas a las necesidades de diverso tipo de alumnado. Existe un gimnasio, aulas, laboratorios, sala de ordenadores y todo lo relacionado con las necesidades de los módulos de formación profesional que se imparten (por ejemplo, el módulo de hostelería que cuenta con su propia cocina y bar), salas de departamento, sala de fisioterapia o de orientación y apoyo escolar.

5.2 CARACTERÍSTICAS DEL ALUMNADO

Durante estas prácticas se trabajó la mayor parte del tiempo en los cursos de Diversificación Curricular, en los cuales todos los conceptos relativos a Química se incluyen en la materia denominada “Ámbito Científico”. En esta materia se trabajan contenidos pertenecientes a diferentes disciplinas científicas como: Matemáticas, Geología, Geografía, Estadística, Física, Química y Biología. Es por este motivo por lo que no se incluyó en la fase de prácticas el uso de analogías, pues no impartí clase de Química durante mi período de prácticas, sino de otras ciencias.

No obstante, dado mi interés en conocer directamente la utilidad de las analogías como estrategia de enseñanza-aprendizaje, decidí llevar a cabo la experiencia con los grupos de alumnos de ESO de una academia de formación no reglada en la que impartía clases. Las fotos y los resultados que se presentan a continuación corresponden a esa experiencia docente.

5.3 UTILIZACIÓN EN EL AULA DE ANALOGÍAS PARA LA ENSEÑANZA DE LA FORMULACIÓN Y REACCIONES QUÍMICAS EN EL 4º CURSO DE LA ESO

Uno de los objetivos descritos en el Currículo de Bachillerato (Anexo II) es que los alumnos sepan aplicar los conceptos y leyes, teorías y modelos de la Química. Pero para poder explicar algunas leyes esenciales de nuestra disciplina científica es necesario el conocimiento previo de la formulación. Dentro de este currículo se incluye el manejo de la formulación y la nomenclatura de los compuestos inorgánicos, siguiendo las normas de la IUPAC. La primera toma de contacto del alumnado con las fórmulas químicas y ecuaciones químicas y la conservación de la masa se lleva a cabo en el tercer curso de la ESO, dentro de la materia de Física y Química en el bloque 4 “*Cambios químicos y sus aplicaciones. Las reacciones químicas*”. En el cuarto curso de la ESO, curso que impartía en la Academia, se profundiza en los contenidos mencionados anteriormente y se introduce la formulación química, dentro de la materia de Física y Química en el bloque 4 “*Estructura y propiedades de las sustancias*”. Por lo tanto, utilicé las

analogías como recurso didáctico para los contenidos de formulación inorgánica, ajuste de reacciones y ley de conservación de la masa a un nivel más elevado que el correspondiente al tercer curso teniendo en cuenta que los alumnos ya conocen los conceptos básicos del enlace químico.

Formulación química inorgánica. El aprendizaje de las fórmulas químicas presenta dificultades para los alumnos principalmente por la falta de visualización de las moléculas y por la representación simbólica, con la que no está familiarizado, empleada en su enseñanza. Además, el estudio de las valencias de los elementos resulta una tarea tediosa para la mayoría de los estudiantes por su extensión y especial casuística. No obstante, la utilización continua de las valencias favorece su memorización. El alumno ha adquirido conocimientos del enlace químico en un apartado anterior de este mismo bloque.

Con el fin de motivar a los alumnos, antes tratar las fórmulas de las moléculas, se les planteó una analogía consistente en la construcción de modelos de varias moléculas. Para ello se utilizaron bolas de plastilina (análogo) que representen los átomos (tópico) que componen las moléculas y unos palillos que unirán estas bolas de plastilina y que representarían los enlaces entre átomos. Se han elegido las bolas de plastilina como análogo para los átomos por su similitud física, ya que son redondas y estructuralmente se parecen a ellos. Por su parte, los palillos serían el análogo a los enlaces, pudiendo usarse uno, dos o tres palillos en función del tipo de enlace simple, doble o triple que se forme entre los átomos de las moléculas, respectivamente. Es necesario poner especial atención en los errores conceptuales a que puede dar lugar esta analogía. Para evitarlos, se insistió a los alumnos en la diferencia en el tamaño de la bola de plastilina y la molécula, y que esa no es la geometría real de la molécula. Con la analogía no se pretende que aprendan geometrías moleculares; este concepto lo estudiarán el segundo de Bachillerato.

Con este proceso de elaboración manual del modelo a escala con elementos procedentes de su entorno conocido (zona de desarrollo próximo de Vygotsky) los

alumnos son capaces de relacionar el proceso de la formación de las moléculas con algo mecánico, lo cual resulta más fácil de entender, e incluso semejante en sencillez a los juegos de construcciones que utilizan los niños.

