



QUÍMICA

En la naturaleza existen infinidad de procesos y fenómenos que la ciencia trata de explicar a través de sus diferentes leyes y teorías. El aprendizaje de disciplinas científicas formales como la Química fomenta en los estudiantes y en las estudiantes el interés por comprender la realidad y valorar la relevancia de esta ciencia tan completa y versátil a partir del conocimiento de las aplicaciones que tiene en distintos contextos. Mediante el estudio de la Química se consigue que el alumnado desarrolle competencias para comprender y describir cómo es la composición y la naturaleza de la materia y cómo se transforma. A lo largo de la Educación Secundaria Obligatoria y el 1.º curso de Bachillerato, el alumnado se ha iniciado en el conocimiento de la Química y, mediante una primera aproximación, ha aprendido los principios básicos de esta ciencia, y cómo estos se aplican a la descripción de los fenómenos químicos más sencillos. A partir de aquí, el propósito principal de esta materia en 2.º de Bachillerato es profundizar sobre estos conocimientos para aportar al alumnado una visión más amplia de esta ciencia, y otorgarle una base Química suficiente y las habilidades experimentales necesarias, con el doble fin de desarrollar un interés por la Química y de que puedan continuar, si así lo desean, estudios relacionados.

Para alcanzar esta doble meta, este currículo de la materia de Química en 2.º curso de Bachillerato propone un conjunto de competencias específicas de marcado carácter abierto y generalista, pues se entiende que el aprendizaje competencial requiere de una metodología muy particular adaptada a la situación del grupo. Entender los fundamentos de los procesos y fenómenos químicos, comprender cómo funcionan los modelos y las leyes de la Química y manejar correctamente el lenguaje químico forman parte de las competencias específicas de la materia. Otros aspectos referidos al buen concepto de la Química como ciencia y sus relaciones con otras materias, el desarrollo de técnicas de trabajo propias del pensamiento científico y las repercusiones de la Química en los contextos industrial, sanitario, económico y medioambiental de la sociedad actual completan la formación competencial del alumnado, proporcionándole un perfil adecuado para desenvolverse según las demandas del mundo real.

A través del desarrollo de las competencias y los bloques de saberes asociados se logra una formación completa del alumnado en Química. No obstante, para completar el desarrollo curricular de esta materia es necesario definir también sus criterios de evaluación que, como en el resto de materias de este currículo, son de carácter competencial por estar directamente relacionados con cada una de las competencias específicas que se han propuesto y con los descriptores competenciales del Bachillerato. Por este motivo, el currículo de la materia de Química de 2.º de Bachillerato presenta, para cada una de las competencias específicas, un conjunto de criterios de evaluación que tienen un carácter abierto, yendo más allá de la mera evaluación de conceptos y contemplando una evaluación holística y global de los conocimientos, destrezas y actitudes propios de las competencias definidas para esta materia.

El aprendizaje de la Química en 2.º de Bachillerato estructura los saberes básicos en tres grandes bloques, que están organizados de manera independiente de forma que permitan abarcar todos los conocimientos, destrezas y actitudes básicos de esta ciencia adecuados a esta etapa educativa. Aunque se presenten en este documento con un orden prefijado, al no existir una secuencia definida para los bloques, la distribución a lo largo de un curso escolar permite una flexibilidad en temporalización y metodología.

En el primer bloque se profundiza sobre la estructura de la materia y el enlace químico, haciendo uso de principios fundamentales de la mecánica cuántica para la descripción de los átomos, su estructura nuclear y su corteza electrónica, y para el estudio de la formación y las propiedades de elementos y compuestos a través de los distintos tipos de enlaces químicos y de fuerzas intermoleculares.

El segundo bloque de saberes básicos introduce al alumnado en los aspectos más avanzados de las reacciones químicas sumando, a los cálculos estequiométricos de cursos anteriores, el estudio de sus fundamentos termodinámicos y cinéticos. A continuación, se aborda el estado de equilibrio químico resaltando la importancia de las reacciones reversibles en contextos cotidianos, para terminar presentando ejemplos de reacciones químicas que deben ser entendidas como equilibrios químicos, como son las que se producen en la formación de precipitados, entre ácidos y bases y entre pares redox conjugados.

Este enfoque está en la línea del aprendizaje STEM, con el que se propone trabajar de manera global todo el conjunto de las disciplinas científicas. Independientemente de la metodología aplicada en cada caso en el aula, es deseable que



Las programaciones didácticas de esta materia contemplen esta línea de aprendizaje para darle un carácter más competencial, si cabe, al aprendizaje de la Química.

Las ciencias básicas que se incluyen en los estudios de Bachillerato contribuyen, todas por igual y de forma complementaria, al desarrollo de un perfil del alumnado basado en el cuestionamiento y el razonamiento que son propios del pensamiento científico y de todas las ciencias la Química es, sin duda, una herramienta fundamental en la contribución de esos saberes científicos a proporcionar respuestas a las necesidades del ser humano. El fin último del aprendizaje de esta ciencia en la presente etapa es conseguir un conocimiento químico más profundo que desarrolle el pensamiento científico, despertando más preguntas, más conocimiento, más hábitos del trabajo característico de la ciencia y, en última instancia, más vocación, gracias a los que el alumnado se dedique a desempeños tan apasionantes como son la investigación y las actividades laborales científicas.

I. Competencias específicas

Competencia específica de la materia Química 1:

CE.Q.1. Comprender, describir y aplicar los fundamentos de los procesos químicos más importantes, atendiendo a su base experimental y a los fenómenos que describen, para reconocer el papel relevante de la Química en el desarrollo de la sociedad.

Descripción

La Química, como disciplina de las ciencias naturales, trata de descubrir a través de los procedimientos científicos cuáles son los porqués últimos de los fenómenos que ocurren en la naturaleza y de darles una explicación plausible a partir de las leyes científicas que los rigen. Además, esta disciplina tiene una importante base experimental que la convierte en una ciencia versátil y de especial relevancia para la formación clave del alumnado que vaya a optar por continuar su formación en itinerarios científicos, tecnológicos o sanitarios.

Con el desarrollo de esta competencia específica se pretende que el alumnado comprenda también que la Química es una ciencia viva, cuyas repercusiones no solo han sido importantes en el pasado, sino que también suponen una importante contribución en la mejora de la sociedad presente y futura. A través de las distintas ramas de la Química, el alumnado será capaz de descubrir cuáles son sus aportaciones más relevantes en la tecnología, la economía, la sociedad y el medioambiente.

Vinculación con otras competencias

Esta competencia, como la CE.Q.2., se enmarca en la puesta en valor de la Química como Ciencia que contribuye a la mejora de la sociedad y, concretamente a la mejora del medioambiente dando soluciones fundamentadas en los principios básicos de la Química. Esta competencia no se puede desarrollar en toda su amplitud sin tener en cuenta la CE.Q.5. que sitúa al trabajo en equipo y el uso del razonamiento científico como herramientas clave para lograr el progreso científico.

La materia de Química colabora con el resto de materias al conocimiento del entorno y en este sentido, esta competencia se relaciona con muchas otras competencias específicas de otras materias. Su vinculación es más estrecha con competencias específicas de la materia de Biología, como la CE.B.4. que también requiere el tratamiento correcto de la información para explicar fenómenos relacionados con las ciencias. También se relaciona con la competencia CE.F.1, de la materia de Física ya que son interdependientes al utilizar las teorías, principios y leyes que rigen la ciencia para contribuir al desarrollo de la tecnología, la sociedad y la sostenibilidad ambiental.

Vinculación con los descriptores de las competencias clave

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: STEM1, STEM2, STEM3, CE1.

Competencia específica de la materia Química 2:

CE.Q.2. Adoptar los modelos y leyes de la Química aceptados como base de estudio de las propiedades de los sistemas materiales, para inferir soluciones generales a los problemas cotidianos relacionados con las aplicaciones prácticas de la Química y sus repercusiones en el medioambiente.



Descripción

La ciencia Química constituye un cuerpo de conocimiento racional, coherente y completo cuyas leyes y teorías se fundamentan en principios básicos y observaciones experimentales. Sería insuficiente, sin embargo, que el alumnado aprendiese Química solo en este aspecto. Es necesario demostrar que el modelo coherente de la naturaleza que se presenta a través de esta ciencia es válido a través del contacto con situaciones cotidianas y con las preguntas que surgen de la observación de la realidad. Así, el alumnado que estudie esta disciplina debe ser capaz de identificar los principios básicos de la Química que justifican que los sistemas materiales tengan determinadas propiedades y aplicaciones en base a su composición y que existe una base fundamental de carácter químico en el fondo de cada una de las cuestiones medioambientales actuales y, sobre todo, en las ideas y métodos para solucionar los problemas relacionados con ellas.

Solo desde este conocimiento profundo de la base Química de la naturaleza de la materia y de los cambios que le afectan se podrán encontrar respuestas y soluciones efectivas a cuestiones reales y prácticas, tal y como se presentan a través de nuestra percepción o se formulan en los medios de comunicación.

Vinculación con otras competencias

Esta competencia se relaciona con la CE.Q.1. al considerarse necesario el reconocimiento de la Química como ciencia que supone una importante contribución en la mejora de la sociedad actual y la del futuro. Es importante señalar su relación con la CE.Q.5. ya que, para encontrar soluciones a problemas cotidianos relacionados con la Química, es imprescindible hacerlo con una formación en técnicas de trabajo propias de las ciencias experimentales y un dominio del razonamiento lógico-matemático.

Otras materias también contribuyen al desarrollo de esta competencia, como Biología a través de la CE-B.4. en la que se plantea que, ante el planteamiento de hipótesis, como la interpretación de datos y resultados, o el diseño experimental requieren aplicar el pensamiento lógico-formal. Por otra parte, esta competencia tiene una relación directa con la CE.F.2. de la materia de Física, en la que se sugiere la adopción de los modelos, teorías y leyes aceptados como base de estudio de los sistemas naturales para inferir soluciones generales a problemas cotidianos.

Vinculación con los descriptores de las competencias clave

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: CCL2, STEM2, STEM5, CD5, CE1.

Competencia específica de la materia Química 3:

CE.Q.3. Utilizar con corrección los códigos del lenguaje químico (nomenclatura química, unidades, ecuaciones, etc.), aplicando sus reglas específicas, para emplearlos como base de una comunicación adecuada entre diferentes comunidades científicas y herramienta fundamental en la investigación de esta ciencia.

Descripción

La Química utiliza lenguajes cuyos códigos son muy específicos y que es necesario conocer para trabajar en esta disciplina y establecer relaciones de comunicación efectiva entre los miembros de la comunidad científica. En un sentido amplio, esta competencia no se enfoca exclusivamente en utilizar de forma correcta las normas de la IUPAC para nombrar y formular, sino que también hace alusión a todas las herramientas que una situación relacionada con la Química pueda requerir, como las herramientas matemáticas que se refieren a ecuaciones y operaciones, o los sistemas de unidades y las conversiones adecuadas dentro de ellos, por ejemplo.

