



**MÁSTER UNIVERSITARIO DE FORMACIÓN DE PROFESORADO DE
ENSEÑANZA SECUNDARIA OBLIGATORIA, BACHILLERATO Y
FORMACIÓN PROFESIONAL**

ESPECIALIDAD: FÍSICA Y QUÍMICA

**La física desde casa: propuestas de
actividades basadas en experimentos con
materiales fáciles de obtener y recursos
digitales para trabajar la Educación para el
Desarrollo Sostenible**

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

Presentado por: Lluís Viñó Pérez

Dirigido por: Lluís Martínez León

Curso: 2019/2020

Resumen

La sociedad del siglo XXI necesita una educación para el desarrollo sostenible con la que el alumnado adquiera las competencias para enfrentarse de manera responsable a un mundo en constante cambio y con problemas que afectan tanto a nivel global como a nivel local. Así, con el soporte de la propia legislación, que no es ajena a dicha necesidad, se debe buscar un nuevo enfoque educativo, que se centre en la adquisición de unas determinadas competencias en lugar del estudio sistemático de ciertos contenidos. Además, dentro del contexto de la asignatura de Física y Química, este enfoque puede suponer alejarla de la realidad a través de fórmulas y gráficas que aparentemente poco tienen que ver con lo que uno observa en su día a día. Sin embargo, la asignatura de Física y Química, especialmente la física, hace referencia a fenómenos cotidianos que cualquier persona con curiosidad puede observar, medir y deducir.

Este nuevo contexto abre las puertas a una nueva educación basada en metodologías activas, centradas en el alumno, que lo estimulen y favorezcan su aprendizaje. De las posibles metodologías, el *Inquiry-based learning* (IBL) es especialmente adecuada para trabajar dichas competencias dentro del contexto de las asignaturas de ciencias, y en concreto para Física y Química, ya que convierte al alumnado en un pequeño equipo de investigación y trabajan el mismo contenido aplicando una versión reducida y adaptada de lo que es el método científico. Se trata de una metodología cuyas primeras formulaciones datan de inicios de siglo XX, y se ha vuelto muy popular en los últimos años con el desarrollo de las nuevas tecnologías, habiendo numerosos estudios que validan su efectividad.

A pesar de ello, el IBL no es una metodología donde sea necesario introducir el aprendizaje cooperativo, un aspecto muy importante en la Educación para el Desarrollo Sostenible y, por tanto, que debemos tener en cuenta.

Por ello, en este trabajo se plantean una serie de instrumentos que se pueden emplear para trabajar el contenido de los bloques de física de la asignatura de Física y Química, empleando materiales que se pueden encontrar en casa o bien contenidos digitales como las simulaciones de Phet de la Universidad de Colorado, a los que se puede acceder desde cualquier ordenador con conexión a internet. Además, se proponen actividades donde se aplique la metodología IBL y se utilicen estos instrumentos, trabajando de esta manera no solo los contenidos, sino las competencias y la sostenibilidad desde la perspectiva ambiental, económica y social.

Las actividades están pensadas para realizarse en 3º y 4º de la ESO.

Este trabajo está enmarcado dentro de la modalidad de materiales didácticos.

Índice general

1	Introducción y objetivo	1
2	Justificación	2
2.1	¿Qué es la Educación para el Desarrollo Sostenible?	2
2.2	Las competencias del Sistema Educativo español: la competencia CMCT y relación con la EDS	3
2.3	<i>Inquiry Based Learning</i> (IBL)	6
2.3.1	El método científico como metodología educativa	6
2.3.2	Definición del IBL y fases	8
2.3.3	¿Por qué emplear el IBL?	11
2.3.4	Dificultades que se pueden encontrar	12
2.4	Aprender a cooperar	13
2.4.1	Organización de los equipos	14
2.4.2	Técnicas de aprendizaje cooperativo que se emplean	14
3	Descripción de las actividades	15
3.1	Contextualización	15
3.2	Objetivos generales	16
3.3	Competencias clave	16
3.4	Elementos transversales	17
3.5	Primera actividad: El principio de Arquímedes	18
3.5.1	El dinamómetro	18
3.5.2	Relación entre contenidos, criterios de evaluación y competencias	19
3.5.3	Desarrollo de las actividades	20
3.5.4	Posibles ampliaciones	25
3.6	Segunda actividad: La cafetera italiana	27
3.6.1	Relación entre contenidos, criterios de evaluación y competencias	27
3.6.2	Desarrollo de la actividad	27
3.6.3	Posibles ampliaciones	31
3.7	Tercera actividad: el permafrost y las consecuencias de su fundición	31
3.7.1	Contenidos, criterios de evaluación y competencias	32
3.7.2	Desarrollo de las actividades	32
3.8	Posibles ampliaciones	35
4	Evaluación	36
4.1	Instrumentos de evaluación	37
4.1.1	Tabla de evaluación	38
4.1.2	Rúbrica	38
4.2	Evaluación de las actividades	39
4.3	Evaluación de la práctica docente	41
5	Atención a la diversidad	41
5.1	Un posible caso de atención a la diversidad de nivel 3: el que no dispone de conexión a internet en su domicilio	43
6	Conclusiones	43

Bibliografía	44
Anexos	1
A Fases propuestas según diferentes enfoques de la metodología IBL	1
B Acta del grupo: estructura y ejemplo	1
C Materiales de la actividad 1	2
C.1 Enunciado de la actividad	2
C.2 Preguntas para la formulación de las hipótesis	3
C.3 Tareas a realizar para la calibración del dinamómetro	3
C.4 Tareas a realizar para determinar la densidad del anillo	4
C.5 Guión de explicación para la octava sesión	5
C.6 Estructura del informe de la actividad 1	6
D Materiales de la actividad 2	7
D.1 Documento de la cafetera italiana y preguntas comunes	7
E Materiales de la actividad 3	9
E.1 Preguntas del vídeo	9
E.2 Preguntas de la simulación	9
E.3 Temas de los que debe tratar el póster	9
F Instrumentos de evaluación de la primera actividad	11
F.1 Rúbricas	11
F.2 Cuadro de evaluación	13
G Instrumentos de evaluación de la actividad 2	14
G.1 Cuadro de evaluación	14
G.2 Rúbricas	15
H Instrumentos de evaluación de la actividad 3	18
H.1 Rúbricas	18
H.2 Cuadro de evaluación	20
I Modelo de encuesta	20

1 Introducción y objetivo

La emergencia climática, la desigualdad y los conflictos mundiales requieren un cambio urgente en nuestro estilo de vida y una transformación en nuestra mentalidad (UNESCO, 2017). Dicho cambio urgente no se puede conseguir si no se reflexiona de manera crítica sobre la sociedad actual, y en este aspecto, tal como apunta Andreu Navarra en su libro *Devaluación continua*, los centros educativos son el espacio perfecto para promover dicho pensamiento crítico, ya que debe ser el espacio donde se limen las imperfecciones de la sociedad actual (Navarra Ordoño, 2019) para que, de esta manera, se pueda transformar de manera efectiva la sociedad. Los centros educativos son, así, espacios de reflexión crítica y la Educación tiene la capacidad de transformar la sociedad que reconoce la UNESCO, y por ello forma parte de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (UNESCO, 2017). Además, el pensamiento crítico está también contemplado en el desarrollo de las competencias clave y los objetivos presentes en el RD 1105/2014.

Aunque la educación sea un objetivo en sí, es clave para alcanzar cualquiera de los demás ODS, tal como aparece en UNESCO, 2018. Esta educación de calidad ya no pasa por la mera escolarización de toda la población mundial, sino por una total transformación de la manera que tenemos de enseñar con el fin de crear una sociedad crítica, que trabaje de manera colaborativa y que, además, tenga capacidad para resolver de manera adecuada los diferentes problemas a los que nos debemos enfrentar en el siglo XXI (UNESCO, 2018).

No obstante, este poder de la educación es un arma de doble filo, pues igual sirve para generar una sociedad crítica y con voluntad de transformar el mundo en el que vive, tal como indican los objetivos del Desarrollo Sostenible, sino que puede ser muy conservadora y fundamentar aún más el sistema en el que estamos viviendo (Agbedahin, 2019). Precisamente, para evitar esto, los docentes no solo debemos ser críticos, sino que debemos tener muy claro por qué hacemos las cosas que hacemos, y no dejarnos llevar por corrientes sociales si no tenemos claro que de verdad suponen un beneficio para el alumnado.

La parte de física de la asignatura de Física y Química es especialmente útil para este propósito, ya que gran parte de los fenómenos que se estudian se pueden observar en nuestro día a día o bien se pueden construir instrumentos de una manera sencilla que permita medirlos. Esto se puede conseguir usando un enfoque metodológico diferente y enfocado hacia el fomento de la curiosidad y la investigación por parte del alumnado: el Inquiry-based learning, una metodología que ha ganado popularidad en la enseñanza de las ciencias (Silm et. al., 2017). De esta manera pueden entender (por propia experiencia) cómo funciona el método científico y desarrollar estrategias de resolución de problemas prácticos. Además, esta metodología se aplica de forma que cada grupo trabaje de manera colaborativa, empleando diferentes técnicas de aprendizaje cooperativo.