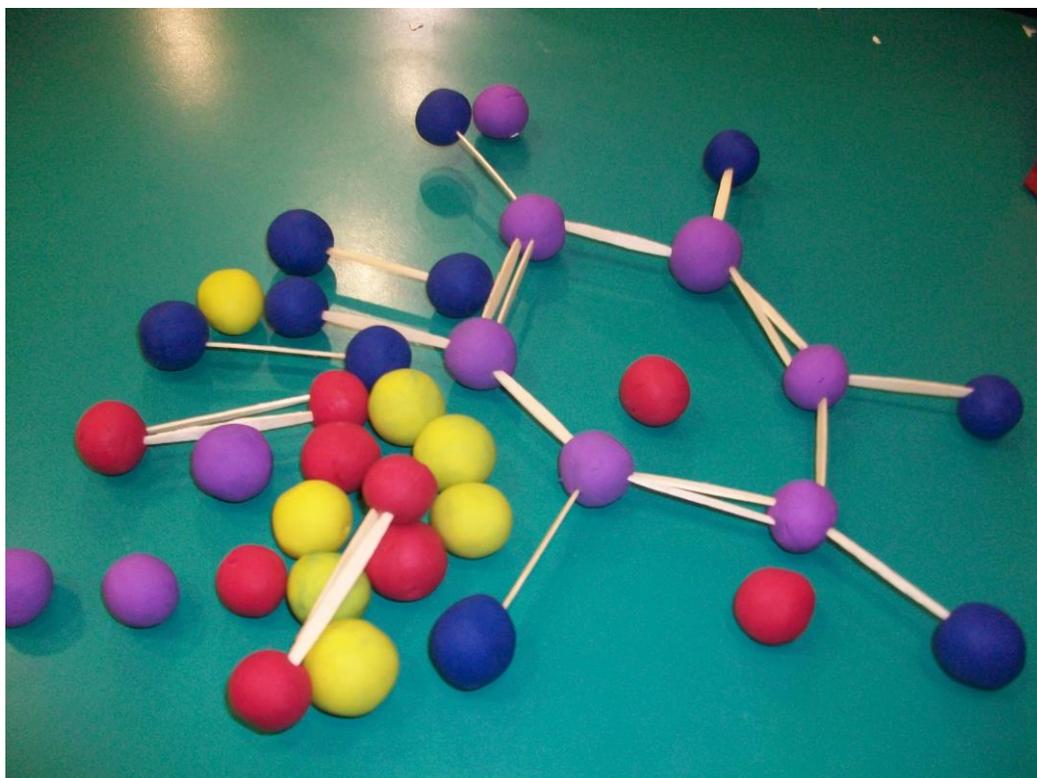


Imagen 5.3.1. Muestra de la utilización de los materiales de plastilina y palillos en la analogía de formulación.

Como se puede observar en la imagen 4.2.1., los alumnos poseen bolas rojas, amarillas, moradas y azules. Las bolas se representarán con las iniciales R, A, M y Z respectivamente. En un principio los alumnos representaron las moléculas simplemente con las bolas de colores, de tal manera que si quieren representar la molécula R_2Z_3 , colocan dos bolas rojas y tres bolas azules juntas.

Más adelante se explicó la formulación inorgánica de tal manera que lo que hicieron con bolas lo ven representados con elementos de la tabla periódica. Ahora cada bola será un elemento de la molécula que quieren formar. Como los alumnos han visto la unión entre átomos antes de la formulación inorgánica también serán capaces de representar los enlaces que unen esos átomos a través de palillos.

Se propuso trabajar con las bolas y palillos todos los días al final de la clase durante el bloque temático que engloba la formulación inorgánica para que los alumnos practiquen poco a poco la misma. Durante esta actividad se mantuvo en la pizarra digital o cañón de vídeo una imagen con las tablas donde se describen las valencias de cada uno de los elementos de la tabla periódica, con el objeto de que los alumnos puedan mirar en todo momento qué valencias tiene cada elemento. Esta información es necesaria para poder determinar las fórmulas de las moléculas cuyo modelo han de construir en la primera sesión. En sesiones posteriores se fueron eliminando progresivamente valencias de la tabla a la que tienen acceso para fomentar su memorización. Esta parte relativa a las valencias no está relacionada directamente con la analogía de formación de moléculas pero se propuso porque es una forma interesante de trabajar en tanto en cuanto va a permitir que los alumnos puedan memorizar más fácilmente las valencias de los elementos; además, el manejo de las valencias resulta imprescindible para conocer la composición de las moléculas y así poder construir sus modelos por medio de las bolas de plastilina y los palillos sin que lleve a errores de formulación que pueden arrastrar en años posteriores.

Esta actividad se llevó a cabo en los últimos 10 minutos de cada sesión referida a este bloque temático o unidad didáctica. Los alumnos no necesitaron nada más que las bolas de plastilina y los palillos para la realización de esta actividad. Simplemente se les proporcionó un listado de fórmulas y tuvieron que construir los modelos utilizando estos materiales. Las moléculas propuestas para la formulación aparecen relacionadas en el Anexo III.A.

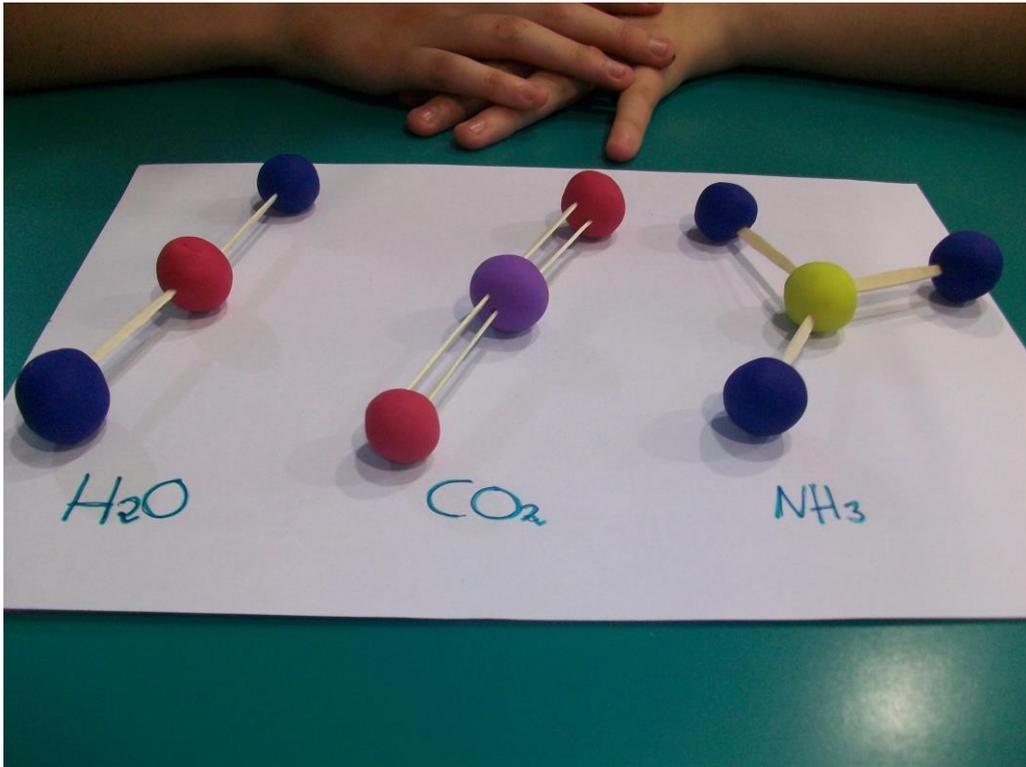


Imagen 5.3.2. Moléculas realizadas con la analogía de plastilina y palillos

Los beneficios de estas actividades fueron que, además de conseguir que el alumno tenga una visión de un concepto abstracto como es la molécula, se sentaron las bases para muchos conceptos que se explicaron posteriormente y para la memorización de las valencias de los elementos.