El correcto manejo de datos e información relacionados con la Química, sea cual sea el formato en que sean proporcionados, es fundamental para la interpretación y resolución de problemas, la elaboración correcta de informes científicos e investigaciones, la ejecución de prácticas de laboratorio, o la resolución de ejercicios, por ejemplo. Debido a ello, esta competencia específica supone un apoyo muy importante para la ciencia en general, y para la Química en particular.



Vinculación con otras competencias

Los conocimientos, destrezas y actitudes implícitos en esta competencia tienen conexión con otras competencias específicas de la materia de Química, como CE.Q.1. y CE.Q.5. El uso correcto de las unidades de medida, así como del resto de elementos propios del lenguaje científico, son fundamentales para conseguir el desarrollo de estas competencias al constituir la base para la elaboración de preguntas relevantes y a partir de ellas colaborar en los procesos de investigación utilizando un lenguaje común que permita una comunicación fluida y eficaz.

De la misma forma, la competencia específica CE.F.3. de la materia de Física, también valora la utilización de los códigos del lenguaje científico para establecer una adecuada comunicación entre comunidades científicas y como herramienta fundamental para trabajar en investigación. Así mismo, en la materia de Biología, al adquirir la competencia específica CE.B.6., el alumnado también será capaz de analizar, evaluar y sintetizar datos de carácter científico para la obtención de conclusiones lógicas que contribuirán a conseguir procesos de comunicación eficaces.

Vinculación con los descriptores de las competencias clave

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: STEM4, CCL1, CCL5, CPSAA5, CE3.

Competencia específica de la materia Química 4:

CE.Q.4. Reconocer la importancia del uso responsable de los productos y procesos químicos, elaborando argumentos informados sobre la influencia positiva que la Química tiene sobre la sociedad actual, para contribuir a superar las connotaciones negativas que en multitud de ocasiones se atribuyen al término “químico”.

Descripción

Existe la idea generalizada en la sociedad, quizás influida por los medios de comunicación –especialmente en los relacionados con la publicidad de ciertos productos– de que los productos químicos, y la Química en general, son perjudiciales para la salud y el medioambiente. Esta creencia se sustenta, en la mayoría de las ocasiones, en la falta de información y de alfabetización científica de la población. El alumnado que estudia Química debe ser consciente de que los principios fundamentales que explican el funcionamiento del universo tienen

una base científica, así como ser capaz de explicar que las sustancias y procesos naturales se pueden describir y justificar a partir de los conceptos de esta ciencia.

Además de esto, las ideas aprendidas y practicadas en esta etapa les deben capacitar para argumentar y explicar los beneficios que el progreso de la Química ha tenido sobre el bienestar de la sociedad y que los problemas que a veces conllevan estos avances son causados por el empleo negligente, desinformado, interesado o irresponsable de los productos y procesos que ha generado el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Vinculación con otras competencias

Esta competencia se relaciona con competencias propias de Química como son la CE.Q.2. al crear valor alrededor del concepto de producto y proceso químico siempre sobre la base de los modelos y leyes de la Química para informar a la sociedad de sus efectos positivos. Otra competencia con la que guarda relación es la CE.Q.5, ya que las dos centran su estrategia en valorar a la Química como ciencia al servicio de una sociedad basada en valores éticos y sostenibles.

En cuanto a las competencias específicas relacionadas con otras materias, queda patente el vínculo con la CE.F.6 de la materia Física respecto a la importancia de estas ciencias en sus contribuciones al avance del conocimiento científico. Así mismo también es importante señalar la relación con la CE.B.4. de la materia de Biología en la que se describe la utilización de estrategias adecuadas para la explicación de fenómenos relacionados con las ciencias.

Vinculación con los descriptores de las competencias clave

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: STEM1, STEM5, CPSAA7, CE2.



Competencia específica de la materia Química 5:

CE.Q.5. Aplicar técnicas de trabajo propias de las ciencias experimentales y el razonamiento lógico-matemático en la resolución de problemas de Química y en la interpretación de situaciones relacionadas, valorando la importancia de la cooperación, para poner en valor el papel de la Química en una sociedad basada en valores éticos y sostenibles.

Descripción

En toda actividad científica la colaboración entre diferentes individuos y entidades es fundamental para conseguir el progreso científico. Trabajar en equipo, utilizar con fluidez herramientas digitales y recursos variados y compartir los resultados de los estudios –respetando siempre la atribución de los mismos– repercute en un crecimiento notable de la investigación científica, pues el avance es cooperativo. Que haya una apuesta firme por la mejora de la investigación científica, con hombres y mujeres que deseen dedicarse a ella por vocación, es muy importante para nuestra sociedad actual pues implica la mejora de la calidad de vida, la tecnología y la salud, entre otras.

El desarrollo de esta competencia específica persigue que el alumnado se habitúe desde esta etapa a trabajar de acuerdo a los principios básicos que se ponen en práctica en las ciencias experimentales y desarrolle una afinidad por la ciencia, por las personas que se dedican a ella y por las entidades que la llevan a cabo y que trabajan por vencer las desigualdades de género, orientación, creencia, etc. A su vez, adquirir destrezas en el uso del razonamiento científico les da la capacidad de interpretar y resolver situaciones problemáticas en diferentes contextos de la investigación, el mundo laboral y su realidad cotidiana.

Vinculación con otras competencias

El uso del pensamiento científico para resolver problemas y explicar fenómenos relacionados con esta materia en un ambiente colaborativo de trabajo en equipo son las características que unen a esta competencia con competencias como la CE.Q.1. o la CE.Q.2. prestando un especial interés por la búsqueda de soluciones tecnológicas innovadoras y sostenibles para dar respuesta a necesidades concretas.

En relación a otras materias, esta competencia se vincula con la CE.B.4 de Biología, la CE.F.1 de la materia de Física y con la CE.M.1 de la materia de Matemáticas, que priorizan la aplicación del pensamiento científico tomando como base el trabajo experimental y el razonamiento lógico-matemático para confirmar la relevancia de la ciencia en la explicación de fenómenos, en el desarrollo de la tecnología, de la sociedad y de la sostenibilidad ambiental.

Vinculación con los descriptores de las competencias clave

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: STEM1, STEM2, STEM3, CD1, CD3, CD5.

Competencia específica de la materia Química 6:

CE.Q.6. Reconocer y analizar la Química como una materia multidisciplinar y versátil, poniendo de manifiesto las relaciones con otras ciencias y campos de conocimiento, para realizar a través de ella una aproximación holística al conocimiento científico y global.

Descripción

No es posible comprender profundamente los conceptos fundamentales de la Química sin conocer las leyes y teorías de otros campos de la ciencia relacionados con ella. De la misma forma, es necesario aplicar las ideas básicas

de la Química para entender los fundamentos de otras disciplinas científicas. Al igual que la sociedad está profundamente interconectada, la Química no es una disciplina científica aislada, y las contribuciones de la Química al desarrollo de otras ciencias y campos de conocimiento (y viceversa) son imprescindibles para el progreso global de la ciencia, la tecnología y la sociedad.

Para que el alumnado llegue a ser competente desarrollará su aprendizaje a través del estudio experimental y la observación de situaciones en las que se ponga de manifiesto esta relación interdisciplinar, la aplicación de herramientas tecnológicas en la indagación y la experimentación, y el empleo de herramientas matemáticas y el razonamiento lógico en la resolución de problemas propios de la Química. Esta base de carácter interdisciplinar y holístico que es inherente a la Química proporciona a los alumnos y a las alumnas que la estudian unos cimientos



adecuados para que puedan continuar estudios en diferentes ramas de conocimiento, y a través de diferentes itinerarios formativos, lo que contribuye de forma eficiente a la formación de personas competentes para la sociedad.

Vinculación con otras competencias

Esta competencia específica se relaciona con otras pertenecientes a la misma materia como la CE.Q.3 en cuanto a la necesidad de usar el lenguaje científico de manera apropiada y adecuada para producir información que permita mantener relaciones con otras ciencias y campos de conocimiento para la consecución de una concepción holística de la ciencia.

En cuanto a la relación con las competencias de otras materias, se relaciona con CE.B.2 de la materia Biología, por la valoración de la aproximación de todo el conocimiento científico para poder explicar de forma más precisa el funcionamiento del medio natural y con la competencia CE.F.5 de la materia Física, por los objetivos que comparten en cuanto a alcanzar un desarrollo de la ciencia, la tecnología y la sociedad dentro de un marco respetuoso con el medio ambiente y con el ser humano.

Vinculación con los descriptores de las competencias clave

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: STEM4, CPSAA6, CC4.

II. Criterios de evaluación

La evaluación debe constituir un proceso constante a lo largo del proceso de enseñanza/aprendizaje, que es necesario planificar. Los contenidos y procedimientos seleccionados para evaluar con finalidades calificadoras y los criterios de evaluación aplicados condicionan totalmente cómo el profesorado enseña y cómo el alumnado estudia y aprende. La evaluación no sólo mide los resultados, sino que condiciona qué se enseña y cómo, y muy especialmente qué aprenden los estudiantes o las estudiantes y cómo lo hacen.

Las actividades de evaluación deberían tener como finalidad principal favorecer el proceso de regulación, es decir, que el alumnado consiga reconocer las diferencias entre lo que se propone y sus propias maneras de pensar o hacer. De esta manera, se ayuda a que los propios alumnos y las propias alumnas puedan detectar sus dificultades y dispongan de estrategias e instrumentos para superarlas. Si se realiza una buena evaluación con funciones reguladoras, se consigue que una proporción mayor de alumnado obtenga buenos resultados en las evaluaciones sumativas. No hay duda de que es difícil y en algunos casos no se consigue, pero la investigación en este campo demuestra que cuando se consigue, los resultados son mucho mejores (Sanmartí, 2007).

Además, evaluar es una condición necesaria para mejorar la enseñanza. La evaluación es la actividad que más impulsa el cambio, ya que posibilita la toma de conciencia de unos hechos y el análisis de sus posibles causas y soluciones. Evaluar la enseñanza comporta (Sanmartí, 2007) por un lado, detectar la adecuación de sus objetivos a una determinada realidad escolar, y la coherencia, con relación a dicho objetivos, de los contenidos, actividades de enseñanza seleccionadas y criterios de evaluación aplicados. Por otro, emitir juicios sobre los aspectos que conviene reforzar y sobre las posibles causas de las incoherencias detectadas. Y finalmente, tomar decisiones sobre cómo innovar para superar las deficiencias observadas.