Es por ello que nuestro objetivo en este trabajo es proponer una serie de materiales

didácticos para trabajar la parte de física de la asignatura de Física y Química desde una perspectiva práctica que permita al alumnado desarrollar las estrategias necesarias para enfrentarse a la sociedad del siglo XXI. Todo ello se realiza a través de unas actividades donde la metodología empleada juega un rol clave en el desarrollo de dichas estrategias.

De esta manera, se busca que el alumnado, colaborando con el resto de sus compañeros, llegue al contenido de la asignatura de una manera similar a la que un científico llega a un nuevo descubrimiento, sin perder el contacto con la realidad.

2 Justificación

2.1 ¿Qué es la Educación para el Desarrollo Sostenible?

En base a lo que hemos explicado anteriormente, y tal como aparece en UNESCO, 2018, se puede definir la Educación para el Desarrollo Sostenible como aquella que:

Pretende desarrollar competencias que permitan y empoderen a los individuos a reflexionar sobre sus propias acciones su impacto social, económico y medioambiental presente y futuro, desde una perspectiva tanto local como global.

Aún así, el concepto de Educación para el Desarrollo Sostenible es muy amplio y dinámico y requiere la inclusión (sistemática o ad hoc) de contenidos como el cambio climático, desastres naturales o pobreza alimentaria. Aunque todos estos contenidos son importantes, algunos de ellos se trabajan desde el mismo currículum de algunas asignaturas. Por ejemplo, uno de los contenidos de la parte de química de la asignatura de Física y Química en todos los cursos es la química en la sociedad y sus efectos medioambientales, aspecto que está directamente relacionado con la parte medioambiental de la EDS.

En cambio, si uno mira los contenidos de física, estos están centrados, en gran medida, en los conceptos de fuerza y energía, y apenas hay contenidos relacionados con la sostenibilidad. Además, se trata de un currículum tan extenso y tan centrado en determinados conceptos (como la fuerza o el movimiento) que resulta casi imposible salirse de ahí y trabajar aspectos más relacionados con la sostenibilidad.

Aún así, se puede plantear el trabajo de la sostenibilidad en física de otra manera: desde las competencias. Trabajar la educación para el desarrollo sostenible no consiste solo en estudiar unos determinados contenidos, sino trabajar unas determinadas competencias. Es más, tal como indica dicha definición de EDS, la educación debe tratarse de una educación competencial (UNESCO, 2017, 2018). Las competencias que propone la UNESCO son las siguientes:

1. Competencia de pensamiento sistémico (CPS): Capacidad para reconocer y entender

relaciones complejas, analizar los diferentes sistemas, la manera en que se encuentran integrados.

2. Competencia de anticipación (CA): Capacidad para prever escenarios posibles, y actuar de manera que el resultado final sea lo más cercano posible al deseable. En el trabajo nos referiremos a través de las siglas CA
3. Competencia normativa (CN): Capacidad para reflexionar sobre las normas y la relación que tienen estas con los valores.
4. Competencia estratégica (CE): Capacidad para desarrollar e implementar acciones innovadoras que permitan implementar la sostenibilidad a nivel local y a niveles superiores
5. Competencia de colaboración (CC): Capacidad de aprender de otros, entender sus necesidades y ser sensible a las mismas. También incluye la resolución de conflictos dentro de un grupo.
6. Competencia de pensamiento crítico (CPC): Capacidad para cuestionar normas, opiniones y prácticas, así como reflexionar y construir los valores propios de cada uno.
7. Competencia de autoconciencia (CAC): Capacidad para reflexionar sobre nuestras propias acciones dentro de nuestra comunidad y actuar con responsabilidad, aunque vaya en contra de nuestros sentimientos o nuestros deseos.
8. Competencia integrada de resolución de problemas (CIRP): Esta se trata de una competencia integrada pues consiste en nuestra capacidad de, empleando el resto de capacidades, desarrollar maneras estructuradas de resolver problemas complejos y buscar soluciones que sean sostenibles.

Tal como se ve a continuación, estas competencias están muy relacionadas con las competencias clave que aparecen en el RD 1105/2014 del Ministerio de Educación, Ciencia y Deporte y se definen en la Orden ECD/65/2015. Es más, el desarrollo pleno de las competencias clave implica también el desarrollo de las competencias para el Desarrollo Sostenible.

2.2 Las competencias del Sistema Educativo español: la competencia CMCT y relación con la EDS

Siguiendo directrices de la UE (tal como se explica en el preámbulo de la Orden ECD/65/2015), en la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa, se establece la importancia que tiene el desarrollo de las competencias clave haciendo de estas

competencias un elemento más del currículum, tal como dice el art. 6.2 de dicha Ley Orgánica, y se explica con más detalle en el Art. 2 del RD 1105/2014. En este mismo artículo, además, se definen las competencias como "capacidades para aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos."

Además, en el art. 2.2 del RD 1105/2014 se establecen cuáles son estas competencias: Comunicación lingüística (CCL); Competencia Matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT); Competencia digital (CD); Competencia de Aprender a Aprender (CAA); Sentido de la Iniciativa y Espíritu Emprendedor (SIEE); Competencias Sociales y Cívicas (CSC) y Conciencia y Expresiones Culturales (CEC).

Aunque el desarrollo de estas competencias es importante, son las dos primeras las que tienen un peso mayor y más importancia respecto al resto (Art. 2.2, RD 1105/2014). Nosotros, en este apartado, nos centraremos en la CMCT, y en concreto en la parte científico-tecnológica de la misma, a causa del papel que tienen las asignaturas de ciencias, y en particular la Física y Química, en el desarrollo de dicha competencia. Aún así, cabe destacar que no sólo se debe trabajar esta competencia, sino que se debe trabajar el máximo número de competencias en cada actividad (Art. 2.3, Orden ECD/65/2015).

Antes de definir en qué consiste la CMCT y analizar dicha competencia en profundidad, resaltaremos el rol central que tienen las competencias dentro del currículum, definido en los Art. 4 y 5 de la Orden ECD/65/2015, donde se indica que en base a estas competencias se definen los demás elementos del currículum. Por tanto, la definición de las competencias no debe ser una cuestión banal, idealista o una cuestión tratada sin cuidado, ya que se debe reflejar posteriormente en todos los elementos del currículum: desde los objetivos hasta la evaluación.

La CMCT (definida en el Art. 3 de la Orden ECD/65/2015) se divide en dos partes: la competencia matemática y las competencias para las Ciencias y la Tecnología. Nosotros nos centraremos en las competencias para las Ciencias y la Tecnología¹. Las competencias básicas para la Ciencia y la Tecnología se definen como:

Aquellas que proporcionan un acercamiento al mundo físico y a la interacción responsable con él desde acciones, tanto individuales como colectivas, orientadas a la conservación y mejora del medio natural, decisivas para la protección y mantenimiento de la calidad de vida y el progreso de los pueblos.

Además, estas competencias incluyen "la aplicación de los métodos propios de la racionalidad científica", y para su desarrollo se requiere "utilizar datos y procesos científicos

¹A pesar de ello, la Competencia Matemática juega un rol importantísimo en la actividad científica y ambas son inseparables. No obstante, esta decisión de separarlas se realiza para simplificar la explicación de este apartado y resaltar el rol determinante que juega la experimentación dentro de la asignatura de Física y Química, aunque para desarrollar la experimentación se necesita entender los conceptos de magnitud, orden de magnitud, así como las diferentes unidades, cuya comprensión forma parte de la competencia matemática.

para alcanzar un objetivo” (Art. 3, Orden ECD/65/2015).

En ese mismo artículo también se reconocen cuatro ámbitos desde los cuales se debe relacionar esta competencia: los sistemas físicos, los sistemas biológicos, los sistemas de la Tierra y del Espacio y los sistemas tecnológicos. En cualquiera de los cuatro ámbitos se busca su relación con la vida cotidiana, así como un sentido de responsabilidad respecto al mismo ámbito.

Pero más allá de la definición de la competencia para considerar que se ha alcanzado dicha competencia no basta solo con el conocimiento teórico, sino que también es necesaria la puesta en práctica de los dominios de la investigación científica (Art. 3, Orden ECD/65/2015). Es decir, para alcanzar la competencia no es suficiente sólo con un conocimiento teórico de las fases del método científico que rigen la investigación científica, sino que es necesario saber ponerlas en práctica. Además, respecto a la puesta en práctica de la investigación científica vemos que:

El acercamiento a los métodos propios de la actividad científica [...] no solo permite el aprendizaje de destrezas en ciencias y tecnologías, sino que también contribuye a la adquisición de actitudes y valores para la formación personal: atención, disciplina, rigor, paciencia, limpieza, serenidad, atrevimiento, riesgo y responsabilidad, etcétera (Art. 3, Orden ECD/65/2015).