La analogía se puede extrapolar fácilmente al ámbito doméstico, e incluso se potenciará la imaginación del alumno, ya que para ello tendrá que pensar cómo elaborar su propio modelo con otros materiales, puesto que además de con plastilina se le puede impulsar a que piensen sobre otras formas de llevar a cabo la analogía. Para esta práctica en casa, se les facilitó un listado de moléculas para formular (Anexo III.B). Además de construir la estructura de las moléculas incluidas en este listado, los alumnos deberían seleccionar alguna de sus simulaciones para fotografiarla y enviársela por correo electrónico del profesor. Posteriormente, se realizó un documento visual presentado en power point, con las fotografías de las moléculas elaboradas en su casa por los alumnos con sus propios elementos que se presentaron en la última sesión del bloque temático.

En cuanto a la evaluación de la actividad, se tuvo en cuenta, además de la corrección en la formulación llevada a cabo por cada alumno de las diferentes moléculas propuestas, los materiales utilizados en la elaboración de los modelos a escala. De esta manera, los alumnos intervienen de manera activa al crear un diseño nuevo de la analogía y pueden ver que el trabajo realizado es utilizado en el aula en beneficio del resto de sus compañeros.

La analogía planteada no explica los tres tipos distintos de nomenclaturas empleadas para nombrar las moléculas. El empleo de estos tipos de nomenclaturas se realizó de manera simultánea a la construcción de la molécula, como actividad adicional, utilizando las reglas particulares de cada nomenclatura. Este es el motivo por el cual aparece, en las moléculas del Anexo III, la opción de rellenar las diferentes nomenclaturas de las moléculas.

Tras la consecución del objetivo en lo relativo al manejo de la formulación inorgánica, se pasó al estudio de las ecuaciones químicas y su ajuste (currículo de ESO, Anexo I). Este concepto, como ya se ha indicado se introduce en el tercer curso de la etapa de ESO, en el estudio de los cambios químicos y sus aplicaciones, y se sigue estudiando durante el cuarto curso, en el bloque denominado “Estructura y propiedades de las sustancias”, en concreto en la parte “las reacciones químicas. Relaciones estequiométricas”. Este es, evidentemente, un concepto muy importante para el posterior desarrollo de teorías científicas durante los cursos de Bachillerato.

Ajuste de reacciones químicas. Para la explicación de la estequiometría se usaron los mismos modelos de bolas de plastilina que se utilizaron para explicar la formulación, sólo que en este caso se utilizan para describir reacciones químicas. Los alumnos, durante los ajustes de reacciones que se llevaron a cabo a lo largo del desarrollo de esta actividad, pudieron comprobar visualmente de primera mano, cómo el número de átomos de cada elemento coincide en la parte de reactivos y de productos.

En este caso los alumnos realizaron diversos ajustes de reacciones. Las actividades que se realizaron fueron incrementando su dificultad para que el alumno

fuera capaz de introducir los nuevos conocimientos a un ritmo adecuado. Por ello, las reacciones propuestas inicialmente tienen todos los reactivos y productos ajustados, excepto uno, y es ese el que los alumnos tienen que conseguir ajustar (Anexo IV.A). La actividad es sencilla, porque los alumnos tienen que comprobar simplemente que el número de átomos de cada elemento se iguala entre los productos y los reactivos. Para afianzar la forma de trabajar con las reacciones químicas y sus ajustes, se propusieron reacciones de diverso tipo, pero no se facilitó el ajuste de ninguno de sus elementos. Las ecuaciones propuestas aparecen en el Anexo IV.B de la presente memoria.

Estas actividades se llevaron a cabo en el horario lectivo. La actividad inicial donde se realiza la toma de contacto es preferible que se haga de manera individual por parte del alumno mientras que la segunda parte, que exige un nivel más avanzado de trabajo con la estequiometría, se realizó por parejas para que el alumno adquiriera el hábito de ajustar todas las reacciones químicas antes de trabajar con dichas reacciones en la resolución de problemas.

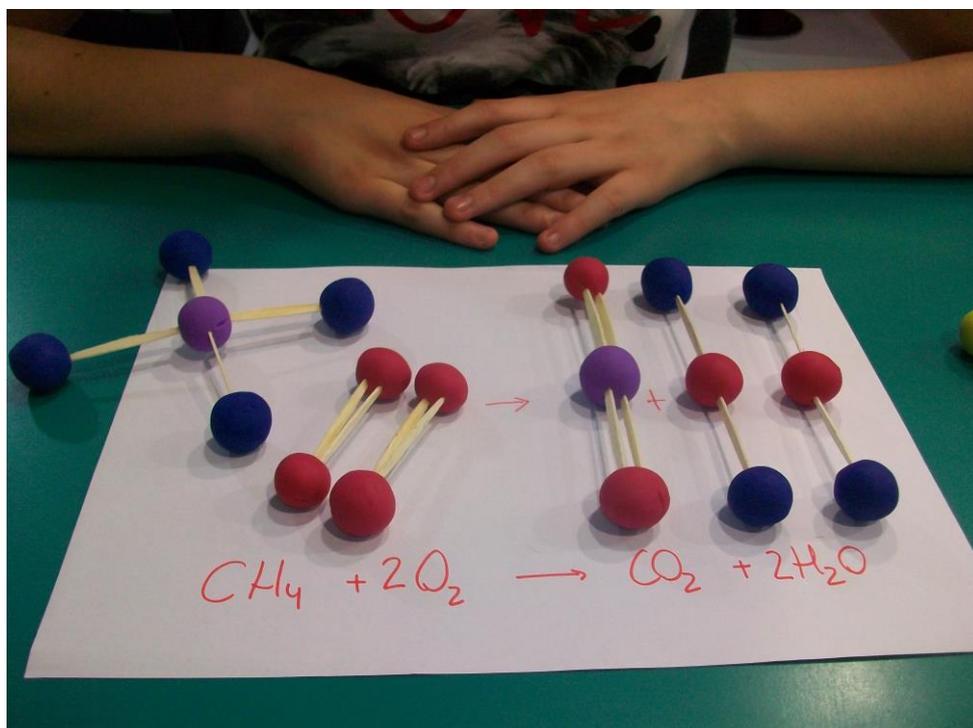


Imagen 5.3.3. Alumna con una reacción ajustada utilizando la plastilina y los palillos.