CE.Q.1

Comprender, describir y aplicar los fundamentos de los procesos químicos más importantes, atendiendo a su base experimental y a los fenómenos que describen, para reconocer el papel relevante de la Química en el desarrollo de la sociedad.

- 1.1. Reconocer la importancia de la Química y sus conexiones con otras materias en el desarrollo de la sociedad, el progreso de la ciencia, la tecnología, la economía y el desarrollo sostenible respetuoso con el medioambiente, identificando los avances en el campo de la Química que han sido fundamentales en estos aspectos.
- 1.2. Describir los principales procesos químicos que suceden en el entorno y las propiedades de los sistemas materiales a partir de los conocimientos, destrezas y actitudes propios de las distintas disciplinas de la Química.
- 1.3. Reconocer la naturaleza experimental e interdisciplinar de la Química y su influencia en la investigación científica y en los ámbitos económico y laboral actuales, considerando los hechos empíricos y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento y la actividad humana.

CE.Q.2

Adoptar los modelos y leyes de la Química aceptados como base de estudio de las propiedades de los sistemas materiales, para inferir soluciones generales a los problemas cotidianos relacionados con las aplicaciones prácticas de la Química y sus repercusiones en el medioambiente.



- 2.1. Relacionar los principios de la Química con los principales problemas de la actualidad asociados al desarrollo de la ciencia y la tecnología, analizando cómo se comunican a través de los medios de comunicación o son observados en la experiencia cotidiana.
- 2.2. Reconocer y comunicar que las bases de la Química constituyen un cuerpo de conocimiento imprescindible en un marco contextual de estudio y discusión de cuestiones significativas en los ámbitos social, económico, político y ético identificando la presencia e influencia de estas bases en dichos ámbitos.
- 2.3. Aplicar de manera informada, coherente y razonada los modelos y leyes de la Química, explicando y prediciendo las consecuencias de experimentos, fenómenos naturales, procesos industriales y descubrimientos científicos.

CE.Q.3

Utilizar con corrección los códigos del lenguaje químico (nomenclatura Química, unidades, ecuaciones, etc.), aplicando sus reglas específicas, para emplearlos como base de una comunicación adecuada entre diferentes comunidades científicas y herramienta fundamental en la investigación de esta ciencia.

- 3.1. Utilizar correctamente las normas de nomenclatura de la IUPAC como base de un lenguaje universal para la Química que permita una comunicación efectiva en toda la comunidad científica, aplicando dichas normas al reconocimiento y escritura de fórmulas y nombres de diferentes especies Químicas.
- 3.2. Emplear con rigor herramientas matemáticas para apoyar el desarrollo del pensamiento científico que se alcanza con el estudio de la Química, aplicando estas herramientas en la resolución de problemas usando ecuaciones, unidades, operaciones, etc.
- 3.3. Practicar y hacer respetar las normas de seguridad relacionadas con la manipulación de sustancias Químicas en el laboratorio y en otros entornos, así como los procedimientos para la correcta gestión y eliminación de los residuos, utilizando correctamente los códigos de comunicación característicos de la Química.

CE.Q.4

Reconocer la importancia del uso responsable de los productos y procesos químicos, elaborando argumentos informados sobre la influencia positiva que la Química tiene sobre la sociedad actual, para contribuir a superar las connotaciones negativas que en multitud de ocasiones se atribuyen al término "químico".

- 4.1. Analizar la composición Química de los sistemas materiales que se encuentran en el entorno más próximo, en el medio natural y en el entorno industrial y tecnológico, demostrando que sus propiedades, aplicaciones y beneficios están basados en los principios de la Química.
- 4.2. Argumentar de manera informada, aplicando las teorías y leyes de la Química, que los efectos negativos de determinadas sustancias en el ambiente y en la salud se deben al mal uso que se hace de esos productos o negligencia, y no a la ciencia Química en sí.
- 4.3. Explicar, empleando los conocimientos científicos adecuados, cuáles son los beneficios de los numerosos productos de la tecnología Química y cómo su empleo y aplicación han contribuido al progreso de la sociedad.

CE.Q.5

Aplicar técnicas de trabajo propias de las ciencias experimentales y el razonamiento lógico-matemático en la resolución de problemas de Química y en la interpretación de situaciones relacionadas, valorando la importancia de la cooperación, para poner en valor el papel de la Química en una sociedad basada en valores éticos y sostenibles.

- 5.1. Reconocer la importante contribución en la Química del trabajo colaborativo entre especialistas de diferentes disciplinas científicas poniendo de relieve las conexiones entre las leyes y teorías propias de cada disciplina.
- 5.2. Reconocer la aportación de la Química al desarrollo del pensamiento científico y a la autonomía de pensamiento crítico a través de la puesta en práctica de las metodologías de trabajo propias de las disciplinas científicas.
- 5.3. Resolver problemas relacionados con la Química y estudiar situaciones relacionadas con esta ciencia, reconociendo la importancia de la contribución particular de cada miembro del equipo y la diversidad de pensamiento y consolidando habilidades sociales positivas en el seno de equipos de trabajo.
- 5.4. Representar y visualizar de forma eficiente los conceptos de Química que presenten mayores dificultades utilizando herramientas digitales y recursos variados, incluyendo experiencias de laboratorio real y virtual.

CE.Q.6

Reconocer y analizar la Química como una materia multidisciplinar y versátil, poniendo de manifiesto las relaciones con otras ciencias y campos de conocimiento, para realizar a través de ella una aproximación holística al conocimiento científico y global.

- 6.1. Explicar y razonar los conceptos fundamentales que se encuentran en la base de la Química aplicando los conceptos, leyes y teorías de otras disciplinas científicas (especialmente de la Física) a través de la experimentación y la indagación.
- 6.2. Deducir las ideas fundamentales de otras disciplinas científicas (por ejemplo, la biología o la tecnología) por medio de la relación entre sus contenidos básicos y las leyes y teorías que son propias de la Química.
- 6.3. Solucionar problemas y cuestiones que son característicos de la Química utilizando las herramientas provistas por las matemáticas y la tecnología, reconociendo así la relación entre los fenómenos experimentales y naturales y los conceptos propios de esta disciplina.

III. Saberes básicos

III.1. Descripción de los diferentes bloques en los que se estructuran los saberes básicos

A. Enlace químico y estructura de la materia

Como saber básico, la comprensión de la estructura de la materia es uno de los pilares fundamentales de la Química ya que de su correcta comprensión depende que el alumnado pueda tener éxito en ésta y en otras disciplinas científicas como, por ejemplo, la Biología. Así mismo es un concepto esencial en otras partes de la Química como son las reacciones químicas, la Química del carbono, los ácidos y bases o la termodinámica. Lamentablemente, la complejidad de esta parte de la Química, por el alto nivel de abstracción que exige, hace que su enseñanza y asimilación por parte del alumnado sea una tarea complicada.



La comprensión del comportamiento de la materia a través de sus propiedades físicas y Químicas, se sustenta en el entendimiento de su estructura interna, la cual está íntimamente ligada a su comportamiento a nivel macroscópico. Como ya se aprecia en el currículo de secundaria, los niveles microscópico y macroscópico están estrechamente relacionados, lo cual ayuda a que el alumnado de 2º de Bachillerato parta de este conocimiento para abordar la estructura de la materia de forma más detallada.

En este bloque se comienza con una introducción histórica en la que se hace referencia a la evolución del modelo atómico para terminar con el estudio del modelo mecanocuántico del átomo. Posteriormente se analiza la estructura electrónica interna del átomo y se relaciona con los elementos de la Tabla Periódica y con las propiedades periódicas de los mismos. Finalmente, se aborda el concepto de enlace, describiendo todos los tipos a través de los modelos de orbitales, la Teoría TRPECV, el ciclo de Born-Haber y la teoría de bandas.

Como ya se ha indicado, el alto grado de abstracción que requiere entender los fundamentos de esta parte de la Química, obliga a que su implementación tenga lugar en este curso. Con este propósito y con el de proporcionar al alumnado las habilidades experimentales propias de esta materia, se proponen una serie de actividades experimentales sencillas pero necesarias para desarrollar el interés por la asignatura y fomentar las técnicas de trabajo propias del pensamiento científico. Por otra parte, y debido a la complejidad del tema, resulta muy adecuada la utilización de simuladores para que el alumnado sea capaz de visualizar el comportamiento del átomo y de las partículas subatómicas.

Las conexiones con otras materias de carácter científico son variadas. La relación entre la Química, la Biología, la Física y las Matemáticas es esencial para la interpretación adecuada de diversos fenómenos físicos, químicos o biológicos. Por ejemplo, en la materia de Biología se necesita el concepto de enlace para comprender la estructura de las moléculas que facilitan la existencia de la vida, o la colaboración de la física y las matemáticas en los desarrollos de la teoría mecanocuántica.

B. Reacciones Químicas

En este bloque se introduce el concepto de reacción química, estudiando sus aspectos energéticos (termoquímica), dinámicos (cinética) y de equilibrio (equilibrio químico). Se analiza el calor intercambiado y su espontaneidad, así como los factores que modifican tanto la velocidad de reacción como el desplazamiento de su equilibrio. Así mismo se estudian los equilibrios de solubilidad, ácido base y de reducción-oxidación. Todos ellos son conceptos complejos pero la madurez cognitiva del alumnado de 2º bachillerato posibilita introducirlos ya que son capaces de comprender conceptos abstractos y con un cierto nivel de simbolismo.

Este bloque, por su naturaleza, permite que los alumnos y las alumnas puedan adquirir buenas prácticas de laboratorio y puedan profundizar en la práctica de la actividad científica que constituye el eje vertebrador del aprendizaje de las ciencias. Por otra parte, también permite acercar la Química a situaciones de la vida cotidiana lo que fomenta en el alumnado el desarrollo de una actitud crítica sobre el papel de la Química en nuestra sociedad y posibilita el desarrollo en el alumnado del perfil STEM, lo cual enriquece su vida académica y profesional además de su crecimiento personal.

Las relaciones con otras materias de carácter científico están muy claras. En este apartado hay una importante vinculación con la Biología con la que se comparten muchos procesos (solubilidad, disolución amortiguadora, catalizadores, ...). Por otra parte, la necesidad de utilizar procedimientos que pertenecen a la matemática y a la física sigue estando patente en este bloque (representaciones gráficas, cálculos matemáticos, energía, entropía, velocidad, ...).