Por tanto, la aplicación práctica del método científico no sólo es vital para conseguir una competencia plena dentro de la CMCT, sino que además contribuye a la consolidación de una serie de valores y actitudes positivos que contribuyen al desarrollo del espíritu crítico.

Además, el desarrollo de la competencia CMCT implica el desarrollo de las competencias para el desarrollo sostenible definidas en 2.1. Es más, la misma definición de la competencia recuerda en numerosos aspectos a la definición de la educación para el desarrollo sostenible, ya que habla de:

- **”Interacción responsable con el mundo físico”**. Este aspecto implica una reflexión sobre el impacto que tiene sobre el medio ambiente nuestra interacción con el mismo, y actuar de la manera más respetuosa con el medio físico.
- **”Desde acciones tanto individuales como colectivas”**. Esta característica está directamente relacionada con la necesaria capacidad para cooperar con otras personas si se quieren llevar a cabo acciones colectivas y la necesidad de plantear acciones desde una perspectiva más local (más individuales) a una más global (más colectivas).
- **”Para conservar y mejorar el medio natural, decisivas para la protección y mantenimiento de la calidad de vida”**. En este punto se observa la parte más ambiental de la EDS, muy necesaria porque necesitamos del medio físico para vivir.
- **”El progreso de los pueblos”**. De esta manera se vincula la parte ambiental de la

EDS con la parte social, ya que mejorando y conservando el medio natural se hace progresar a los pueblos. En resumen, podemos decir que el trabajo de la CMCT no solo implica trabajar el medio ambiente, sino las relaciones humanas con el mismo, reflexionar sobre estas y actuar de manera , proponiendo acciones tanto individuales como colectivas.

Además, el "utilizar datos y procesos científicos para alcanzar un objetivo" (orden ECD/65/2015) ayuda también a formar la Competencia Estratégica de las competencias para el Desarrollo Sostenible, así como el desarrollo del "sentido de la responsabilidad en relación a la conservación de los recursos naturales" implica trabajar el pensamiento crítico, la reflexión sistémica y la autoconciencia.

Por último, destacar que, aunque la competencia colaborativa no aparezca dentro de la descripción de la CMCT, esta tiene una gran importancia en el desarrollo de la misma, ya que el mundo científico no se trata de un mundo aislado, donde millones de investigadores hacen su trabajo de manera individual, sino que los investigadores forman equipos de investigación y, por tanto, el saber trabajar en equipo, gestionar conflictos y, en definitiva, aprender a cooperar, forma parte del desarrollo de esta competencia.

Las competencias tienen un rol determinante en el RD 1105/2014 del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, y en base a dichas consecuencias se construyen los diferentes criterios de evaluación y estándares de aprendizaje que sirven para valorar los conocimientos que ha adquirido el estudiantado.

2.3 *Inquiry Based Learning* (IBL)

2.3.1 El método científico como metodología educativa

Tal como hemos visto en el apartado anterior, es necesario trabajar la Física y Química no sólo desde una perspectiva teórica, sino también experimental, ya que para alcanzar la competencia CMCT es necesario poner en práctica los métodos propios de la actividad científica, es decir, el método científico. Además, hemos visto como esta parte experimental vertebraba toda la asignatura, desde las competencias hasta los estándares de aprendizaje y, aunque no se proponga ninguna metodología específica para el desarrollo de estas asignaturas, es lógico, para un desarrollo más efectivo de la competencia CMCT, que esta metodología haga que el método científico no solo vertebrase la asignatura de forma teórica, sino que vertebrase también el desarrollo de la misma. Es decir, la metodología ideal para trabajar la competencia CMCT en el aula es aquella que traduzca los métodos y procesos propios de la actividad científica al proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiantado. De esta manera, el alumnado llegaría a los contenidos de la asignatura de la misma manera que se trabaja en ciencias, con los beneficios adicionales que supone para el desarrollo personal y social del estudiantado.

Desde este punto de vista, el modelo de enseñanza-aprendizaje en el que vamos a trabajar es el modelo constructivista, es decir, un modelo de educación que, si bien reconoce que el alumno es el protagonista de su aprendizaje, no se centra en él, sino en el mismo proceso de enseñanza-aprendizaje (Rodríguez Pérez et. al., 2011). Los alumnos y las alumnas serán los protagonistas: serán los que pasarán de una fase a otra del método científico, los que debatirán sobre sus resultados y los que sacarán sus conclusiones, y el docente se encargará de guiarles por esos pasos.

Según Rodríguez Pérez et. al. (2011) Dentro de este modelo constructivista destacan dos autores: Bruner y Ausubel, que aunque aboguen por este modelo pedagógico, sus planteamientos son diferentes.

El planteamiento de **Bruner** es el correspondiente al aprendizaje por descubrimiento: el alumnado construye su conocimiento indagando y relacionando las cosas que descubre con lo ya aprendido. De esta manera, Bruner defiende que al estudiantado no se le de el material en su producto final, de manera que ellos y ellas puedan averiguar las relaciones existentes entre los diferentes elementos de la información. Se trata por tanto de un planteamiento inductivo.

Por otra parte, el planteamiento de **Ausubel** es el del aprendizaje significativo: utilizando un método expositivo, pide a los alumnos y las alumnas que relacionen los nuevos conceptos con los conceptos que ya conocían, siendo el establecimiento de esos vínculos lo que constituye el aprendizaje significativo. Se trata de un planteamiento deductivo, que pretende ir de lo general (presentado por el profesor) a lo particular, a través de las relaciones que hagan los y las estudiantes del nuevo concepto con los conocimientos previos.

Aún así, estos dos planteamientos no son tan diferentes entre sí, y se pueden entender como dos extremos en un continuo de guía que proporcionan Furtak et. al. (2012). Ausubel se encontraría en el extremo en el que hay mucha guía por parte del docente (cercano a la enseñanza tradicional), y Bruner se encontraría en el otro extremo, el del aprendizaje por descubrimiento, en el que la guía del docente es poca o nula (ver figura 1).

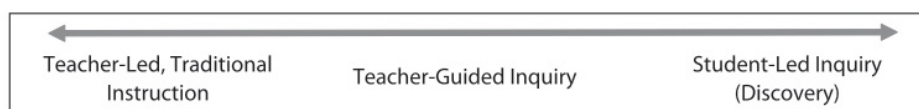


Figura 1: Metodología empleada según el grado de guía por parte del docente (Furtak et. al., 2012).

Sin embargo, ni el extremo del descubrimiento, poco o nada guiado, ni tampoco el extremo de la instrucción directa representan el espíritu del método científico. Queremos que los estudiantes descubran el conocimiento, tal como dice Bruner, pero ese descubrimiento no se puede hacer de una manera cualquiera, sino que debe tener un cierto rigor.

La manera de conseguir dicho rigor es guiando a los estudiantes a través de una serie de pasos o fases (que coincidan en gran medida con las del método científico). Por tanto, no estamos ni en el extremo de Ausubel ni en el de Bruner, sino que estamos en medio del continuo de la figura 1, es decir, estamos en la zona del *Inquiry Based Learning* (IBL).

2.3.2 Definición del IBL y fases

Una manera de acercar este método científico a las aulas, y que es bastante popular en las enseñanzas de las ciencias (Pedaste et. al., 2015) es el inquiry based learning. Hay muchas maneras de entender esta metodología, o conjunto de metodologías si observamos la figura 1, pero se puede resumir en llevar los pasos del método científico adaptándose al aula (Pedaste et. al., 2015) convirtiendo a los estudiantes en pequeños investigadores (Firman et. al., 2019). Así, en vez de presentar los contenidos de una asignatura a través de una explicación, serían los y las estudiantes quienes llegarían al contenido a través de un proceso similar al método científico. (Firman et. al., 2019)

Esta metodología (o metodologías) se encuentra claramente enfocada en el alumno (Furtak et. al., 2012; Pedaste et. al., 2015; Silm et. al., 2017) ya que, aunque la información que puedan estudiar en el instituto no sea novedosa, para ellos sí lo es, y se les ofrece la oportunidad de descubrir dicha información y construir su propio conocimiento, motivándolos haciéndoles partícipes del proceso científico (Firman et. al., 2019).

Aún así, existen múltiples maneras y enfoques de acercarse al inquiry-based learning, tal como afirman Furtak et. al. (2012), y esto desemboca a que sea difícil sintetizarlo en un esquema. Según Pedaste et. al. (2015), podemos encontrar discrepancias entre autores según:

Diferencias en el enfoque del método. Diferentes autores tienen diferentes ideas sobre cómo debe desarrollarse el inquiry-based learning. Estas ideas llevan a que se plantee esta metodología desde diferentes puntos de vista. Se pueden reconocer tres enfoques diferentes:

En primer lugar, se encuentra un enfoque inductivo en el que, a partir de conocimientos previos y la observación de la realidad, los alumnos y las alumnas van construyendo el conocimiento nuevo, siempre con ayuda del docente. Un ejemplo de dicho enfoque es el 5E (engagement, exploration, explanation, elaboration and evaluation) planteado por Bybee. (Bybee et. al., 2006)

En segundo lugar, se encuentra un enfoque hipotético-deductivo, que se basa en la formulación de preguntas e hipótesis, que después se deben corroborar mediante una fase experimental. Un ejemplo de dicho enfoque es el presentado por White y Frederiksen (White & Frederiksen, 1998).