Ley de conservación de la masa. El currículo de Bachillerato para Castilla y León contempla como contenido la Ley de conservación de la masa en tercer curso de ESO. Este concepto es complicado de entender, ya que los reactivos y los productos no son los mismos compuestos. Para reforzar la comprensión de dicha ley es recomendable emplear analogías en el cuarto curso. Además, en este curso se estudia el concepto de mol y a los estudiantes les cuesta diferenciar entre mol y masa. Simplemente se limitan a utilizar el algoritmo que relaciona a ambos, pero no llegan en realidad a profundizar en el sentido de cada uno ni en cómo se relacionan en una reacción química.

Como continuación en el uso de la analogía que se utilizó para aprender la formulación y la estequiometría, se emplearon las mismas bolas de plastilina para explicar que la masa se conserva en una reacción química. Es por esto que el análogo y el tópico se pueden considerar los mismos que cuando se utilizó la analogía anteriormente y por tanto quedan descritos ya. Para la aplicación de esta analogía en el aula los alumnos se dividen en grupos de 4 personas. Cada alumno es el encargado de realizar con las bolas de plastilina y los palillos, como ya han aprendido anteriormente, las siguientes moléculas: C_6H_6 , C y H_2 . El número de moléculas a realizar por cada alumno será de 10 de cada tipo de molécula. Una vez los alumnos tienen construidas las 10 moléculas, se les indicó que con un cierto número de ellas (diferente en cada grupo) representaran la ecuación de formación del benceno y que llevaran a cabo el ajuste. Los alumnos podrán ver que el número de bolas de plastilina es el mismo en los reactivos que en los productos, es decir que la masa se conserva en la reacción. Es necesario indicarles que para llegar a esta conclusión han de suponer que las bolas de plastilina de cada color son iguales. Cuando tuvieron representadas las ecuaciones químicas, cada grupo cumplimentó el siguiente cuestionario:

CUESTIONARIO SOBRE LA FORMACIÓN DE BENCENO

Nombre del alumno:

Curso:

Fecha:

1. ¿Cuántos moles y gramos de benceno hay?
2. ¿Cuántos moles y gramos de hidrógeno se consumen?
3. ¿Cuántos moles y gramos de de carbono?
4. ¿Ves alguna relación entre moles y gramos de una misma molécula? ¿Cómo se llama a esa relación si es que existe?
5. ¿Cuántos gramos de reactivos hay? ¿Y de productos? ¿Ves alguna relación entre su masa? En el caso de verla, propón otra reacción y comprueba si ocurre lo mismo.
6. ¿Hay alguna relación similar a la anterior entre masas relativa al número de moles?

En la foto se ilustra el ajuste de la reacción de la formación del benceno propuesta para esta actividad llevada a cabo por una alumna.

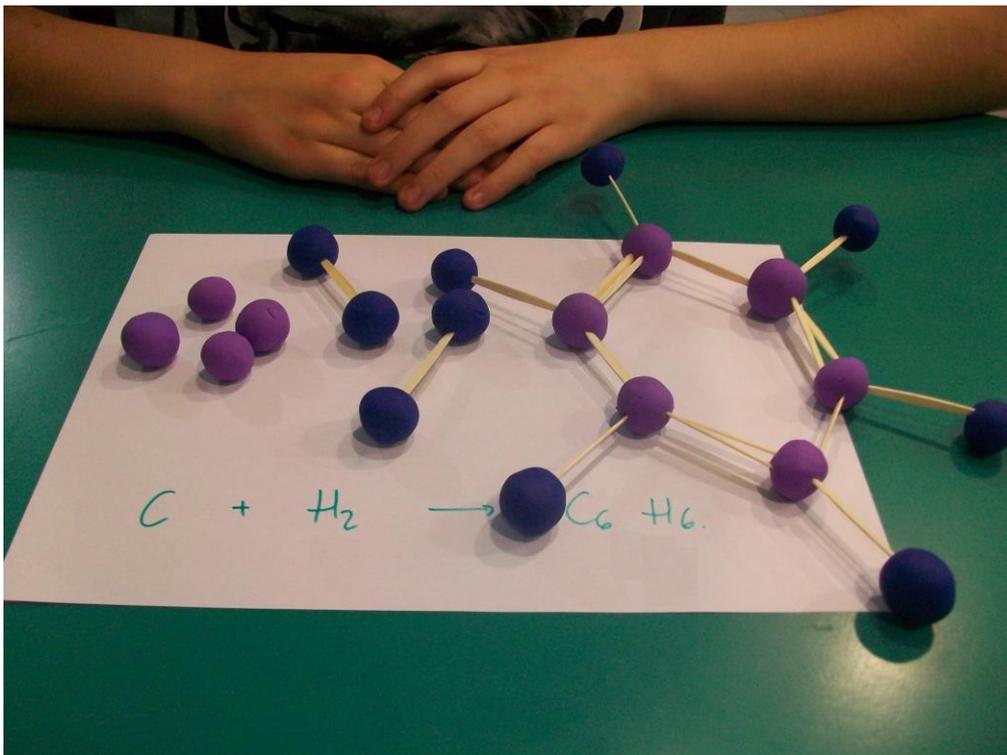


Imagen 5.3.4. Alumna construyendo la molécula de benceno con plastilina y palillos antes de ajustar de reacción.

Hay otras formas de utilizar la analogía, por ejemplo usando tornillos y tuercas en lugar de bolas de plastilina y palillos, aunque en este caso es más apropiado seguir con el mismo recurso al ser elementos ya conocidos por los alumnos. Así se

consigue una continuidad en los conceptos de Química y el estudiante entiende que los dichos conceptos están profundamente relacionados.