III.2. Concreción de los saberes básicos

A. Enlace químico y estructura de la materia	
En este bloque se reconoce la importancia de la teoría mecanocuántica para el conocimiento del átomo y se estudia la estructura atómica de los elementos y su repercusión en las propiedades periódicas de los mismos. Es importante destacar el estudio de los distintos tipos de enlaces que aparecen entre los elementos y de las propiedades fisicoquímicas de las sustancias que pueden formar. Es recomendable valorar la posibilidad de alterar el orden de desarrollo de los bloques, dejando este bloque para la última parte del curso, ya que el alumnado ya habrá podido entender conceptos como energía de enlace, ley de Hess, etc. Por otra parte, en la parte del enlace químico se recomienda una secuenciación que facilitará al alumnado el aprendizaje de los diferentes tipos de enlace.	
Conocimientos, destrezas y actitudes	Orientaciones para la enseñanza



<p>A.1. Espectros atómicos:</p> <ul style="list-style-type: none">– Los espectros atómicos como responsables de la necesidad de la revisión del modelo atómico. Relevancia de este fenómeno en el contexto del desarrollo histórico del modelo atómico.– Interpretación de los espectros de emisión y absorción de los elementos. Relación con la estructura electrónica del átomo.	<p>En este último curso, el bloque del enlace químico y estructura de la materia comienza con un breve recordatorio sobre el diseño de los diferentes modelos atómicos a lo largo de la historia para proseguir con la Teoría fotónica de Max Planck, el efecto fotoeléctrico explicado por Einstein y la comprensión de los espectros atómicos.</p> <p>Para la comprensión de este apartado, el alumnado debe hacer uso de conceptos ya vistos en cursos anteriores como la Ley de Coulomb, ecuaciones del movimiento circular, energía potencial electrostática y cinética e, incluso, el concepto de espectro, ya conocido desde 3º ESO.</p> <p>En este sentido, se puede pedir al alumnado que aplique las ideas que tiene sobre espectros atómicos a la identificación de algunos elementos químicos mediante ensayos a la llama en el laboratorio. Para ello, también puede ser de utilidad simulaciones como la que podemos encontrar en el sitio web educaplus.org (https://www.educaplus.org/) para visualizar los espectros de emisión y absorción de todos los elementos de la Tabla Periódica.</p>
<p>A.2. Principios cuánticos de la estructura atómica:</p> <ul style="list-style-type: none">– Relación entre el fenómeno de los espectros atómicos y la cuantización de la energía. Del modelo de Bohr a los modelos mecano-cuánticos: necesidad de una estructura electrónica en diferentes niveles– Principio de incertidumbre de Heisenberg y doble naturaleza onda-corpúsculo del electrón. Naturaleza probabilística del concepto de orbital.– Números cuánticos y principio de exclusión de Pauli. Estructura electrónica del átomo. Utilización del diagrama de Moeller para escribir la configuración electrónica de los elementos químicos.	<p>En este bloque, el alumnado debe comprender los postulados de la teoría atómica de Niels Bohr y su utilidad para la interpretación de los espectros atómicos. Es interesante utilizar en este momento alguna simulación como la ofrecida por la Universidad de Colorado mediante su proyecto PHET (https://phet.colorado.edu/es/) sobre el modelo del átomo de Hidrógeno.</p> <p>Teniendo en cuenta la evolución de los modelos atómicos vistos hasta este momento, el alumnado reconocerá el importante papel de todos los científicos o científicas involucrados en el desarrollo del modelo atómico y que las limitaciones que presenta la ciencia en determinados momentos, permiten la evolución hacia modelos científicos más precisos. Así mismo debe valorar y comprender la aportación de la Mecánica Cuántica al avance de la ciencia en la que se presentan los modelos mecánico-ondulatorios basados en la dualidad onda-corpúsculo de Louis de Broglie, el principio de incertidumbre de Werner Heisenberg y la introducción de la función de onda de Edwin Schrödinger, lo cual les facilitará el entendimiento del concepto de orbital y la asignación de los números cuánticos a todos los electrones que posee un átomo. La abstracción de esta parte de la Química requiere hacer uso de simulaciones que permiten la construcción de un átomo. Se puede hacer uso del mismo proyecto ya mencionado en este apartado.</p>
<p>A.3. Tabla periódica y propiedades de los átomos:</p> <ul style="list-style-type: none">– Naturaleza experimental del origen de la tabla periódica en cuanto al agrupamiento de los elementos en base a sus propiedades. La teoría atómica actual y su relación con las leyes experimentales observadas.– Configuración electrónica de un elemento a partir de su posición en la tabla periódica.– Tendencias periódicas. Aplicación a la predicción de los valores de las propiedades de los elementos de la tabla a partir de su posición en la misma.	<p>Para trabajar los saberes básicos en este punto del bloque y teniendo en cuenta que el alumnado conoce gran parte de ellos desde secundaria, se puede distribuir la clase en equipos que creen un soporte físico (póster, infografía, ...), los cuáles colgaremos en clase, y sobre los que expliquen estos contenidos. Se puede aprovechar esta actividad para que investiguen sobre las aplicaciones de los elementos de la Tabla Periódica y su influencia en el progreso de la sociedad. Por otra parte, se puede hacer alguna experiencia de laboratorio para que el alumnado comprenda la periodicidad de los elementos de la tabla periódica, como podría ser comprobar la acidez o basicidad de un óxido de un elemento metálico frente a la de un óxido de un elemento no metálico. Por ejemplo, se pueden comparar el carácter ácido o básico del CaO y del CO₂. En esta sencilla práctica, la dificultad se concentra en la obtención del CO₂ a partir de CaCO₃. Informando previamente al alumnado de la necesidad de obtener CO₂, se les puede indicar que diseñen el procedimiento antes de ir al laboratorio, a partir de la lista de sustancias y material de laboratorio que tendrían que usar. De esta forma, el alumnado valorará la importancia de la diversidad de pensamiento y las aportaciones de cada miembro del equipo.</p>
<p>A.4. Enlace químico y fuerzas intermoleculares:</p> <ul style="list-style-type: none">– Tipos de enlace a partir de las características de los elementos individuales que lo forman. Energía implicada en la formación de moléculas, de cristales y de estructuras macroscópicas. Propiedades de las sustancias Químicas.– Modelos de Lewis, RPECV e hibridación de orbitales. Configuración geométrica de sustancias moleculares y las características de los sólidos.	<p>Para abordar los saberes básicos de este punto, el alumnado deberá recordar los conceptos de enlace iónico, covalente, metálico y fuerzas intermoleculares vistos ya en secundaria. Posteriormente, tendrán que ampliar mediante las teorías TRPECV, de hibridación de orbitales, ciclo de Born-Haber y los modelos propios del enlace metálico. Este proceso es muy costoso debido a la dificultad que representa el aprendizaje de conceptos tan abstractos. Sobre todo, tiene una dificultad especial la comprensión del enlace covalente y la diferencia entre estructuras moleculares y las que no lo son. Por este motivo,</p>



<ul style="list-style-type: none">– Ciclo de Born-Haber. Energía intercambiada en la formación de cristales iónicos.– Modelos de la nube electrónica y la teoría de bandas para explicar las propiedades características de los cristales metálicos.– Fuerzas intermoleculares a partir de las características del enlace químico y la geometría de las moléculas. Propiedades macroscópicas de sustancias moleculares	<p>sería recomendable empezar este estudio por el enlace covalente diferenciando entre estructuras moleculares, multimoleculares y estructuras gigantes y acabar por el enlace iónico y, finalmente, el metálico. (Caamaño, 2016).</p> <p>Para indagar en las propiedades de los diferentes tipos de enlaces, se puede plantear al alumnado la investigación del enlace de una sustancia determinada por métodos indirectos basados en las propiedades de los diferentes tipos de enlace químico. Un ejemplo sería suministrarles cloruro de sodio y que el alumnado diseñara las diferentes experiencias de laboratorio para comprobar el enlace.</p> <p>Por otra parte, se pueden utilizar modelos de bolas para que el alumnado visualice de forma eficiente las diferentes estructuras de los enlaces. Otra forma digital de visualizar e, incluso, crear estructuras moleculares y reticulares es mediante el software científico Chem-3D (https://www.chemtube3d.com/) que facilita la comprensión de determinadas estructuras.</p>
--	---

B. Reacciones químicas

En este bloque se profundiza en el concepto de reacción química, estudiando sus aspectos energéticos (termoquímica), dinámicos (cinética) y de equilibrio (equilibrio químico). Se analiza el calor intercambiado y su espontaneidad, así como los factores que modifican tanto la velocidad de reacción como el desplazamiento de su equilibrio. Así mismo se estudian los equilibrios de solubilidad, ácido base y de reducción-oxidación.

<i>Conocimientos, destrezas y actitudes</i>	<i>Orientaciones para la enseñanza</i>
B.1. Termodinámica química: <ul style="list-style-type: none">– Primer principio de la termodinámica: intercambios de energía entre sistemas a través del calor y del trabajo.– Ecuaciones termoquímicas. Concepto de entalpía de reacción. Procesos endotérmicos y exotérmicos.– Balance energético entre productos y reactivos mediante la ley de Hess, a través de la entalpía de formación estándar o de las energías de enlace, para obtener la entalpía de una reacción.– Segundo principio de la termodinámica. La entropía como magnitud que afecta a la espontaneidad e irreversibilidad de los procesos químicos.– Cálculo de la energía de Gibbs de las reacciones Químicas y espontaneidad de las mismas en función de la temperatura del sistema.	<p>En este bloque, los conceptos de energía, calor, trabajo o temperatura, presentan dificultades de aprendizaje, muchas de ellas debidas al diferente significado que se da a estos términos en contextos académicos frente a su uso en el lenguaje cotidiano. Por este motivo, se pueden plantear varios tipos de actividades al alumnado para generar pensamiento crítico y construir nuevos aprendizajes dentro del marco del aprendizaje activo. El alumnado se cuestionará sus propias ideas previas, generando una situación de conflicto que se solucione en el aula (Álvarez-González y Manzano, 2018). En este sentido, se les puede facilitar diferentes actividades, que se podrán realizar, tanto de manera individual como en grupos, fomentando también el aprendizaje colaborativo. Pueden ser tanto numéricas, como de razonamiento. (Ej.: Actividades para debatir en clase, actividades para hacer en grupos, actividades numéricas y actividades de razonamiento individual).</p> <p>Así mismo el alumnado en 2º Bachillerato presenta destrezas científicas suficientes para que los propios alumnos y las propias alumnas diseñen e implementen sus propias investigaciones científicas y analicen los datos obtenidos. A partir de la indagación guiada, el alumnado planteará sus hipótesis y construirá su experiencia para determinar, por ejemplo, el calor involucrado de una reacción química. Se les puede proponer que elijan una reacción química que se pueda llevar a cabo en el laboratorio y que diseñen previamente una experiencia con los materiales de los que disponemos. Para ello, se les suministra una lista de materiales. Es interesante realizar esta experiencia antes y después de conocer el concepto de equivalente en agua del calorímetro, para que evalúen la influencia del entorno en los procesos termodinámicos sufridos por el sistema comparando sus datos con los tabulados para cada reacción.</p>
B.2. Cinética Química: <ul style="list-style-type: none">– Teoría de las colisiones como modelo a escala microscópica de las reacciones químicas. Conceptos de velocidad de reacción y energía de activación.– Influencia de las condiciones de reacción sobre la velocidad de la misma.– Ley diferencial de la velocidad de una reacción química y los órdenes de reacción a partir de datos experimentales de velocidad de reacción.	<p>Este bloque se puede comenzar partiendo de las ideas previas del alumnado procedentes de los cursos de secundaria que los puede aplicar a situaciones cotidianas en las que se ponga de manifiesto la importancia de la velocidad en las reacciones químicas.</p> <p>Por otra parte, después de comprender conceptos como velocidad de reacción, orden de reacción y describir todos los factores que afectan a la velocidad, es el momento de aplicar los fundamentos teóricos estudiados a una situación real en el laboratorio en la que podrán medir el tiempo que pasa hasta que se produce un cambio apreciable en el transcurso de una reacción (Ej.: aparición de un precipitado, un cambio de color, ...) al variar, por ejemplo, la concentración de una de los reactivos involucrados. Es interesante que el alumnado deduzca la propiedad a observar para cuantificar el tiempo invertido. Para finalizar esta actividad, se puede plantear al alumnado la creación de una comunicación científica virtual (Póster) en el que se</p>