Por último, el enfoque dual, presentado por Klahr y Dunbar (1988), combina los dos procedimientos, que los considera partes fundamentales del método científico (y por tanto, fundamentales en el inquiry-based learning). Identifican la formación de conceptos a partir

de la experiencia (enfoque inductivo) y la resolución de problemas (enfoque deductivo) como partes inseparables del método científico.

Las fases propuestas. Tal como hemos dicho anteriormente, existen múltiples maneras de enfocar el inquiry-based learning, y esto conduce por necesidad a una discrepancia en cuanto a las fases propuestas, tanto en cuanto a número como en cuanto a características de cada fase. En el anexo A se puede observar un cuadro comparativo entre las fases propuestas por Bybee et. al., 2006 y White y Frederiksen, 1998. Estos ejemplos representan una secuencia de pasos simplificada, aunque representativas de lo que el IBL pretende, existiendo otros autores que amplían el número de fases, introduciendo algunas claramente diferentes a las propuestas por ambos autores (Pedaste et. al., 2015).

Ante tanta diversidad de propuestas, ¿Cómo podemos reconocer si una propuesta de IBL trabaja correctamente dicha metodología o no? Para ello, Furtak et. al. (2012) organiza las diferentes fases del IBL según trabajen diferentes dominios del IBL, o de la indagación, que nos servirán como guía de aquello que se trabaja con el IBL. En el cuadro 1 aparecen estas cuatro dimensiones con una breve descripción de aquello que se debería trabajar o hacer para cubrir cada una de las dimensiones.

Dominio de indagación	Descripción
Procedimental	Formular preguntas científicas Diseño experimental Toma de datos Representación de datos
Epistémico	Naturaleza de la ciencia Llegar a conclusiones a partir de evidencias Generar y revisar teorías
Conceptual	Conectar ideas nuevas con los conocimientos previos Ideas alternativas
Social	Participar en debates grupales Argumentar ideas científicas Presentaciones Trabajo colaborativo

Tabla 1: Dimensiones de la indagación (Furtak et. al., 2012)

Las maneras de cerrar el ciclo. El método científico no consiste solo en una sucesión de pasos hasta llegar a una conclusión, sino que estas mismas conclusiones pueden llevarte de nuevo al principio del proceso, generando un proceso cíclico. No obstante, hay discrepancia en cómo se debe recorrer dicho ciclo.

Encontramos, en primer lugar, autores como Bybee et. al. (2006) que no hablan de ningún ciclo, y los pasos que proponen están dentro de una secuencia lineal que tiene un inicio y un final.

Otros autores como White y Frederiksen (1998) proponen ciclos cerrados, es decir, ciclos en los que la última fase enlaza con la primera, haciendo que se vuelva a iniciar el proceso. En este caso, el proceso de indagación no tiene fin. Este ciclo cerrado puede ser más complejo, como por ejemplo el ciclo que proponen Li et. al. (2010) donde, además de un ciclo cerrado similar al que proponen White y Frederiksen (1998), hay otro ciclo externo, pensado para los docentes.

El ciclo del IBL se puede cerrar de múltiples maneras diferentes, como la que propone Lim (2004). En este caso se ve claramente que tampoco es necesario recorrerlo de una manera lineal, y es posible pasar varias veces por una misma fase.

En síntesis de todo lo que hemos visto hasta ahora, una propuesta que refleja toda la complejidad que supone el estudio del IBL: sus fases y como se relacionan entre ellas, y que nosotros tomaremos como modelo del IBL es la propuesta por Pedaste et. al. (2015), que explicaremos brevemente a continuación:

Pedaste et. al. (2015) distinguen 5 fases generales del IBL, que a su vez pueden dividirse en diferentes subfases:

Orientación: Esta es la primera fase del IBL y consiste en el proceso de estimulación de la curiosidad del estudiantado, o bien la proposición de un problema a través del cual van a investigar, y que supone un desafío de aprendizaje.

Conceptualización: Consiste en la definición del problema, y se divide en dos fases, según cómo se realice: a través de **preguntas** –estaríamos hablando de la fase de **cuestionar**–, o a través de la **hipotetización** –donde estaríamos hablando de la subfase de **generación de hipótesis**–.

Asumir una fase u otra (o las dos) supone acercarse a un enfoque inductivo (si se pasa solo por la fase de cuestionar), hipotético-deductivo (si se pasa directamente a la fase de generación de hipótesis) o dual (si se pasa por las dos subfases).

Investigación: Consiste en el proceso de planear o diseñar la obtención de información para dar respuesta a las preguntas o demostrar las hipótesis formuladas. A su vez se divide en tres subfases:

- **Exploración:** El proceso de búsqueda sistemática y recogida de datos planeada sobre una pregunta a investigar. Está muy relacionado con el enfoque inductivo.
- **Experimentación:** El proceso de diseño y realización de un experimento para demostrar una hipótesis. Está muy relacionado con el enfoque hipotético-deductivo.
- **Interpretación de datos:** El proceso de tratamiento de datos que se realiza para obtener un conocimiento nuevo, necesario tanto desde la exploración como desde la experimentación.

Conclusión: Consiste en llegar a conclusiones a partir de los datos, comparando los resultados con las preguntas o las hipótesis.

Discusión: Consiste en presentar aquello que se ha encontrado. Se puede hacer tanto del proceso en general como de cada fase en particular, y encontramos dos subfases:

- **Comunicación:** La presentación de los resultados de cada una de las fases o del ciclo entero a otros (pares, profesores) y recibir *feedback* de ellos. Incluye también el debate.

- **Reflexión:** La descripción, crítica y evaluación de todo el ciclo o de una fase en particular.

Además, cada una de estas fases o subfases se puede recorrer de diferentes maneras, representadas por la figura 2.

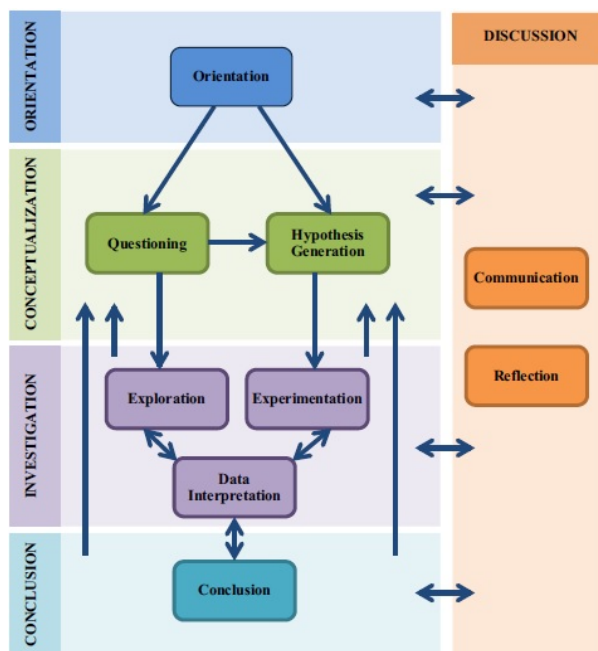


Figura 2: Fases del *Inquiry-Based Learning* según Pedaste et. al. (2015)

2.3.3 ¿Por qué emplear el IBL?

Hemos visto anteriormente que el IBL es una metodología (o conjunto de metodologías) que tienen mucha popularidad en la docencia de las asignaturas de ciencias (Pedaste et. al., 2015), y no son pocos los motivos para decantarse por el IBL como método para la enseñanza de las ciencias. Aquí haremos referencia a tres:

Su desarrollo histórico Aunque durante el siglo XXI, el IBL se haya desarrollado especialmente (Furtak et. al., 2012), ya desde inicios del siglo pasado (Bybee et. al., 2006) se han propuesto metodologías que, sin ser aún el IBL tienen un enfoque más indagativo, y dejan que los estudiantes construyan su propio conocimiento, en lugar de ser los docentes los que se lo proporcionan. Este método se ha ido depurando con el paso de los años hasta llegar al IBL que estamos trabajando ahora mismo.