Tras la utilización de las analogías en el aula se llegó a los siguientes resultados:

1. La atención por parte del alumno es más elevada, ya que es más fácil para él atender de manera activa a la explicación.
2. La imaginación se potencia con este tipo de actividades, ya que son los propios alumnos quienes a veces, generan la propia analogía.
3. Es más fácil para el profesor hacerles llegar la suficiente información para la comprensión de conceptos abstractos ligados a la Química.
4. Se motiva a los alumnos a buscar o entender procesos en los que la Química tome lugar, ya que lo ven de una manera accesible y presente en el día a día.
5. Fomenta de este modo, el pensamiento científico e insta a los alumnos a vivir en una comunidad científica.
6. Son muchos los estudios que concluyen que los alumnos que aprenden a base de analogías sin saber el objetivo, generan más inferencias incorrectas sobre la base de relaciones irrelevantes y rasgos superficiales que aquellos que eran conscientes del objetivos de la misma. Es por ello, que se tuvo enfocado siempre al alumnado al fin que se quiere conseguir a través de la analogía.
7. Es importante remarcar a los alumnos dónde acaba la analogía y comienza a diferenciarse la misma con el concepto concreto que se trata. Porque sino, esto lleva a asentar conocimientos de manera errónea o incompleta.
8. La analogía tiene que estar muy familiarizada con el alumno ya que sino el objetivo se pierde.
9. Es importante que la analogía esté bien planificada para que el aprendizaje sea significativo.

6 CONCLUSIONES

Como conclusión de este trabajo podemos afirmar que las analogías constituyen uno de los instrumentos más adecuados para desarrollar la creatividad, la imaginación y las aptitudes y actitudes necesarias en los alumnos para la consecución del objetivo educativo de un uso correcto de modelos científicos, así como para la comprensión de la realidad que les rodea. Sin embargo, su utilidad depende del modo en que se use en el aula. Si su empleo no promueve la intervención o participación del alumno en su construcción, es posible que no sólo no ayude al aprendizaje del concepto tratado sino que induzca a errores sobre el mismo.

No nos gustaría terminar este trabajo sin enfatizar, por un lado, la importancia de una reflexión previa por parte del docente sobre la utilidad de la analogía (por ejemplo, para evitar posibles errores conceptuales) y, por otro, la relevancia de la participación del alumno y de la evaluación de la utilidad de cada analogía en el entorno del aula. Si la analogía se concibe simplemente como un recurso en la explicación del profesor, sin la intervención o participación de los estudiantes en su construcción y/o análisis, es muy posible que no ayude en el aprendizaje de las relaciones conceptuales trabajadas e incluso pueda distar mucho de promover un aprendizaje significativo. En nuestra opinión, esta estrategia de enseñanza será útil si la analogía, además de estar bien planificada, se emplea en el aula como una ocasión para que los alumnos participen en su desarrollo, a través de actividades y discusiones alumno-alumno y alumno-profesor.

BIBLIOGRAFÍA

Alfieri, L., Nokes-Malach, T.J., Schunn, C.D. "Learning Through Case Comparisons: A Meta-Analytic Review" *Educational Psychologist* 48, 87–113, (2013).

Bender, G., Cutrera, G.; Defago, A., "Cinética química y analogías: un análisis de las propuestas de enseñanza" *Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales* 18-19 de octubre de 2007

Bloom, J. "Contextual flexibility: Learning and change from cognitive, sociocultural, and physical context perspectives" *The history and philosophy of science education*, vol.1, 115-125, Editorial S. Hills, Kingston, Ontario (1992).

Caamaño, A.. "Didáctica de la física y la química". Grao (2011).

Curtis R, Reigeluth, C. "The use of analogies in written text" *Instructional Science* 13, 255-269 (1984).

Dagher , Z.R."Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education" *Science Education* 79, 295-312 (1995)

Dagher,Z.R. "Does the use of Analogies Contribute to Conceptual Change?" *Science Education*, 78, 601-614 (1994).

Dale, E. Modelos de enseñanza audiovisual. 2º Edición. Barcelona: Reverté (1996).

Duit, R. "On the role of analogies and metaphors in learning science" *Science Education* 75, 649-672 (1991).

Dupin y Johsua (1989) "Manual universitario de didáctica de las ciencias". (Joshua, S., Dupin, J.J. (1993). Introducción a la didactique des Sciences et des Mathématiques. París: Puf).

Elórtegui, N., Portela, L.E., Moreno, T., Medina, M. "Utilización de las analogías sobre soporte digital" Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, 2006, Zaragoza.

Felipe, A.E., Silvia C.G., Merino,G "Aportes para la utilización de analogías en la

enseñanza de las ciencias. Ejemplos en biología del desarrollo” *Revista Iberoamericana de Educación*, No 37, 1-9) (2006)

Fernández, J., González, B., Moreno, T., “Las analogías como modelo y como recurso en la enseñanza de las ciencias” *Alambique*, no 35, 82-89, (2003).

Friedel, A., Gabel, D. y Samuel, J. “Using analogies for chemistry problema solving”. *School Science and Mathematics*, nº 90, 674-682. (1990).

Gabel, D. “Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future” *Journal of Chemical Education* 76, 548-554 (1999).

Gilbert, S.W “Models and modelling in Science Education”. Hatfield, Gran Bretaña, Association for Science Education (1984)

Gilbert, S.W. “An Evaluation of the Use of Analogy, Smile and Metaphor in Science Text” *Journal of Research in Science Teaching* 26, 315-327 (1989).

González, B.M. “El modelo analógico como recurso didáctico en ciencias experimentales” *Revista Iberoamericana de Educación* 37, 1-15 (2005).

Johnstone “Why is Science Difficult to Learn? Things are seldom what they seem” *Journal of Computer Assisted Learning* 7, 75-83 (1991).

Justi, R. “La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos” *Enseñanza de las Ciencias* 24, 173-184 (2006).

Laborde G.J. “*Las analogías como estrategia de enseñanza*” (documento on line) <http://www.uruguayeduca.edu.uy/Userfiles/P0001/File/Analog>

Lewis, J. “Analogies in teaching freshman chemistry” *Journal of Chemical Education* 10, 627-630, (1933).

Novak,A. Teoría y práctica de la educación. Alianza Editorial, S.A. (1976)

Oliva, J.M. “Actividades para la enseñanza/aprendizaje de la química a través de analogías” *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 3, 104-114 (2006).

Oliva, J.M., Aragón, M.M. "Aportaciones de las analogías al desarrollo de pensamiento modelizador de los alumnos en química" *Educación Química* 20, 41-54 (2009)

Oliva, J.M., Aragón, M.M., Mateo, J., Bonat, M. "Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de analogías en la enseñanza de las ciencias" *Enseñanza de las Ciencias* 19, 453-470 (2001).

Ortony, "Why metaphors are necessary and not just nice" *Educational Theory* nº25, 45-53 (1975).

Osborne, R., Freyberg, P. "Learning in science: The implications of children's science" Auckland, New Zeland: Heinemann (1985).