	<p>incluyan todas las partes de su trabajo científico junto con las imágenes de todos los procesos.</p> <p>Para poner de manifiesto el papel relevante de la Química en el desarrollo de la sociedad y su relación con otros campos de la ciencia y de la tecnología, sería interesante que el alumnado visualizara el video de divulgación científica “Catálisis, el motor de la vida”, financiado por FECYT dentro del proyecto Ciencia de Actualidad del CSIC o poder recibir la visita de alguna de las investigadoras pertenecientes a la Unidad de Cultura Científica de la Universidad de Zaragoza para poner en valor el trabajo actual de la Mujer en la Ciencia.</p>
<p>B.3. Equilibrio químico:</p> <ul style="list-style-type: none">– El equilibrio químico como proceso dinámico: ecuaciones de velocidad y aspectos termodinámicos. Expresión de la constante de equilibrio mediante la ley de acción de masas.– La constante de equilibrio de reacciones en las que los reactivos se encuentren en diferente estado físico. Relación entre KC y KP y producto de solubilidad en equilibrios heterogéneos.– Principio de Le Châtelier y el cociente de reacción. Evolución de sistemas en equilibrio a partir de la variación de las condiciones de concentración, presión o temperatura del sistema.	<p>Para trabajar los saberes básicos de este bloque, se tendrá presente que el equilibrio químico es uno de los conceptos más importantes en la enseñanza de la química. Su gran importancia procede de la estrecha relación que tiene con el concepto de reacción química y de la multitud de ejemplos que nos encontramos a nuestro alrededor en la industria química, en la naturaleza, en el cuerpo humano...Por otra parte, es un concepto abstracto y complejo que necesita una gran cantidad de conceptos previos relacionados con la termodinámica, la cinética química y el propio concepto de reacción química.</p> <p>Para facilitar la visualización del alumnado, se pueden usar recursos digitales como los que se pueden encontrar en la página del proyecto Agrega, que constituye una federación de repositorios de contenidos digitales educativos (http://agrega.educacion.es/)</p> <p>Como aplicación práctica de la Química en este apartado, se pueden realizar diversas experiencias de laboratorio para comprobar los cambios que se producen al modificar factores como la temperatura, la concentración o la acidez y basicidad.</p>
<p>B.4. Reacciones ácido-base:</p> <ul style="list-style-type: none">– Naturaleza ácida o básica de una sustancia a partir de las teorías de Arrhenius y de Brønsted y Lowry.– Ácidos y bases fuertes y débiles. Grado de disociación en disolución acuosa.– pH de disoluciones ácidas y básicas. Expresión de las constantes Ka y Kb.– Concepto de pares ácido y base conjugados. Carácter ácido o básico de disoluciones en las que se produce la hidrólisis de una sal. Estudio cualitativo de las disoluciones reguladoras de pH.– Reacciones entre ácidos y bases. Concepto de neutralización. Volumetrías ácido-base.– Ácidos y bases relevantes a nivel industrial y de consumo, con especial incidencia en el proceso de la conservación del medioambiente.	<p>Junto con el equilibrio químico, esta parte se presenta como otro de los conceptos más importantes de la enseñanza de la Química. Para la enseñanza de estos saberes básicos, se puede hacer uso de propuestas basadas en la indagación contextualizada.</p> <p>Por ejemplo, partiendo de problemas reales como las consecuencias de la lluvia ácida, se puede recrear la formación de ésta de manera artificial en el laboratorio e investigar cómo son los procesos reales de formación de la misma en los procesos industriales para idear alguna estrategia para reducir la concentración en la atmósfera de los gases que la forman.</p> <p>Otra situación real podría consistir en la necesidad de conocer la concentración de un vinagre comercial para determinar su idoneidad en un determinado proceso culinario. En este caso, el alumnado debería investigar el método para realizar una valoración ácido -base mediante un indicador y llevarlo a la práctica respetando todas las normas de seguridad del laboratorio.</p>
<p>B.5. Reacciones redox:</p> <ul style="list-style-type: none">– Estado de oxidación. Especies que se reducen u oxidan en una reacción a partir de la variación de su número de oxidación.– Método del ion-electrón para ajustar ecuaciones Químicas de oxidación-reducción. Cálculos estequiométricos y volumetrías redox.– Potencial estándar de un par redox. Espontaneidad de procesos químicos y electroquímicos que impliquen a dos pares redox.– Leyes de Faraday: cantidad de carga eléctrica y las cantidades de sustancia en un proceso electroquímico. Cálculos estequiométricos en cubas electrolíticas.– Reacciones de oxidación y reducción en la fabricación y funcionamiento de baterías eléctricas, celdas electrolíticas y pilas de combustible, así como en la prevención de la corrosión de metales.	<p>Este apartado, junto con los dos anteriores formarían la parte más relevante en el estudio de la Química en 2º Bachillerato. De hecho, la producción de energía eléctrica es una cuestión de suma importancia en la sociedad actual. El funcionamiento de pequeños dispositivos se basa en estas reacciones Químicas de transferencia de electrones. Su gran importancia radica en todo su interés industrial y su rendimiento económico para la generación de energía y la obtención de metales en estado elemental. Por último, el conocimiento de su naturaleza es necesario para evitar procesos tan perjudiciales para nuestra sociedad como es la corrosión.</p> <p>Teniendo en cuenta la gran repercusión que tienen para el medio ambiente algunos de los procesos que va a aprender el alumnado, se plantea la posibilidad de realizar un debate sobre la utilización de estos procesos para la obtención de energía y la gestión de los residuos que se generan. El alumnado trabajará en grupo colaborativo recopilando la información necesaria con las pautas adecuadas del profesorado para argumentar adecuadamente su postura en el debate.</p> <p>Como aplicación práctica, el alumnado podría diseñar el montaje para realizar la obtención de lejía a partir de la electrolisis del cloruro de sodio y un método de comprobación de que, efectivamente, se ha creado hipoclorito de sodio.</p>



IV. Orientaciones didácticas y metodológicas

IV.1. Sugerencias didácticas y metodológicas

En el bachillerato el alumnado ya dispone de un bagaje de conocimientos previos con respecto a la educación científica. Al igual que en Infantil, Primaria y ESO, se detectan ideas alternativas, que resultan persistentes en muchos casos, al intentar dar respuesta o interpretar fenómenos de forma diferente a la explicación científica. Estas ideas pueden surgir en etapas previas (a partir de los libros de texto, o de las explicaciones del profesorado) o ser consecuencia de experiencias personales de cada estudiante (Ejarque, Bravo y Mazas, 2018). La consideración de estas ideas es necesaria al diseñar una secuencia de aprendizaje concreta, ya que de ello depende que el alumnado reafirme dichas ideas o las puedan sustituir por las ideas científicas. Esto requiere que el docente o la docente diseñen actividades en las que el alumnado pueda construir su propio modelo mental sobre aspectos científicos, que progresivamente se irán haciendo más complejos, de manera que los saberes básicos que se van incorporando en cada curso se vayan aproximando gradualmente a modelos científicos más completos. Según Fernández González, Moreno Jiménez y González González (2003) una de las bases del éxito de los procesos de enseñanza y aprendizaje en ciencias radica en relacionar aquellos conceptos y contenidos que les resultan más abstractos con aspectos de la realidad concreta y cotidiana. Y quizás, de esta manera, se logre captar el interés de los estudiantes o de las estudiantes sobre los aspectos científicos que se trabajan en el aula, de tal modo que vean una aplicación práctica que mejore su actitud hacia las ciencias, y tal vez enfoque su futuro hacia carreras profesionales de índole científica.

Para ello, es necesario diseñar secuencias de actividades didácticas donde pueda ser el propio alumnado el que busque la construcción de explicaciones científicas de fenómenos a partir de procedimientos que contrasten los hechos con los modelos realizados, utilizando herramientas propias del trabajo científico (Roca, Márquez y Sanmartí, 2013) como las prácticas científicas.

Las prácticas científicas se podrían definir como aquellas prácticas utilizadas por los científicos o las científicas para establecer, extender y refinar su conocimiento (NRC, 2012), e implican el desarrollo de destrezas u operaciones científicas. Por ejemplo, a través de la identificación de preguntas y conceptos, del diseño e implementación de investigaciones científicas, del reconocimiento y análisis de explicaciones y modelos alternativos, o de la comunicación y defensa de un argumento científico, es decir, hablamos de indagación, modelización y argumentación (Mosquera Bargiela, Puig y Blanco Anaya, 2018).

Trabajando desde la indagación, los estudiantes y las estudiantes utilizan algunos de los métodos que emplean las personas que trabajan en la ciencia, y descubriendo los fenómenos a partir de su propia actividad científica (Harlen, 2015), por ejemplo, diseñando y poniendo en práctica experimentos y analizando los datos obtenidos (Ageitos, Puig y Calvo-Peña, 2017). Para ello, observan, encuentran patrones, plantean hipótesis y prueban sus ideas (Tunncliffe y Ueckert, 2011). En la literatura se consideran distintos “niveles de indagación”. Según Windschitl (2003) el nivel más bajo de indagación se corresponde con la *confirmación de experiencias*, donde los estudiantes y las estudiantes conocen los principios científicos siguiendo un guion. El siguiente nivel se refiere a la *indagación estructurada* en la que el profesorado plantea una pregunta en la que los estudiantes o las estudiantes no conocen la respuesta y a los que se les proporciona un procedimiento para completar la indagación. En la *indagación guiada*, los profesores y las profesoras proporcionan a los estudiantes y a las estudiantes un problema que investigar, pero los métodos para resolverlos los eligen los estudiantes o las estudiantes. Y, finalmente, en la *indagación abierta* los profesores y las profesoras permiten a los estudiantes y a las estudiantes desarrollar sus propias preguntas y diseñar sus investigaciones.