Su efectividad probada: Relacionado con el desarrollo histórico del IBL se encuentra su efectividad ya que tanto tiempo de propuestas, pruebas y estudios, con críticos intentando tumbar este acercamiento a la educación científica (Furtak et. al., 2012) llevan a que este sea un enfoque educativo bastante depurado. De hecho, son muchos los autores

y autoras (de Jong et. al., 2014; Li et. al., 2010; Pedaste et. al., 2015), hacen referencia al IBL como una metodología que ha demostrado que es eficaz. Firman et. al. (2019) reconoce que, actualmente, IBL es una de las maneras más efectivas de mejorar no solo la educación científica, sino la educación en otras materias como matemáticas o informática. Este hecho hace que el IBL inspire más confianza que otras metodologías más novedosas.

Aún así, el proceso de indagación al que se refieren es la indagación guiada, ya que se ha demostrado que la indagación guiada (proporcionando apoyo a los estudiantes en forma de material, métodos, medios...) es más efectiva que la no guiada (Furtak et. al., 2012; Silm et. al., 2017).

Si lo comparamos con el otro extremo: una educación no guiada (tipo instruccional, y más cercana a la metodología de la clase magistral), vemos que Furtak et. al. (2012) demuestra en su trabajo que es más efectiva una educación guiada (IBL).

El desarrollo de las nuevas tecnologías Una de las razones por las que el IBL se ha desarrollado estos últimos años es la facilidad que ofrecen las nuevas tecnologías para implementarlo. Te permite crear entornos virtuales (Li et. al., 2010) donde proporcionar una guía al estudiantado más allá del período de clase (o incluso sin asistir a las mismas, si la situación lo impide).

Además, te permite acceder a laboratorios virtuales (de Jong et. al., 2014) gracias a los cuales puedes testear hipótesis sin necesidad de disponer un laboratorio en tu casa o en el instituto.

2.3.4 Dificultades que se pueden encontrar

La primera dificultad que se plantea del empleo de esta metodología es su desglose en fases, algunas de ellas bastante complejas. Además, la infinidad de posibilidades, que en principio podría suponer una ventaja, deja al docente la labor de decantarse por una posibilidad u otra. A este hecho se le debe sumar que, tal como dice Sanmartí, 2010, si queremos que los alumnos gestionen su propio aprendizaje, es necesario que los alumnos sepan no solo qué están haciendo, sino por qué están haciendo lo que están haciendo, lo que supone una delimitación muy concreta de las diferentes fases, proporcionándole al alumnado un material diferenciado para cada fase, de manera que sea consciente en qué fase se encuentran en ese momento.

Otro inconveniente de esta metodología es la dificultad que tiene aplicarla. Hemos visto en la figura 1 que para aplicar de forma correcta el IBL se debe buscar un equilibrio entre un aprendizaje no guiado y uno totalmente guiado, y este límite ni es fijo ni está delimitado. En consecuencia, corresponde al docente elaborar diferentes estrategias de guiado que dejen margen a la indagación del propio alumnado.

Este equilibrio no es fácil de encontrar, y a veces es difícil no caer en el extremo de una guía demasiado grande que no deje ningún espacio para la indagación. Tal como muestra

Silm et. al., 2017, a pesar de las evidencias que hay a favor de la implementación del IBL, hay numerosas dificultades que perciben los docentes y que impiden su aplicación. Otros autores como Eltanahy y Forawi, 2019 o Ramnarain, 2014, aunque también identifican los efectos positivos del IBL, reconocen que hay ciertas dificultades a la hora de implantarlo en la secundaria.

Una de las características de la metodología que hemos visto anteriormente es que no se necesita introducir ninguna estructura cooperativa. Esto, lejos de ser una ventaja, se trata de una virtud, ya que permite crear entornos de aprendizaje en las situaciones más difíciles, como en un entorno rural aislado (Li et. al., 2010). De la misma manera, también podría servir para una situación de confinamiento como la que hemos vivido a raíz de la pandemia mundial.

Es, en consecuencia, necesario introducir ad hoc técnicas y estrategias de aprendizaje cooperativo dentro de la metodología IBL si queremos trabajar y valorar que los alumnos trabajen en equipo. Se habla de introducirlas *ad hoc* no porque no encajen ni porque se tengan que introducir de una manera forzosa, sino porque la propia metodología no indica estrategias sobre cómo introducir la cooperación y debemos ser nosotros los que, si estamos interesados en trabajar de dicha manera, introduzcamos el trabajo en equipo y diferentes técnicas de aprendizaje cooperativo de la manera que mejor consideremos.

2.4 Aprender a cooperar

Hemos visto en la sección 2.3.4 que en la metodología IBL, aunque te permita hacerlo, no te da estrategias para introducir ciertos aspectos metodológicos como, por ejemplo, el aprendizaje cooperativo. Es, por tanto, necesario buscar cómo introducir estos aspectos en otros trabajos donde se aborde ese tema concreto.

Sin embargo, nuestro objetivo es desarrollar también las competencias para el desarrollo sostenible, donde el trabajo en equipo es clave (ver sección 2.1) y además hemos argumentado que, aunque el trabajo en equipo implica el desarrollo de la CSC, también es importante para el desarrollo de la CMCT y, por tanto, debemos trabajarlo, con el inconveniente de que la metodología propuesta no nos indica estrategias para implementarlo.

Además, como el propio trabajo colaborativo es una de las competencias del desarrollo sostenible y la CSC incluye también la capacidad de trabajar en equipo, no solo es necesario que exista trabajo en equipo dentro de nuestra metodología, sino que debemos enseñar el trabajo cooperativo al alumnado como un contenido más (Pujolàs Maset, 2008).

Para enseñar a cooperar no basta solo con trabajar en equipo, sino que hay que aplicar diferentes técnicas de aprendizaje cooperativo, y asegurarse de que cada miembro del equipo puede expresarse de forma libre dentro del grupo.

2.4.1 Organización de los equipos

Los equipos se organizan de manera que haya diversidad de capacidades y se eviten conflictos.

Además, a la hora de organizar los grupos, y para que todos los miembros se sientan integrados dentro del mismo grupo, cada alumno asumirá unos roles diferentes (extraídos de Pujolàs et. al., 2011) Los roles de cada grupo son los siguientes:

- **Coordinador:** es el encargado de coordinar el grupo y que se realicen las actividades correctamente.
- **Secretario:** Es el encargado de plasmar por escrito el trabajo de todo el equipo, así como asegurarse que las decisiones que se toman se cumplen.
- **Portavoz:** Es el encargado de representar al grupo en el foro. Publica los diferentes informes y responde, en nombre del grupo, a los comentarios que recibe.
- **Finalizador:** Es el encargado de fijar las ideas y concluir los debates cuando estos se vuelven demasiado largos.

Además, para elaborar las normas del equipo se establecerán los siguientes pasos, según Pujolàs et. al., 2011

1. Se detecta una situación que sea molesta en el grupo o sea muy valorada.
2. Se establece una norma que promueva o prohíba dicha conducta.
3. Se establece una persona responsable del cumplimiento de dicha norma. Dicha función se añadiría entonces a la función usual, y se pueden establecer de manera estratégica, pues a veces el asegurarse que un miembro del grupo cumpla una norma es más fácil para un cargo que para otro. Por ejemplo, si un grupo establece como norma que todos los miembros deben trabajar por igual, es más lógico que del cumplimiento de dicha función se encargue el coordinador.

2.4.2 Técnicas de aprendizaje cooperativo que se emplean

Lápices al centro: Se trata de una técnica que consiste en presentar al grupo tantas preguntas como miembros tiene el grupo. Cada miembro contestará de forma individual una pregunta, que luego será discutida por el resto de miembros del equipo hasta llegar a la solución. El nombre de "lápices al centro" viene porque, cuando se está discutiendo, los lápices van al centro y no se puede escribir. Mientras tanto, cuando los lápices están "afuera" no se puede discutir. Esta técnica aparece explicada en Pujolàs Maset, 2008.

1, 2, 4: Esta técnica consiste en que cada miembro del grupo contesta una pregunta o resuelve una actividad de manera individual. Después, por parejas, discuten la respuesta

que han dado y se quedan con una única respuesta. Por último, todo el grupo discute las dos respuestas restantes y al final se logra una respuesta única para todo el grupo. Esta técnica aparece explicada en Pujolàs Maset, 2008, aunque se podría adaptar a grupos más pequeños reduciendo el número de pasos y a grupos con un número impar de miembros haciendo que una discusión sea entre tres. Entonces, en un grupo de 3 miembros, de las tres respuestas individuales de cada miembro deberían sacar una respuesta única, y en un grupo de cinco, cada respuesta individual se discute en un grupo de dos y en un grupo de tres.

3 Descripción de las actividades

Como se ha dicho en la sección 1, nuestro objetivo no es solo presentar una metodología o la necesidad de una EDS, sino que es diseñar una serie de actividades donde se aplique dicha metodología y se trabaje la EDS. Antes de pasar a la descripción de cada una de las actividades, se presentan unas consideraciones generales que afectan a todas las actividades.

3.1 Contextualización

Todas las actividades que se proponen están pensadas para el IES Penyagolosa de Castelló de la Plana². Se trata de un instituto histórico de la ciudad, ya que era el antiguo instituto femenino. Consta de 664 alumnos matriculados distribuidos en 25 grupos.