Pekmez, E.S. "Using analogies to prevent misconceptions about Chemicals equilibrium". Asia -Pacific Forum on Science Learning and Teaching, Volume 11, Issue 2, Article 2,p.11 (Dec 2010).

Posner, G., Strike, K., Hewson,P. y Gertzog, W. "Accomodation of a scientific concept: Toward a theory of conceptual change" *Science Education* 66, 211-227 (1982)

Raviolo, A. "Modelos, analogías y metáforas en la enseñanza de la química" *Educación Química* 20, 55-60 (2009).

Raviolo, A., Garritz, A. "Analogías en la enseñanza del equilibrio químico" *Educación Química* 18, 15-28 (2007).

Roberts, D. "Science as an explanatory mode" *Main Currents in Current Thought* nº 90, 131-139 (1970).

Rocha, A. L., García-Rodeja, E., Domínguez, J.M. "Dificultades en el aprendizaje del equilibrio químico" *Revista de Estudios e Experiencias Educativas* 16, 163-178 (2000).

Thiele, R. , Treagust, D. "The nature and extend of analogies in secondary chemistry textbooks" *Instructional Science* 22, 61-74 (1994)

Treagust, D.F., Duit, R. "Conceptual change: a discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education" *Cultural Studies of Science Education* 3,.297-328 (2008).

Unas, Y.T. "Uso de analogías como estrategia para la enseñanza-aprendizaje de las reacciones químicas" (2012) (on line)

<http://www.bdigital.unal.edu.co/9493/1/8411018.2012.pdf>.

Vosniadou, S. y Shommer, M. "Explanatory Analogies can help children acquire information from expository text" *Journal of Educational Psychology* 80, 542-536 (1988)

Zook, K., Di Vesta F..."Instructional Analogies and conceptual Misrepresentations" *Journal of Educational Psychology* 83, 246-252 (1991)

Libros de texto utilizados:

Principios de Química, Atkins, P.W., Jones, L.L., Editorial Médica Panamericana (2006).

Química General, Petrucci, R.H., Harwood, W.S., Herring, F.G., Pearson Prentice Hall (2002).

Física y Química 3º ESO. Editorial Bruño.

Física y Química 4º ESO. Editorial Bruño

Física y Química 1º Bachillerato. Un proyecto Zoom. Editorial Edelvives.

Química 2º Bachillerato. Un proyecto Zoom 2. Editorial Edelvives.

7. ANEXOS

Anexo I: DECRETO 52/2007 Currículo de Educación Secundaria Obligatoria de Castilla y León

Asignatura: Física y Química

Objetivos

1. Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, así como comunicar a otros argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia. Interpretar y construir, a partir de datos experimentales, mapas, diagramas, graficas, tablas y otros modelos de representación, así como formular conclusiones.
2. Utilizar la terminología y la notación científica. Interpretar y formular los enunciados de las leyes de la naturaleza, así como los principios físicos y químicos, a través de expresiones matemáticas sencillas. Manejar con soltura y sentido crítico la calculadora.
3. Comprender y utilizar las estrategias y conceptos básicos de las ciencias de la naturaleza para interpretar los fenómenos naturales, así como para analizar y valorar las repercusiones de las aplicaciones y desarrollos tecnocientíficos.
4. Aplicar, en la resolución de problemas, estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias tales como la discusión del interés de los problemas planteados, la formulación de hipótesis, la elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales, el análisis de resultados, la consideración de aplicaciones y repercusiones del estudio realizado y la búsqueda de coherencia global.
5. Descubrir, reforzar y profundizar en los contenidos teóricos mediante la realización de actividades practicas relacionadas con ellos.
6. Obtener información sobre temas científicos utilizando las tecnologías de la información y la comunicación y otros medios y emplearla, valorando su contenido, para fundamentar y orientar los trabajos sobre temas científicos.
7. Adoptar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas y tecnológicas.
8. Desarrollar hábitos favorables a la promoción de la salud personal y comunitaria, facilitando estrategias que permitan hacer frente a los riesgos de la sociedad actual en aspectos relacionados con la alimentación, el consumo, las drogodependencias y la sexualidad.
9. Comprender la importancia de utilizar los conocimientos provenientes de las ciencias de la naturaleza para satisfacer las necesidades humanas y participar en la necesaria toma de decisiones en torno a problemas locales y globales a los que nos enfrentamos.
10. Conocer y valorar las interacciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y el medio ambiente, con atención particular a los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad, y la necesidad de búsqueda y aplicación de soluciones, sujetas al principio de precaución, para avanzar hacia el logro de un futuro sostenible.
11. Entender el conocimiento científico como algo integrado, que se compartimenta en distintas disciplinas para profundizar en los diferentes aspectos de la realidad.
12. Conocer las peculiaridades básicas del medio natural más próximo, en cuanto a sus aspectos geológicos, zoológicos y botánicos.
13. Conocer el patrimonio natural de Castilla y León, sus características y elementos integradores, y valorar la necesidad de su conservación y mejora.

Contenidos

TERCER CURSO

Bloque 1: introducción a la metodología científica.

- Utilización de estrategias propias del trabajo científico como el planteamiento de problemas y discusión de su interés, la formulación y puesta a prueba de hipótesis, la experimentación y la interpretación de los resultados. El informe científico. Análisis de datos organizados en tablas y gráficos.
- Búsqueda y selección de información de carácter científico utilizando las tecnologías de la

información y comunicación y otras fuentes.

- Interpretación de información de carácter científico y utilización de dicha información para formarse una opinión propia, expresarse con precisión y argumentar sobre problemas relacionados con la naturaleza. La notación científica.
- Valoración de las aportaciones de las ciencias de la naturaleza para dar respuesta a las necesidades de los seres humanos y mejorar las condiciones de su existencia, así como para apreciar y disfrutar de la diversidad natural y cultural, participando en su conservación, protección y mejora.
- Realización de actividades prácticas relacionadas con contenidos que se estudian en los diferentes bloques.
- Utilización correcta de los materiales, sustancias e instrumentos básicos de un laboratorio. Respeto por las normas de seguridad.
- Medida de magnitudes. Sistema internacional de unidades. Carácter aproximado de la medida. Cifras significativas.

Bloque 3: Estructura y diversidad de la materia.