La indagación incluye destrezas como las siguientes: observar, formular preguntas, emitir hipótesis, diseñar experimentos, experimentar-manipular, investigar, explorar, interpretar información, recoger datos... Observar es el paso principal para dar sentido al mundo en el que vivimos y es esencial en la construcción del conocimiento científico. Tras la observación, aprender a clasificar supone dominar la operación de agrupar según las semejanzas y las diferencias, lo cual lleva implícito saber observar y comparar, contrastando sistemáticamente los elementos de cada grupo para aislar las características que comparten (Pujol, 2003). La clasificación de los seres vivos es un tema que se trabaja durante toda la enseñanza obligatoria y que puede desarrollarse utilizando herramientas como las claves dicotómicas, ya que sirve para clasificar los seres vivos o la materia inerte en función de que posea o no determinadas



características que lo definen. Se trata de un ejercicio de observación en el que se presentan varios dilemas, por lo que hay que aceptar una de las opciones y rechazar la otra; lo cual llevará al estudiante o a la estudiante a una nueva dicotomía que se resolverá exactamente del mismo modo hasta llegar a identificar el ejemplar correspondiente. Al utilizar herramientas como las claves dicotómicas los estudiantes y las estudiantes desarrollan el pensamiento lógico-matemático a partir de la experimentación, entendiendo el paso de un dilema al siguiente después de tomar una decisión basada en la observación del elemento en cuestión, con el propósito de que se desarrollen las destrezas científicas relacionadas como son: la observación, comparación, clasificación e identificación... que se incluyen en la indagación.

La segunda práctica científica que se señala es la argumentación. Se pone de manifiesto al utilizar conocimientos previos para llegar a conclusiones a un nivel que implique crear, utilizar o revisar modelos científicos en sus razonamientos (Martínez Bernat, García Ferrandis y García Gómez, 2019), en base a pruebas (Ageitos et al., 2017). Osborne (2011) considera que presentando la ciencia en el aula como una combinación de distintas prácticas sociales compartidas por la comunidad científica se proporciona una imagen más precisa de la Ciencia, lo cual ayuda a comprender cómo se construye el conocimiento y proporciona a los estudiantes o a las estudiantes gran variedad de estrategias para modelizar y explicar los fenómenos que tienen lugar en el mundo físico desde la ciencia escolar (NRC, 2012). En los últimos años se han desarrollado diversos proyectos nacionales e internacionales cuyo principal objetivo era involucrar a maestros de Primaria en formación inicial y continua en discusiones críticas sobre temas actuales a través de controversias socio-científicas y prepararlos para enseñarlas (España y Prieto, 2010, Díaz Moreno y Jiménez Liso, 2012; Garrido y Couso, 2014, Maguregui, Uskola y Burgoa, 2017). Estos autores consideran que estas controversias trabajadas a partir de prácticas científicas como por ejemplo la argumentación, favorecen que los estudiantes o las estudiantes comprendan la importancia de la ciencia en la vida cotidiana, que profundicen en cómo la gente usa la ciencia y que desarrollen la capacidad de ser consumidores críticos de la información científica (Kolsto, 2001).

En base a lo que señalan Jiménez Aleixandre y Puig (2010), para que haya argumentación tiene que haber conocimiento (científico) sometido a evaluación, y pruebas (o razones) para confirmarlo o refutarlo. Por ejemplo, estableciendo relaciones justificando las respuestas en base a pruebas, que puedan haber experimentado previamente. Es decir, mostrando cómo a partir de los datos obtenidos llegan a desarrollar ciertas conclusiones (Bravo y Jiménez Aleixandre, 2014; Fernández-Monteira y Jiménez Aleixandre, 2019).

La argumentación incluye destrezas científicas como usar e identificar pruebas, justificar respuestas o extraer conclusiones.

Por último, consideramos la práctica de modelización. Autoras como Mosquera Bargiela et al. (2018) apuntan que la modelización implica el desempeño de una serie de habilidades que permitan comprender cómo se elaboran los diferentes modelos científicos. Oliva (2019) recoge en su trabajo las diferentes acepciones de modelo y de modelización en la enseñanza, entre las que se encuentra la modelización como práctica científica. Se podría definir como *el proceso por el que se crean, revisan y emplean modelos de una forma dinámica y creativa* (Justi, 2006). La práctica de modelización en el aula permite a los docentes y a las docentes acceder a las ideas del alumnado sobre un tema concreto y conocer cómo evolucionan a través de la comunicación de sus modelos mentales (Mendonça y Justi, 2014). Oliva (2019) sintetiza esta práctica recogiendo las fases propuestas por diversos autores o autoras: La primera fase del proceso se corresponde con la justificación del propósito de un nuevo modelo sobre un fenómeno u objeto del mundo real, para lo cual el sujeto tiene que estar familiarizado con el objeto o fenómeno. A continuación, es preciso elegir un sistema de signos y códigos que permitan ensamblar un lenguaje para el desarrollo de un modelo inicial, y posteriormente, ese modelo deberá ponerse a prueba, de tal forma que si surgen cambios deberá reformularse hasta obtener un modelo que se ajuste a las predicciones. Los modelos podrán ser parciales en los primeros cursos de la escolarización y se irán completando al superar los diferentes niveles académicos.

La modelización recoge destrezas como la explicación de fenómenos (naturales), representación de entidades o fenómenos mediante dibujos, maquetas, etc., o el uso de modelos.

A la hora de poner en práctica estos procedimientos, se recomienda al profesorado trabajar con materiales cotidianos con los que el alumnado pueda interactuar, por ejemplo, llevando minerales al aula, usando lupas de mano, termómetros, juegos y elementos de construcción, plastilina para modelar o bien modelos ya creados, etc. No



obstante, siempre que sea posible, es preferible acercarse al laboratorio para realizar experiencias en las que acercar los fenómenos y los elementos del medio al aula.

IV.2. Evaluación de aprendizajes

Enseñar, aprender y evaluar son tres procesos inseparables cuando el objetivo es que la evaluación sea útil tanto para el profesorado como para el alumnado. Al primero le sirve para comprobar la eficacia de su método, y al segundo le permite conocer la evolución de su propio aprendizaje y le ayuda a identificar las mejores estrategias para aprender. Según Geli (2000) la evaluación queda caracterizada por cuatro factores: 1) Está *integrada en el proceso* de enseñanza-aprendizaje y contribuye a mejorarlo. No se reduce a un diagnóstico y sólo completa su sentido cuando se concreta en propuestas que mejoran la práctica educativa. 2) Es *continua*. La información que proporciona la evaluación se obtiene del seguimiento de todas las actividades de aprendizaje, y no solo de determinadas actividades específicas de evaluación. 3) Es *global*. No se trata solo de evaluar los conocimientos, evolución y actitudes del alumnado, sino que abarca todos los factores que inciden en el proceso de enseñanza-aprendizaje (actividades, metodología, criterios de valoración, etc.) 4) Es *individual*. Se realiza sobre la base del desarrollo de cada persona en particular.

Aprender implica identificar obstáculos y regularlos, es decir, evaluar. Por eso, la evaluación tiene la función de motor del aprendizaje ya que sin evaluar-regular la coherencia entre los hechos y las representaciones y la propia expresión de las ideas, no habrá progreso en el aprendizaje del alumnado ni acción efectiva del profesorado (Sanmartí, 2007).

En relación con las finalidades relacionadas con el seguimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje, se distinguen cuatro acepciones de evaluación (diagnóstica, formativa, sumativa y formadora) que proporcionan información en distintos momentos de la actuación docente (Geli, 2000; Pujol, 2003). Se encuentran estrechamente relacionadas y no se conciben aisladas unas de otras. Las informaciones que aportan son complementarias y cubren las distintas funciones de la evaluación:

- De *seguimiento* del proceso de enseñanza-aprendizaje. La evaluación cumple distintas funciones en los distintos momentos de este proceso. Por un lado, informar al profesorado acerca de la situación inicial del alumnado (*evaluación inicial o diagnóstica*) y de la evolución en su aprendizaje a lo largo de todo el proceso (*evaluación formativa*). Esta información es imprescindible para la planificación y (re)orientación del proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, la *evaluación sumativa* facilita información sobre los resultados finales del proceso de enseñanza-aprendizaje. Y, por último, también regula el proceso de aprendizaje del alumnado. La evaluación formativa permite al profesorado regular sobre la marcha el proceso de enseñanza/aprendizaje. Dando un paso más, en las estrategias en las que el propio alumnado desarrolla su aprendizaje de forma progresivamente autónoma (modelos didácticos de autorregulación del aprendizaje) la evaluación es una pieza clave para la construcción del conocimiento. Se habla en estos casos de *evaluación formadora*, y adquieren importancia la *autoevaluación* y la *coevaluación*.
- De *control* de la calidad de todos los elementos del proyecto educativo. Son objetos de evaluación los siguientes aspectos: a) El proceso de enseñanza con todos sus componentes: contenidos, planificación, desarrollo docente, resultados, actuación del profesorado, características del alumnado, etc.; b) el proceso de aprendizaje: interacción social, estilos de aprendizaje, ideas previas, actitudes, percepción de la Ciencia, etc.; c) el contexto: contexto social del centro, ambiente de aprendizaje, infraestructuras, recursos materiales y humanos, implicación y colaboración de instituciones externas, etc.
- De *promoción* del alumnado en el sistema educativo. Se trata de calificar y acreditar los conocimientos del alumnado en relación con su situación en el currículo escolar. Con frecuencia es el único elemento de referencia para la familia y para la sociedad acerca del progreso del alumnado en su aprendizaje escolar.

¿Qué, cuándo y cómo evaluar?

El momento de evaluar dependerá del tipo de evaluación (Sanmartí, 2002, 2007). En la evaluación inicial, se realizará antes de comenzar el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que su objetivo fundamental es analizar la situación de cada alumno o de cada alumna para tomar conciencia (profesorado y alumnado) de los puntos de partida, y así poder adaptar el proyecto educativo a las necesidades detectadas. En la evaluación *a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje*, se habrán de fomentar los procesos de autorregulación. Para ello, si pretendemos que aparte de formativa sea también formadora, nos debemos centrar en evaluar si el alumnado comparte los motivos y objetivos



de las actividades propuestas, si las afrontan adecuadamente, y si comparten los criterios de valoración. Lo importante es que el propio alumnado sea capaz de detectar sus dificultades, comprenderlas y autorregularlas. Finalmente, *después del proceso de enseñanza-aprendizaje* se ha de evaluar el nivel de los aprendizajes adquiridos. Una de las funciones de la evaluación sumativa es la de asegurar que las características del alumnado responden a las exigencias del sistema educativo y social, pero también ha de contribuir a su formación (permitiéndole conocer los puntos fuertes y débiles de su aprendizaje) y a la regulación de las secuencias de enseñanza-aprendizaje (identificando los aspectos de las mismas susceptibles de mejora). Para tratar de evitar una sobresaturación de tareas por parte del profesorado y del alumnado lo que, unido a la habitual escasez de tiempo disponible para su valoración, viene a provocar periodos de tensión y ansiedad en ambos colectivos, y entre ellos, la *evaluación final* se puede fragmentar en varios momentos del curso, con carácter acumulativo y complejidad creciente. De este modo, además, se puede atender mejor la función formativo-reguladora.