Además, cada asignatura tiene un aula específica donde se imparte (aula materia). En el caso de Física y Química se imparte en los laboratorios. Por tanto, los alumnos no se sientan en mesas, sino en bancadas que ocupan casi toda la clase, excepto por dos pasillos situados en ambos extremos. Además, entre bancada y bancada hay unos escalones, por lo que el aula no es accesible. De esta forma, cualquier adaptación referente a la accesibilidad (por ejemplo, algún alumno o alumna que deba usar una silla de ruedas) se debe solucionar cambiando el aula donde se imparte la clase. Este hecho supondría un cambio del espacio, pero no un cambio de las actividades, por lo que esta situación se obviará a lo largo del trabajo.

Puesto que hay solo dos aulas de informática en todo el centro, no se puede acceder a las mismas en cualquier momento. En el caso del IES Penyagolosa, está organizado de manera que se pueda acceder a alguna aula de informática al menos una vez por semana.

En cuanto a la accesibilidad al contenido digital, el departamento de Física y Química emplea la plataforma Aules para que el alumnado entregue algunos trabajos y actividades, así como acceder al contenido del curso. Puesto que el estudiantado puede realizar las

²Se ha escogido este instituto porque el autor de este trabajo ha desarrollado las prácticas en el mismo y, por tanto, conoce los espacios y las instalaciones del centro y las limitaciones del mismo.

tareas marcadas, no tenemos grandes problemas de accesibilidad al contenido digital.

Debido a estos aspectos, se harán las siguientes consideraciones:

- Las aulas donde se imparte clase no favorecen el aprendizaje cooperativo.
- Hay posibilidad de ir al aula de informática solo una vez por semana.
- El alumnado no tiene problemas graves de accesibilidad al contenido digital desde sus casas.
- Se obviaré el problema de la accesibilidad, ya que la distribución del aula obliga a que, en caso de que un alumno se deba desplazar en silla de ruedas, se deba impartir la asignatura en un aula diferente.

3.2 Objetivos generales

De los objetivos generales de etapa presentes en el RD 1105/2014, a lo largo de las diferentes actividades aquí propuestas se trabajarán los siguientes:

- Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.
- Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.
- Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.
- Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación.

3.3 Competencias clave

Como se ha visto en la sección 2.2 la competencia que más se va a trabajar es la CMCT, gracias a la metodología que se va a emplear. Aún así, esta no es la única competencia que se trabaja, sino que en cierta manera se van a trabajar todas las competencias:

- Competencia de Comunicación Lingüística: El alumnado deberá comunicar su progreso a través de un foro, empleando un lenguaje adecuado y respetuoso. Además deberá presentar (oralmente o por escrito) un informe del trabajo realizado.

- Competencia de Aprender a Aprender: Además de aplicar un método sistemático para aprender, basado en el método científico, el alumno debe evaluar el trabajo de sus compañeros a través del foro³.
- Competencia Social y Cívica: Aunque se ha dicho en la sección 3.1 que en el instituto donde se ha pensado que se pueden aplicar estas actividades es difícil trabajar de forma cooperativa, no es imposible, y todas las actividades se plantean en grupo y aplicando técnicas de aprendizaje cooperativo.
- Competencia Digital: En todas las actividades hay una fase que se hará en el aula de informática. Además, el alumnado debe participar en un foro, es decir, en una plataforma digital.
- Sentido de Iniciativa y Espíritu Emprendedor: En las diferentes actividades se plantean sugerencias de mejora, optimización de los diseños de manera que sean más económicos o más sostenibles.

Además, en las diferentes actividades se busca la adquisición, junto a las competencias clave que aparecen en el RD 1105/2014, de las competencias para el Desarrollo Sostenible planteadas por la UNESCO (UNESCO, 2017, 2018).

3.4 Elementos transversales

La metodología que se aplica permite, además, el trabajo de los siguientes elementos transversales:

- La prevención y resolución de conflictos, ya que se trabaja de manera cooperativa y se desarrolla la elaboración de normas como medida para evitar al máximo que surjan conflictos.
- El desarrollo sostenible y el medio ambiente. Este es uno de los objetivos del trabajo.
- El espíritu emprendedor a través de la creatividad y el trabajo en equipo. A lo largo de las actividades se fomenta al alumnado que vaya más allá de la actividad propuesta y diseñe alternativas que permitan resolver un determinado problema de la manera más eficiente posible.
- La expresión escrita y el empleo adecuado de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. A lo largo de las actividades el alumnado presentará los resultados a través de un foro (se puede emplear el foro de la plataforma Aules). Además, en algunas de las actividades se emplean laboratorios virtuales con los que observar fenómenos físicos que no se pueden observar a simple vista.

³Se trata de una evaluación informal, en la que plantea sugerencias de mejora según lo que considera importante.

3.5 Primera actividad: El principio de Arquímedes

3.5.1 El dinamómetro

Para desarrollar esta actividad, el alumnado deberá construir un dinamómetro empleando materiales caseros. El dinamómetro consiste en un instrumento empleado para medir fuerzas. Debido a la importancia que tiene el concepto de fuerza dentro del currículum de Física y Química, este instrumento puede tener utilidad en cualquier curso desde 2º de la ESO hasta 1º de Bachillerato.

En realidad, para construir un dinamómetro hace falta poco: un muelle, una regla y un soporte. Por tanto, no nos debe extrañar que haya infinidad de diseños diferentes, algunos más complejos que otros, y que con una simple búsqueda de Internet podamos encontrar todos ellos.

El dinamómetro que vamos a construir⁴ es interesante porque los materiales que requiere son fáciles de encontrar, pero es posible que algunos de ellos no dispongan de todos ellos en ese momento. Así se vuelve necesario que colaboren entre todos para reunir todos los materiales o, si no disponen de todos ellos, sustituirlos por otros materiales más accesibles para ellos. En concreto, para ese diseño, el objeto elástico que se utiliza es una goma.

Salta a la vista que, aunque estén relacionadas, medir una distancia no es medir una fuerza, por eso es necesario traducir nuestra medida (de distancia) a una medida de fuerza o lo que es lo mismo, calibrar nuestro dinamómetro. El trabajo de calibrado es una tarea necesaria, y también forma parte del desarrollo de la competencia científica.

En el caso del dinamómetro en cuestión, se deben tomar varias masas conocidas (cuantas más, mejor), y evaluar cuánto se desplazan. Se debe procurar que no sean demasiado grandes, ya que masas demasiado grandes pueden ocasionar diferentes problemas, como se verá a continuación.

Si conocemos la masa de las pesas que vamos colocando en el dinamómetro, podemos conocer la fuerza con la que se estira la goma, y midiendo la deformación de la misma, podemos obtener la constante de proporcionalidad ajustando el valor a una recta.

La goma no se puede estirar eternamente, ya que llega un punto en el que el comportamiento lineal explicado anteriormente deja de cumplirse. Determinar este límite es importante si queremos conocer el rango de fuerzas que podemos medir con nuestro dinamómetro. Para determinarlo, se deben colocar masas en orden creciente hasta llegar al punto en el que se deja de cumplir la ley de Hooke. Este punto nos marca el límite superior de nuestras medidas, ya que más allá de esta no tenemos ninguna ley sencilla que relacione la fuerza con el desplazamiento, además de que comprometemos el funcionamiento del propio dinamómetro en la zona lineal.

Además del límite superior hay un límite inferior, ya que no podemos medir deforma-

⁴basado en el que se presenta en el siguiente vídeo <https://youtu.be/fyYiNBMp-3Q>.

ciones que sean demasiado pequeñas. Esta precisión dependerá del instrumento de medida que empleemos (en nuestro caso se ha utilizado un fondo de papel milimetrado, lo que proporciona una precisión de 1 mm). Es decir, la fuerza mínima que podremos medir con nuestro dinamómetro (al menos de forma teórica) es aquella que produce una deformación de 1 mm.

Estos límites superior e inferior dependen exclusivamente de la naturaleza de la goma, por lo tanto, si se desea medir fuera de estos límites, se debe cambiar la goma que estamos empleando por otra goma o incluso por un muelle.

3.5.2 Relación entre contenidos, criterios de evaluación y competencias

Esta primera actividad está pensada para llevarse a cabo en 4º de la ESO, en un grupo de 20 alumnos.

A lo largo de la actividad 1 se van a trabajar los siguientes contenidos: principio de Arquímedes y flotabilidad, la investigación científica, estrategias necesarias en la actividad científica y Tecnologías de la Información y la Comunicación en el trabajo científico.

Estos contenidos se evaluarán siguiendo los criterios de evaluación propuestos en el RD 1105/2015 y en el Decreto 87/2015 del Consell de la Generalitat Valenciana presentes en la tabla 2. Además, en esa misma tabla, aparecen las competencias que se trabajan, tanto las que aparecen en la Orden ECD/65/2015 como las Competencias de la Educación para el Desarrollo Sostenible.