La materia, elementos y compuestos.

- La materia y sus estados de agregación: sólido, líquido y gaseos.
- Teoría cinética y cambios de estado
- Estudio de las leyes de los gases perfectos. Utilización del modelo cinético para la interpretación.
- Sustancias puras y mezclas. Método de separación de mezclas. Disoluciones: componentes y tipos. Concentración porcentual, g/L y molar.
- Soluciones simples y compuestas.

Átomos, moléculas y cristales.

- Estructura atómica: partículas y constituyentes. Características de carga y masa.
- **Modelo de Thomson y Rutherford**
- Número atómico y másico. Masa atómica y molecular.
- Isótopos: conceptos y aplicaciones. Importancia de las aplicaciones de las sustancias radiactivas y valoración de las repercusiones para los seres vivos y el medio ambiente. Introducción al concepto de elemento químico.
- Sistema periódico
- Uniones entre átomos. Moléculas y cristales.
- Fórmulas y nomenclatura de las sustancias más utilizadas en la industria y la vida cotidiana según las normas de la IUPAC.

Bloque 4: Cambios químicos y sus aplicaciones.

Las reacciones químicas.

- Perspectivas macroscópicas y atómico-moleculares de los procesos químicos.
- **Representación simbólica**
- **Concepto de mol.**
- **Ecuaciones químicas y ajuste.**
- **Conservación de la masa**
- Cálculos de masa y volumen en reacciones químicas sencillas.
- Valoración de las repercusiones de la fabricación y uso de materiales y sustancias frecuentes en la vida cotidiana.

La química en la sociedad

- elementos químicos básicos en los seres vivos
- la química y el medioambiente: efecto invernadero, lluvia ácida, destrucción de la capa de ozono, contaminación de aguas y tierras.
- Petróleo y derivados.
- Energía nuclear
- Medicamentos.

CUARTO CURSO

Bloque 1: Introducción al trabajo experimental.

- Las magnitudes y su medida. El sistema internacional de unidades. Carácter aproximado de medida. Notación científica. Redondeo.
- Aparatos de medida. Medida de masas: balanzas. Medidas de volumen. Medidas de longitud: regla y calibrador. Medidas de tiempo: cronómetro.
- El trabajo en el laboratorio. Formulación de hipótesis y diseños experimentales. Análisis e interpretación de resultados experimentales. Normas de seguridad.
- La comunicación científica: el informe científico. Reglas y ejemplos.
- Búsqueda y selección de información utilizando las tecnologías de la información y la comunicación y otras fuentes.

Bloque 4: Estructura y propiedades de las sustancias

El átomo y las propiedades de las sustancias.

- La estructura del átomo
- El sistema periódico de los elementos químicos.
- Clasificación de las sustancias según sus propiedades. Estudio experimental.
- El enlace químico sobre la base de la posición de los elementos en el Sistema Periódico: enlace iónico, covalente y metálico. Compuestos.
- Interpretación de las propiedades de las sustancias.
- **Formulación y nomenclatura inorgánica según las normas de la IUPAC.**

Las reacciones químicas.

- Tipos de reacciones químicas
- Relaciones estequiométricas y volumétricas en las reacciones químicas.
- Calor de reacción. Concepto de exotermia y endotermia
- Velocidad de reacción química: factores que influyen.

Anexo II: Decreto 42/2008 Currículo de Bachillerato de Castilla y León

Asignatura: Física y Química

Objetivos primer curso

La enseñanza de la Física y la química en el bachillerato tendrá como finalidad contribuir al desarrollo de las siguientes capacidades:

1. Conocer los conceptos, leyes, teorías y modelos más importantes y generales de la física y la química, así como las estrategias empleadas en su construcción, con el fin de tener una visión global del desarrollo de estas ramas de la ciencia y de su papel social, de obtener una formación científica básica y de generar interés para poder desarrollar estudios posteriores más específicos.
2. Aplicar los conceptos, leyes, teorías y modelos aprendidos a situaciones cotidianas.
3. Utilizar, con autonomía creciente, estrategias de investigación propias de las ciencias (planteamiento de problemas, formulación de hipótesis fundamentadas; búsqueda de información; elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales; realización de experimentos en condiciones controladas y reproducibles, análisis de resultados, etc.) relacionando los conocimientos aprendidos con otros ya conocidos y considerando su contribución a la construcción de cuerpos coherentes de conocimientos y a su progresiva interconexión.
4. Familiarizarse con la terminología científica para poder emplearla de manera habitual al expresarse en el ámbito científico, así como para poder explicar expresiones científicas del lenguaje cotidiano y relacionar la experiencia diaria con la científica.
5. Utilizar de manera habitual las tecnologías de la información y la comunicación, para realizar simulaciones, tratar datos y extraer y utilizar información de diferentes fuentes, evaluar su contenido y adoptar decisiones.
6. Familiarizarse con el diseño y realización de experimentos físicos y químicos, utilizando la tecnología adecuada para un funcionamiento correcto, con una atención particular a las normas de seguridad de las instalaciones.
7. Reconocer el carácter tentativo y creativo del trabajo científico, como actividad en permanente proceso de construcción, analizando y comparando hipótesis y teorías contrapuestas a fin de desarrollar un pensamiento crítico, así como valorar las aportaciones de los grandes debates científicos al desarrollo del pensamiento humano.
8. Aprender a apreciar la dimensión cultural de la física y la química para la formación integral de las personas, así como saber valorar sus repercusiones en la sociedad y en el medio ambiente y contribuir con criterio científico, dentro de sus posibilidades, a construir un futuro sostenible, participando en la conservación, protección y mejora del medio natural y social.

Contenidos

PRIMER CURSO

1. Contenidos comunes:

- Utilización de estrategias básicas de la actividad científica tales como el planteamiento de problemas y la toma de decisiones acerca del interés y la conveniencia o no de su estudio; formulación de hipótesis, elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales y análisis de resultados y de su fiabilidad.
- Búsqueda, selección y comunicación de información y de resultados utilizando la terminología adecuada.

6. Teoría atómico molecular de la materia

- Revisión y profundización de la teoría atómica de Dalton. Interpretación de las leyes básicas asociadas a su establecimiento.
- Masas atómicas y moleculares. Una magnitud fundamental: la cantidad de sustancia y su unidad, el mol. Número de Avogadro.
- Ecuación de estado de los gases ideales
- Determinación de fórmulas empíricas y moleculares.
- Preparación de disoluciones de concentración determinada: tanto por ciento en masa y volumen, g/L y molaridad.