¿Quién debe evaluar?

Se debe implicar al alumnado en el proceso de evaluación, enseñándoles a autoevaluarse y autorregularse (detectando sus dificultades, comprendiendo por qué las tienen, y tomando decisiones para superarlas). En otras palabras, la evaluación del profesorado debería facilitar, fundamentalmente, que cada alumno o cada alumna sean capaces de autorregularse autónomamente. En consecuencia, la evaluación-regulación continua de los aprendizajes se sustenta en tres pilares: la autoevaluación (autorregulación), la coevaluación (regulación mutua) y la evaluación del profesorado (Sanmartí, 2002).

La capacidad de autorregularse en un proceso de aprendizaje pasa por percibir y representar adecuadamente los objetivos de aprendizaje, las operaciones necesarias para realizar la actividad y los criterios de evaluación (Sanmartí, 2007).

La correulación es una de las estrategias que más ayudan a la autorregulación ya que muchas de nuestras dificultades las detectamos al comparar formas de pensar y de hacer distintas. También al reconocer errores en los otros, se llega a percibir los propios como algo normal y se preserva mejor la autoestima (Sanmartí, 2007).

Se tiene que evaluar la aplicación de los conocimientos adquiridos por el alumnado en situaciones cotidianas. Las competencias se asocian con la movilidad de los conocimientos y recursos psicosociales en contextos determinados, y con la aplicación de los saberes adquiridos para conseguir un desarrollo pleno, tanto a nivel personal como social y profesional. Se debería poder demostrar que el alumnado es capaz de aplicar saberes en la toma de decisiones para actuar y que saben argumentar por qué las toman.

En resumen, para evaluar...

- Las tareas de evaluación deben ser contextualizadas, es decir, referirse a problemas o situaciones reales.
- Estos problemas deben ser complejos, y el alumnado debería interrelacionar conocimientos distintos y poner en acción habilidades diversas para plantear posibles soluciones (pensamiento sistémico).
- Estos problemas deberían ser diferentes de los trabajados en el transcurso del proceso de enseñanza. Interesa reconocer si el alumnado es capaz de transferir aprendizajes.
- Las tareas planteadas deberían ser acordes con los aprendizajes realizados. El alumnado debe poder anticipar e incluso conocer los criterios de evaluación.
- La propia evaluación debería ser ocasión para aprender tanto a reconocer qué se ha aprendido o se puede mejorar, como los propios límites. Por tanto, es importante que la comunicación de los resultados vaya acompañada de un proceso que ayude a la autorreflexión o feedback sobre las posibles causas de dichos límites.
- No tiene sentido proponer una evaluación calificadora cuando se prevé que los aprendizajes aún no están preparados para tener éxito.



IV.3. Diseño de situaciones de aprendizaje

[La secuencia didáctica que se diseñe ha de tener relación con los saberes básicos y con el contexto real del alumnado, y además han de considerarse los objetivos y competencias que se desarrollan, la metodología, la secuenciación de tareas y los procesos de evaluación. Sería conveniente que las situaciones de aprendizaje que se diseñen incluyan aprendizajes conceptuales, que suponen una parte fundamental de los conocimientos de la materia, a partir del diseño y la implementación de actividades basadas en las prácticas científicas.

En didáctica, las actividades pueden definirse como un conjunto de acciones planificadas por el profesorado que tienen como finalidad promover el aprendizaje del alumnado en relación con determinados saberes básicos. Sólo tienen sentido si provocan la actividad mental del alumnado. Son las que, finalmente, concretan las intenciones educativas, favoreciendo la comunicación entre el alumnado, el profesorado y la materia a enseñar, considerados los tres polos principales de la acción didáctica (Sanmartí, 2002).

Las actividades de enseñanza por investigación en torno a problemas, persiguen el desarrollo de capacidades de razonamiento y actitudes científicas y hacia las ciencias, a la vez que el de estructuras conceptuales propias de la ciencia escolar, de forma significativa, mediante procesos de investigación y toma de decisiones por parte del estudiantado. En estas estrategias el esfuerzo del profesorado se centra en crear situaciones de aprendizaje, gratificantes para los estudiantes y para las estudiantes, que puedan abordarse mediante procesos de investigación (Criado et al., 2007).

Si queremos desencadenar un proceso de inmersión del estudiantado en el trabajo científico, hemos de plantear situaciones de aprendizaje cotidianas, preferentemente de naturaleza abierta y que, en consecuencia, requieran una toma de decisiones argumentada (Jiménez Aleixandre, 2000). Este enfoque de enseñanza de las ciencias mejora la actitud participativa y colaboradora del estudiantado y su curiosidad por la ciencia, aprendiendo a hacer ciencia, relacionándola con sus experiencias cotidianas, aumentando su capacidad comunicativa y, sobre todo, mejorando su autonomía y autoestima (García Carmona y Criado, 2007).

Un currículo para la alfabetización científica se debería basar en la creación de situaciones de aprendizaje variadas para que emerjan problemas, susciten hipótesis, demanden estrategias de estudio, dé criterios para el análisis, reglas para la interpretación de los datos, etc. Es decir, para poner a prueba los propios conocimientos, las creencias y valorar la información.

Del Carmen y Jiménez Aleixandre (1997), Caamaño (2003), García Carmona y Criado (2007), Harlen (2014) y Cañal et al. (2016) asumen los principios de diseño que deben estar presentes a la hora de decidir sobre los contenidos y las actividades en el marco del modelo de aprendizaje por indagación, como son: 1) identificar problemas que tengan conexión con la vida real para ser investigados del currículo; 2) plantear preguntas que requieran razonamiento, explicaciones y reflexiones, donde los escolares pongan en juego sus ideas intuitivas y las sometan a análisis; 3) mantener los objetivos conceptuales, en número limitado, para facilitar tanto su comprensión, como su utilización en contextos de investigación; 4) emplear destrezas científicas de investigación y experimentación para comprobar ideas; 5) tratar de que el alumnado registre sus observaciones y otras informaciones recopiladas durante la indagación (mediante tablas, gráfico, vocabulario apropiado...) de manera que ello les facilite la posterior interpretación y discusión de resultados; 6) reflexionar de forma crítica sobre la forma en que se recogen los datos y las pruebas y sobre cómo se usan para comprobar las ideas; 7) destinar un tiempo para que los alumnos y las alumnas reflexionen sobre qué han aprendido, el modo en que han aprendido y cómo ello se puede aplicar en el aprendizaje futuro sobre cuestiones cotidianas. En la actividad científica las habilidades comunicativas tienen un papel destacado porque la actividad científica es, eminentemente, una actividad discursiva. Hablando y discutiendo con sus compañeros o compañera, los científicos o las científicas (y los alumnos y las alumnas) están actuando sobre el mundo, al igual que lo hacen cuando experimentan (Martí y Amat, 2017).

En la ejemplificación que aparece en el punto siguiente sobre las situaciones de aprendizaje aplicables a este nivel, se señalan una serie de apartados que se describen a continuación:



- Introducción y contextualización: Incluye una breve presentación del tema, motivo de la elección, las fuentes documentales que han inspirado la secuencia, el curso al que va dirigido, una estimación temporal y la relación general con el contexto.
- Objetivos didácticos: Objetivos de aprendizaje específicos a alcanzar dentro de la situación de aprendizaje. Tienen que tener relación con las competencias específicas y los saberes curriculares.
- Elementos curriculares: Relación justificada y redactada con los elementos del currículo.
- Conexión con otras materias: interdisciplinariedad de las situaciones de aprendizaje con otras materias.
- Descripción de la situación de aprendizaje: Desarrollo de la situación, acciones a realizar, tipo de agrupaciones, preguntas que se pueden plantear, momentos en los que se estructura y materiales que se emplean.
- Atención a las diferencias individuales: descripción de las acciones tomadas en el diseño para atender a la diversidad.

IV.4. Ejemplificación de situaciones de aprendizaje

Ejemplo de situación de aprendizaje:

Introducción y contextualización:

Orientar la docencia de 2º de bachillerato es complejo debido al enfoque finalista con el que, históricamente, está orientada la docencia en este curso. Esto es debido a la evaluación sumativa que reciben los alumnos y las alumnas al terminar el curso, con el fin de acceder a los estudios universitarios. Esta evaluación finalista que rige la enseñanza de este curso no debería ser motivo para que el alumnado no trabaje las prácticas científicas, aunque dejando en manos de los docentes o de las docentes que lo hagan en menor medida que en otros cursos previos.

La situación de aprendizaje que se propone, es breve, pero de gran importancia y tiene como objetivo que los alumnos y las alumnas trabajen sobre el modelo de átomo, a través de la argumentación y los modelos representados, para hacerlos conscientes de lo que saben y lo que no, es decir trabajar la metacognición sobre el modelo atómico. Para ello, podemos tomar como punto de partida la fundamentación teórica de García Carmona (2006) y (2011), donde se analiza el modelo atómico introducido en la educación secundaria y plantea varias actividades para investigar sobre los modelos que construyen los alumnos y las alumnas en torno al átomo.

Objetivos didácticos:

1. Representación del modelo de átomo, dibujarlo y explicarlo.
2. Establecer relaciones del modelo representado con los modelos atómicos establecidos históricamente.
3. Evaluar el modelo propio de cada estudiante.

Elementos curriculares involucrados:

En relación a los saberes, lo que se propone trabajar en esta situación está relacionado con el bloque A. Enlace químico y estructura de la materia y el bloque B. Reacciones Químicas.

Esta situación de aprendizaje se podría vincular con las competencias clave: CCL1, STEM1, CPSAA7.

Entre las competencias específicas que se trabajan en esta situación de aprendizaje están la CE.Q.2. (Adoptar los modelos y leyes de la Química aceptados como base de estudio de las propiedades de los sistemas materiales, para inferir soluciones generales a los problemas cotidianos relacionados con las aplicaciones prácticas de la Química y sus repercusiones en el medioambiente) y la CE.Q.3. (Utilizar con corrección los códigos del lenguaje químico (nomenclatura Química, unidades, ecuaciones, etc.), aplicando sus reglas específicas, para emplearlos como base de una comunicación adecuada entre diferentes comunidades científicas y herramienta fundamental en la investigación de esta ciencia).