Bloque	Criterios de evaluación	C. clave	C. EDS
Bloque 4	BL4.10. Aplicar los principios de la hidrostática para interpretar fenómenos naturales y aplicaciones tecnológicas, como el abastecimiento de agua potable o el funcionamiento de una prensa hidráulica basada en el principio de Pascal, predecir la mayor o menor flotabilidad de objetos utilizando la expresión matemática del principio de Arquímedes para resolver problemas relacionados con estas situaciones a partir de experiencias que pongan de manifiesto los conocimientos adquiridos, la iniciativa y la imaginación.	CMCT CSC	CE CA CIRP
Bloque 1	BL1.3. Participar en intercambios comunicativos en el ámbito del área utilizando un lenguaje no discriminatorio.	CCL CAA CD	CE CC CIRP
Bloque 1	BL1.4. Reconocer la terminología conceptual propia del área y utilizarla correctamente en actividades orales y escritas.	CCL CAA CD	CE
Bloque 1	BL1.11. Realizar de forma eficaz tareas propias del área, teniendo iniciativa para emprender y proponer acciones responsables, mostrando curiosidad e interés durante su desarrollo y actuando con flexibilidad buscando soluciones alternativas.	SIEE CAA CD	CE CA CC CAC CIRP
Bloque 1	BL1.14. Participar en equipos de trabajo para conseguir metas comunes asumiendo diversos roles con eficacia y responsabilidad, apoyar a compañeros y compañeras demostrando empatía y reconociendo sus aportaciones y utilizar el diálogo igualitario para resolver conflictos y discrepancias	SIEE CAA CSC	CE CC CAC CIRP

Tabla 2: Relación entre contenidos, criterios de evaluación y competencias para la actividad 1. El bloque 4 se corresponde a "el movimiento y las fuerzas" y el bloque 1 corresponde a "La actividad científica"

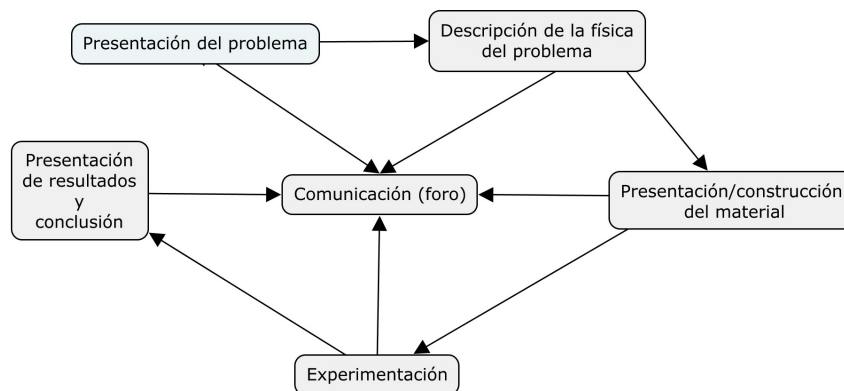


Figura 3: Forma en la que se desarrolla el ciclo IBL en la actividad del Principio de Arquímedes.

3.5.3 Desarrollo de las actividades

En el caso de la actividad que estamos tratando (el principio de Arquímedes) está pensada para recorrer el ciclo de la forma presentada en la figura 3.

La actividad está pensada para dedicar un total de 10 sesiones. La comunicación se hace a través de un foro (utilizando el foro de la plataforma Aules) y siempre se desarrollará fuera del instituto.

El desarrollo de cada una de las fases se hace de la siguiente manera:

La actividad se desarrollará a lo largo de 10 sesiones. Para no interrumpir la marcha normal del curso, la actividad se realizará una vez a la semana⁵. Además, de esta manera podemos utilizar el aula de informática en cualquier punto de la sesión que se considere oportuno sin necesidad de adaptar el momento del inicio de la actividad.

Primera sesión: El docente explica la actividad que se va a realizar a lo largo de esas 10 semanas. Van a trabajar por equipos de cuatro miembros cada uno elegidos por el profesor de forma que las fortalezas y debilidades de cada miembro se compensen.

Capacidades: Los grupos deberán ser académicamente diversos, habiendo tanto alumnos excelentes como alumnos con dificultades. El grupo ideal en este sentido será: un alumno excelente, un alumno notable, un alumno bien y un alumno con dificultades.

Afinidad: Se busca que el grupo se relacione con alumnos con los que no se suele relacionar, sin juntar alumnos en un mismo grupo que puedan causar conflictos dentro del grupo. El grupo ideal en este sentido será aquel formado por alumnos que se llevan bien, pero no son amigos.

En esta actividad van a resolver un problema como si fueran científicos. Es decir, se les planteará una pregunta (un caso práctico), deberán formular hipótesis y dar con la res-

⁵Además, de esta manera se podría recurrir al aula de informática siempre que se desee.

puesta mediante la experimentación. Al final, deberán presentar sus resultados mediante un informe, donde se vea reflejado el trabajo que han ido realizando a lo largo de todas las sesiones.

Como la ciencia no la puede hacer un equipo solo, al final de cada fase deberán publicar en un foro creado en el aula virtual el trabajo que han realizado a lo largo de las sesiones correspondientes. Esos pequeños informes serán evaluados por otros grupos, que harán sugerencias de mejora al trabajo realizado por ellos mismos.

Además se explicará que cada grupo deberá tener una libreta donde se explique qué se ha hecho, qué dificultades han tenido, cómo han podido superarlas y, lo más importante, por qué es importante la tarea que han hecho en cada una de las sesiones. Esto es común también para el resto de actividades pues supone no solo un producto final sobre el que valorar la adquisición de las competencias del alumnado, sino una fuente de información sobre el desarrollo de la actividad muy útil a la hora de realizar la evaluación docente (como se ve en la sección 4.3).

Durante la primera sesión se realizará la formación de grupos:

Primeros 20 minutos: Después de establecer los grupos, los alumnos se sentarán junto a sus compañeros en algún lugar donde puedan juntarse 4 personas. Para asegurarse que los grupos estén bien situados y bien espaciados entre ellos, los grupos se establecen antes de empezar la sesión y de que el alumnado se siente en su sitio habitual.

Una vez todos los alumnos estén sentados por grupos se realiza una dinámica de presentación. Como se ha dicho anteriormente, se intenta evitar que haya demasiada afinidad entre los miembros del grupo, así que es normal que no se conozcan demasiado. Es por ello que consideramos conveniente que se haga una dinámica de presentación entre los miembros. La dinámica consiste en lo siguiente: durante 15 minutos, cada miembro del grupo dibuja en una cara de una cuartilla dos cosas con las que se sienta identificado (pueden ser acciones, objetos, personas, lugares...) y en la otra cara escribe dos o tres cosas que le gusten de trabajar en equipo y dos o tres cosas que no le gusten. Una vez hayan acabado, durante 5 minutos cada miembro expone al resto de miembros lo que han realizado.

30 minutos restantes: El tiempo que queda de sesión se dedicará a realizar el acta de formación del grupo, que deberá tener los elementos mencionados en el anexo B.

Para facilitar la realización del acta, se ha realizado un ejemplo de acta posible. Esta acta se dará al alumnado para que tenga un ejemplo de acta. Se puede encontrar un ejemplo de acta en el anexo B. Aún así, se puede trabajar con mayor profundidad la formación de los grupos y el trabajo en equipo con dinámicas y actividades que estén relacionadas con el trabajo colaborativo o la resolución de conflictos. Dichas actividades y dinámicas se pueden trabajar tanto en la tutoría como en la propia asignatura como

parte de un proyecto largo⁶.

El acta de formación se debe publicar en el foro a lo largo de la semana.

El objetivo de elaborar estas actas es establecer unas pautas de trabajo en equipo. Cuando se trabaja en equipo no se construye un trabajo por partes que luego se ensamblan conforme se pueda, sino que todos juntos deben crear un producto final que sea único y de todos. Además, la elaboración y cumplimiento responsable de dichas normas sirve para trabajar las siguientes competencias del Desarrollo Sostenible: la CN, porque el grupo reflexiona sobre la necesidad de que existan unas ciertas normas que se deben cumplir; la CAC, porque cada miembro debe dejar aparcadas sus necesidades personales para trabajar en equipo y la CC, porque aprenden a comunicar sus impresiones y opiniones sobre cómo se debe trabajar en equipo y elaborar estrategias para que todas las opiniones se vean reflejadas. De las Competencias clave se trabajan las competencias CSC y, en menor medida, la competencia CEC, ya que las prioridades de cada miembro dependen en gran medida del contexto sociocultural en el que vive, y todo el equipo debe respetarlas.