7. El átomo y sus enlaces

- **Primeros modelos atómicos. Thomson y Rutherford. Distribución electrónica en niveles energéticos. Los espectros y el modelo atómico de Bohr. Sus logros y limitaciones. Introducción cualitativa al modelo cuántico.**
- Abundancia e importancia de los elementos en la naturaleza. Sistema periódico, justificación y aportaciones al desarrollo de la química.
- Enlace iónico, covalente, metálico e intermoleculares. Propiedades de las sustancias.
- Formulación y nomenclatura de los compuestos inorgánicos, siguiendo las normas de la IUPAC.

8. Estudio de las transformaciones químicas.

- Importancia del estudio de las transformaciones químicas y sus implementaciones
- Interpretación microscópica de las reacciones químicas. **Concepto de velocidad de reacción. Influencia de la variación de concentración y temperatura en la velocidad de reacción.** Comprobación experimental. Estequiometría de las reacciones. Reactivo limitante y rendimiento de una reacción.
- Química industrial: materias primas y productos de consumo. Implicaciones de la química industrial.
- Valoración de algunas reacciones químicas que, por su importancia biológica, industrial o repercusión ambiental, tienen mayor interés en nuestra sociedad. El papel de la química en la construcción de un futuro sostenible.

Segundo Curso

Asignatura: Química

Objetivos segundo curso

La enseñanza de la Química en el bachillerato tendrá como finalidad el desarrollo de las siguientes capacidades:

1. Adquirir y poder utilizar con autonomía los conceptos, leyes, modelos y teorías más importantes, así como las estrategias empleadas en su construcción.
2. Familiarizarse con el diseño y realización de experimentos químicos, así como con el uso del instrumental básico de un laboratorio químico y conocer algunas técnicas específicas, todo ello de acuerdo con las normas de seguridad de sus instalaciones.
3. Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación para obtener y ampliar información procedente de diferentes fuentes y saber evaluar su contenido.
4. Familiarizarse con la terminología química para poder emplearla de manera habitual al expresarse en el ámbito científico, así como para poder explicar expresiones científicas del lenguaje cotidiano, relacionando la experiencia diaria con la científica.
5. Comprender y valorar el carácter tentativo y evolutivo de las leyes y teorías químicas, evitando posiciones dogmáticas y apreciando sus perspectivas de desarrollo.
6. Comprender el papel de esta materia en la vida cotidiana y su contribución a la mejora de la calidad de vida de las personas. Valorar igualmente, de forma fundamentada, los problemas que el uso inadecuado puede generar y cómo puede contribuir al logro de la sostenibilidad y de estilos de vida saludables.
7. Reconocer los principales retos a los que se enfrenta la investigación de este campo de la ciencia en la actualidad.

Contenidos

SEGUNDO CURSO

1. Contenidos comunes

- Utilización de las estrategias básicas de la actividad científica tales como el planteamiento de problemas y la toma de decisiones acerca del interés y la conveniencia o no de su estudio; formulación de hipótesis, elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales y análisis de resultados y de su fiabilidad.

- Búsqueda, selección y comunicación de información y de resultados utilizando la terminología adecuada.

2. Estructura atómica y clasificación periódica de los elementos.

- **Del átomo de Bohr al modelo cuántico.** Importancia de la mecánica cuántica en el desarrollo de la química.
- Evolución histórica de la ordenación periódica de los elementos.
- Estructura electrónica y periodicidad. Tendencias periódicas en las propiedades de los elementos.

5. El equilibrio químico

- **Características macroscópicas del equilibrio químico. Interpretación submicroscópica del estado de equilibrio de un sistema químico. La constante de equilibrio. Factores que afectan a las condiciones del equilibrio.**
- Las reacciones de precipitación como ejemplo de equilibrios heterogéneos. Aplicaciones analíticas de las reacciones de precipitación. Aplicaciones del equilibrio químico a la vida cotidiana y a procesos industriales.
- La electrólisis. Importancia industrial y económica. La corrosión de metales y su prevención. Residuos y reciclaje.

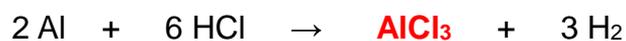
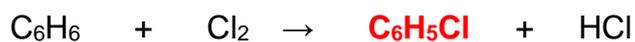
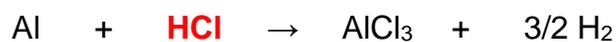
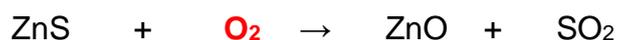
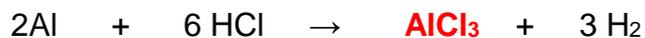
Anexo III.A Tabla de moléculas para formular con la analogía en clase.

FÓRMULA	NOMENCLATURA TRADICIONAL	NOMENCLATURA STOCK	NOMENCLATURA SISTEMÁTICA
Al ₂ (SO ₃) ₃			
CaO ₂			
Be(OH) ₂			
HIO ₄			
CaSO ₄			
LiNO ₂			
NiHAS ₂ O ₅			
SO ₂			
K ₂ O			
Ca ₃ (PO ₄) ₂			
Cs ₂ O			
Mg(OH) ₂			
HgO			
H ₂ SiO ₃			
Na ₄ P ₂ O ₇			
KHCO ₃			
H ₂ O ₂			
NaCl			
Ni ₃ (PO ₄) ₂			
Al(HSO ₄) ₃			
HClO ₄			
Ni ₂ P ₂ O ₇			
LiHCO ₃			

Anexo III.B Tabla de moléculas para formular con la analogía en casa.

FÓRMULA	NOMENCLATURA TRADICIONAL	NOMENCLATURA STOCK	NOMENCLATURA SISTEMÁTICA
H ₂ O			
NH ₃			
CO ₂			
SO ₂			
H ₂ SO ₄			
PH ₃			
AlH ₃			
HCO ₃			
N ₂ O ₅			
BI ₂			
CH ₄			
HCl			
ClCH ₃			
CH ₂ Cl ₂			

Anexo IV.A: Ecuaciones químicas para ajustar sólo uno de los reactivos.



Anexo IV.B: Ecuaciones químicas para ajustar.