Conexiones con otras materias:

Esta situación tiene conexión con la Lengua Castellana ya que el alumnado debe argumentar en las respuestas que dan a las preguntas planteadas.



Descripción de la actividad, metodología y estrategias didácticas:

La actividad propuesta consiste en pedirles al alumnado que dibujen con el mayor detalle posible la estructura de un átomo de dos elementos químicos diferentes, incluyendo la distribución de los electrones en la propia estructura atómica. Les pedimos también que expliquen esos dibujos y justifiquen la localización de cada partícula representada. Por último, deben explicar qué diferencias hay entre las dos estructuras atómicas. Estos datos los vincularemos posteriormente con las propiedades físico-químicas de cada uno.

Una vez que los han dibujado y respondido a las preguntas, podemos pedirles que analicen en cuál de los modelos atómicos conocidos se encuentra el modelo que han representado. Así deben reflexionar sobre cómo sería el modelo de átomo representado atendiendo a cada una de las teorías atómicas trabajadas hasta el momento. Y que establezcan, por escrito, dichas diferencias. La idea es, que ellos mismos evalúen cuál es el modelo atómico de conocimiento que tienen en ese momento, a modo de evaluación sumativa. Esto supondría un punto de partida antes de introducir más saberes en el curso.

Atención a las diferencias individuales:

Dado que cada persona se expresa mejor de una manera, ya sea oral o representada, en esta actividad se propone que al definir el átomo lo hagan de las dos maneras, dibujando y explicando el dibujo.

Recomendaciones para la evaluación formativa:

Para que el alumnado pueda evaluar el modelo atómico que posee, primero debe ser consciente de los modelos atómicos trabajados hasta el momento. El docente o la docente pueden hacer una recapitulación de dichos modelos con el alumnado y entre todos, establecer las diferencias y semejanzas entre ellos. De esa manera, una vez que el estudiantado represente y explique su modelo, podrá compararlo con los modelos establecidos y clasificarlo entre ellos, ya sea como uno de esos modelos o como una mezcla de varios.

V. Referencias

- Alsina, Á. (2020). Más allá de los contenidos, los procesos matemáticos en Educación Infantil. *Edma 0-6: Educación Matemática en la infancia*, 1(1), 1-14.
- Ageitos N., Puig B., y Calvo Peña X. (2017). Trabajar genética y enfermedades en secundaria integrando la modelización y la argumentación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(1), 86-97.
- Aguilera, D., Martín-Páez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, Á., Williams-Pinto, L., Vílchez-González, J. M. y Perales-Palacios, F. J. (2018). La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española. *Revista de Educación*, 381, 259-274.
- ÁlvarezGonzález, E. y Manzano, D. (2018). Propuesta didáctica para el empleo de la Historia de la Ciencia en la enseñanza del primer principio de la Termodinámica en Educación Secundaria. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 25, 9-28.
- Bevins, S. y Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17-29. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1124300>
- Bravo, B., y Jiménez-Aleixandre, M.P. (2014). Articulación del uso de pruebas y el modelo de flujo de energía en los ecosistemas en argumentos de alumnado de bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 425-442. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1281>
- Caamaño, A. (2003). *Los trabajos prácticos en ciencias*. En M.P. Jiménez Aleixandre (coord.): *Enseñar ciencias*, 95-118. Barcelona: Graó.
- Caamaño, A. (2016) Secuenciación didáctica para el aprendizaje de los modelos de enlace. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 86, 39-45.
- Caamaño, A. (2018). Enseñar Química en contexto: Un recorrido por los proyectos de Química en contexto desde la década de los 80 hasta la actualidad. *Educación Química*, 29(1), 21-54. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63686>



- Calvo-Flores, F. e Isac, J. (2012.) Introducción a la química de los polímeros biodegradables: una experiencia para alumnos de segundo ciclo de la ESO y Bachillerato. *An. Quím*, 109(1), 38-44.
- Cañal, P., García-Carmona, A. y Cruz-Guzmán, M. (2016). *Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria*. Madrid: Paraninfo.
- Couso, D. (2020). Aprender ciencia escolar implica construir modelos cada vez más sofisticados de los fenómenos del mundo. En D. Couso, M.R. Jiménez-Liso, C. Refojo y J.A. Sacristán (coords), *Enseñando ciencia con ciencia* (pp. 64-74). FECYT y Fundación Lilly. Madrid: Penguin Random House.
- Criado, A.M., Cid, R. del y García Carmona, A. (2007). La cámara oscura en la clase de ciencias: fundamentos y utilidades didácticas. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 4(1), 123-140.
- Del Carmen, L. y Jiménez Aleixandre, M.P. (1997). Los libros de texto: un recurso flexible. *Alambique*, 11, 7-14.
- Díaz Moreno, N., y Jiménez Liso, R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 54-70
- Ejarque, A., Bravo, B. y Mazas, B. (2018). Diseño e implementación de una actividad de modelización para promover el cambio conceptual en alumnado de secundaria: ¿por qué la corteza es tan gruesa y los volcanes tan profundos? *RIDHyC*, 3, 9-32.
- España, E., y Prieto, T. (2010). Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la escuela*, 71, 17-24.
- Fernández González, J., Moreno Jiménez, T., y González González, B. M. (2003). Las analogías como recurso didáctico en la enseñanza de las ciencias. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 35, 82-89.
- Fernández-Monteira, S.F. y Jiménez Aleixandre, M.P. (2019). ¿Cómo llega el agua a las nubes? Construcción de explicaciones sobre cambios de estado en educación infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(2), 2101.
- Ferrés-Gurt, C., Marbà-Tallada, A. y Sanmartí, N. (2014). Trabajos de indagación de los alumnos: Instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 22-37.
- García-Carmona, A. (2006). La estructura electrónica de los átomos en la escuela secundaria Un estudio de los niveles de comprensión. *Educación Química*, 17(4), 414-423.
- García Carmona, A. y Criado, A.M (2007). Investigar para aprender, aprender para enseñar. Un proyecto orientado a la difusión del conocimiento escolar sobre Ciencia. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 52, 73-83.
- García-Carmona, A. (2011). Los modelos atómicos en la " Física y Química" de la Educación Secundaria Obligatoria. *Revista Española de Física*, 16(4), 37-39.
- Garrido, A., y Couso, D. (2014). Análisis del aprendizaje y autoeficacia de las controversias socio-científicas (SSI) de futuros maestros de primaria en una formación inicial. *26 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Comunicaciones*, 398-405.
- Geli, A.M. (2000). La evaluación de los procesos y de los resultados en la enseñanza de las ciencias. En F.J. Perales y P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*, 187-205. Alcoy: Marfil.
- González Rodríguez, L. y Crujeiras Pérez, B. (2016). Aprendizaje de las reacciones Químicas a través de actividades de indagación en el laboratorio sobre cuestiones de la vida cotidiana. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(3), 143-160. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2018>
- Harlen, W. (2014). Helping children's development of inquiry skills. *Inquiry in Primary Science Education*, 1, 5-19.



- Harlen, W. (2015). *Working with Big ideas of Science Education*. Trieste (Italia): Science Education Programme of IAP.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2000). Modelos didácticos. En Perales, F. J. y Cañal, P. (Eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil.
- Jiménez-Aleixandre, M.P. y Puig, B. (2010). Argumentación y evaluación de explicaciones causales en ciencias: el caso de la inteligencia. *Alambique*, 63, 11-18.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de Ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 173-184.
- King, D. y Ritchie, S. M. (2012). *Learning science through real-world contexts*. En *Second international handbook of science education* (pp. 69-79). Springer
- Kolsto, S.D. (2001). Scientific Literacy for Citizenship: Tools for Dealing with the Science Dimension of Controversial Socio scientific Issues. *Science Education*, 85(1), 291–310.
- Litwin, E. (2008). *El oficio de enseñar. Condiciones y contextos*. Buenos Aires: Paidós
- Maguregui, G., Uskola, A., y Burgoa, B. (2017). Modelización, argumentación y transferencia de conocimiento sobre el sistema inmunológico a partir de una controversia sobre vacunación en futuros docentes. *Enseñanza de las ciencias*, 35(2), 29-50.
- Martí, J. y Amat, A. (2017). La comunicación científica en la Educación Primaria. *Aula*, 260, 12-16.
- Martínez Bernat, F. X., García Ferrandis, I. y García Gómez, J. (2019). Competencias para mejorar la argumentación y la toma de decisiones sobre conservación de la biodiversidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(1), 55-70. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2323>
- Mendonça, P.C.C. y Justi, R. (2014). An instrument for analyzing arguments produced in modeling based chemistry lessons. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(2), 192-218. <https://doi.org/10.1002/tea.21133>
- Mosquera Bargiela, I.M., Puig, B., y Blanco Anaya, P. (2018). Las prácticas científicas en infantil. Una aproximación al análisis del currículum y planes de formación del profesorado de Galicia. *Enseñanza de las ciencias*, 36(1), 7-23. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2311>
- National Research Council (NRC). (2012). *A frame work for K12 Science Education: practices, cross cutting concepts and core ideas*. Washington DC: National Academy Press.
- Oliva, J.M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(2), 5-24. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648>
- Osborne, J. (2011). Science teaching methods: A rationale for practices. *School Science Review*, 93(343), 93-103.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C. y Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Pérez-Landazábal, M. y Paloma Varela-Nieto, M. (2006). Una propuesta para desarrollar en el alumno de secundaria una visión unificada de la física a partir de la energía. *Eureka. Enseñ. Divul. Cien*, 3, 237–250.
- Pujol, R.M. (2003). *Didáctica de las ciencias en Educación Primaria*. Madrid: Síntesis-Educación.
- Roca, M., Márquez, C. y Sanmartí, N. (2013). Las preguntas de los alumnos: una propuesta de análisis. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(1), 95–114.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de la Ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Barcelona: Síntesis educación.
- Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave. Evaluar para aprender*. Barcelona: Graó.



- Solbes, J. y Tarín, F. (2004). La conservación de la energía: un principio de toda la física. Una propuesta y unos resultados. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 22(2), 185-93.
- Tunncliffe, S.D. y Ueckert, C. (2011). Early biology: the critical years for learning. *Journal of Biological Education*, 45(4), 173-175. <https://doi.org/10.1080/00219266.2010.548873>
- Windschitl, M. (2003). Inquiry Projects in Science Teacher Education: What Can Investigative Experiences Reveal About Teacher Thinking and Eventual Classroom Practice? *Science Education*, 87(1), 112-143, <https://doi.org/10.1002/sce.10044>