Segunda sesión: Esta es la primera sesión de la actividad en sí, ya que la sesión anterior ha servido más bien para conocerse y establecer unas pautas de trabajo:

Al inicio de la sesión, durante unos 10 minutos, se explica en qué consiste la actividad que se va a realizar en los próximos días. Se trata de una actividad en la que, aplicando en cierto modo el método científico, darán respuesta a una pregunta que se les plantea. En cada sesión se les proporcionará una serie de preguntas que deben contestar a la hora de realizar la actividad. Más adelante, en sus casas, el portavoz del grupo⁷ publicará en el foro del aula virtual el trabajo realizado durante la sesión.

En el resto de la sesión, se presentará el enunciado y deberán resolver una serie de preguntas utilizando la técnica del folio giratorio (el enunciado y las preguntas están en el anexo C.1).

Una vez publicado, no se queda ahí para que el profesor lo vea⁸, sino que el resto de alumnos debe dar un *feedback* a las respuestas de sus compañeros. Con ayuda de una tabla de evaluación, se encargará de valorar aquello que han escrito sus compañeros en el foro. Para ello, emplearán la tabla de evaluación presente en el anexo F.2

Cada equipo puede gestionar estas respuestas de la manera que quiera: puede encargarse un solo miembro de reflejar todas las respuestas del grupo, repartirse los comentarios entre los miembros o puede asignarse la responsabilidad de responder a un grupo cada vez a un miembro del grupo. Aún así, la valoración de estas actividades se hará de forma individual, siendo necesaria la identificación personal de cada miembro cuando realice la

⁶Nosotros no nos centraremos en estas dinámicas porque suponen un desvío del propósito del trabajo y darían lugar a actividades muy descompensadas.

⁷Como tienen una semana para publicar lo que han realizado, no es necesario que el portavoz disponga de conexión a internet desde su casa. Aún así, es recomendable.

⁸En verdad, el profesor no se debería fijar en el contenido de dichos mensajes, ya que se encargará de evaluarlos más tarde, con el informe final.

aportación, ya sea porque sea él mismo el que comente o, si alguien comenta por él, porque aparece su nombre al final del comentario. Para ello, emplearán la tabla de evaluación del anexo F, además de comentar cualquier error ortográfico o de redacción que consideren oportuno. El docente, al final, comentará los aspectos de redacción y ortográficos importantes según las rúbricas del anexo F.1 y que no ha indicado el grupo correspondiente.

En esta sesión se trabaja sobre todo la competencia lingüística: la comprensión del enunciado, la extracción de las ideas principales del enunciado y la identificación del problema. También se trabaja la Competencia de Aprender a Aprender, al pedir que se relacione el enunciado del problema con algún contenido que haya estudiado en la asignatura.

Estas dos sesiones forman la fase de Orientación.

Tercera sesión: Durante esta sesión se realizará la llamada formulación de hipótesis. De esta manera, durante 5 minutos se explicará qué se va a realizar. Es decir, deberán establecer una hipótesis a la pregunta planteada. En este caso, la hipótesis gira en torno a plantear un método que te permita distinguir de qué está hecho un anillo. Para plantear esta hipótesis, se le proporcionará al alumnado una serie de preguntas que deberán responder usando la técnica de lápices al centro, se contestarán a las preguntas presentes en el anexo C.2

Durante los 15 minutos restantes (o cuando hayan acabado) se les explicará que van a construir un dinamómetro (instrumento para medir fuerzas). Entonces, se proyectará el vídeo donde aparece explicado, y cada grupo elabora una lista de los materiales que necesita. En ese momento, cada grupo se organiza de forma que obtenga ese material de la forma que se gaste el menor número posible de dinero (es decir, se reutilicen materiales).

Esta sesión forma la fase de la descripción de la física del problema, ya que en esta sesión es donde emplean sus diferentes conocimientos para entender qué es lo que necesitan averiguar. En nuestro caso, es la densidad, que se puede determinar de manera sencilla a partir del principio de Arquímedes.

A lo largo de la sesión se trabaja la competencia CMCT, ya que se trabaja no solo la formulación de hipótesis, sino ciertos términos de uso propio en ciencias.

Respecto a las competencias del desarrollo sostenible, se trabajan la competencia estratégica y la competencia colaborativa.

Cuarta, quinta sesión y sexta: Construcción, calibración y estudio del dinamómetro.

A lo largo de esas tres sesiones se realiza la tarea de construcción, calibración y estudio del dinamómetro. Así como en las sesiones anteriores había un tiempo determinado que se dedicaba a cada actividad, en este caso las tres sesiones se emplearán para la construcción y la calibración del dinamómetro; permitiendo a cada grupo que vaya a su ritmo. Durante las sesiones cuarta y quinta se construirá el dinamómetro (siguiendo las indicaciones

del vídeo) y se realizará la calibración. Antes de realizar la calibración, el alumnado debe contestar una serie de preguntas en relación a qué es calibrar un instrumento y entender la importancia que tiene hacer dicho procedimiento. Tanto las preguntas como el procedimiento a seguir para realizar la calibración se presentan en el anexo C.3.

La última sesión se realizará en el aula de informática y allí se explicará el paso final de la calibración: la regresión lineal y cómo se relaciona la medida de distancia con la fuerza.

Para ello se hará una clase expositiva donde se recordarán los parámetros necesarios para definir una recta (pendiente y ordenada en el origen), se explicarán los pasos necesarios para hacer la regresión lineal en la hoja de cálculo y cómo obtener la información de la pendiente, así como su utilidad. Esta exposición durará unos 25 minutos.

El resto de la sesión, cada grupo deberá hacer la regresión lineal con sus datos y publicar sus resultados en el foro. En la entrada deberá aparecer: la tabla con las medidas obtenidas, la representación gráfica y el valor de la pendiente con su error.

En este caso, el *feedback* es diferente. En este caso, el grupo encargado de contestar a cada miembro deberá repetir el procedimiento para hacer la regresión lineal y comprobar que obtiene el mismo resultado que sus compañeros⁹. Si se obtiene lo mismo, se indica y se publica lo que ha realizado para comprobarlo. Si no, indica aquel paso que es diferente.

Estas tres sesiones constituyen la fase de presentación y construcción del material.

En estas sesiones se pretende trabajar tanto la competencia CMCT, la competencia CSC, así como las competencias CC y CE.

Séptima sesión: Se hacen las medidas adecuadas para la resolución del problema.

Para esta actividad se les proporcionará a los alumnos un anillo problema (se pueden comprar anillos que no sean muy caros). Los alumnos emplearán el dinamómetro que han construido para evaluar la densidad del anillo y determinar así si pueden regalárselo o no. Para ello, deben contestar a las preguntas presentes en el anexo C.4

En esta sesión se trabaja la competencia CMCT de las competencias clave y la Competencia Estratégica junto a la Competencia Integrada para la Resolución de Problemas de las competencias para el Desarrollo Sostenible.

Octava sesión: Se calcula el error de la medida.

En física, cada magnitud medida está asociada a un error, y es importante saber como trabajar con estos errores. Por ello, a los alumnos se les explicará a lo largo de esta sesión aspectos básicos de la determinación de errores y se les presenta (sin demostración) la expresión que deben emplear para determinar el cálculo del error de la densidad según el guión presente en el anexo C.5.

⁹De esta forma se pretende emular otro aspecto muy importante en ciencia: la replicación. Es decir, todos aquellos experimentos que un grupo de investigación propone para realizar una medición o un descubrimiento deben poder ser replicados por otros equipos de investigación.

En ese mismo anexo aparece un cuestionario que debe resolver cada equipo para comprobar que han entendido el concepto del error. Se puede plantear como un cuestionario del aula virtual o hacerlo más lúdico empleando herramientas como Socrative o Kahoot. Para la explicación y el cuestionario se calcula que se necesitarán 25 minutos.

Después, pondrán en práctica lo que han aprendido con sus propias medidas.

Con estas dos sesiones se realiza la fase de experimentación, por lo que en este momento los alumnos deben publicar en el foro los resultados que han obtenido. Igual que en la fase anterior deben publicar las medidas que han tomado, con sus correspondientes errores, y el resultado final con su error, de manera que el grupo que se encargue de contestar pueda repetir los cálculos y comprobar si están bien.

Novena y décima sesión: Realización del trabajo escrito.

En las últimas sesiones, realizarán el informe escrito donde se recopilará todo el trabajo que han realizado hasta ese momento. Además, deberán añadir unas conclusiones y unas reflexiones alrededor del proceso (si han tenido dificultades, cómo las han superado, qué podrían mejorar o qué han aprendido).

El documento deberá tener la estructura indicada en el anexo [C.6](#).

Estas dos sesiones constituyen la fase de conclusión. Una vez concluidas las dos sesiones que dura, cada grupo deberá publicar su informe en el foro, de manera que todos puedan ver el informe de todos y puedan hacerse sugerencias para mejorar su trabajo. El primer borrador del informe se sube al concluir la última sesión, y desde ese momento, tienen una semana para leer el resto de trabajos y hacer sugerencias a los mismos.

En esta parte de la actividad se trabaja la Competencia Digital, la Competencia de Aprender a Aprender y la Competencia Cívica y Social. Respecto a las competencias de la Educación para el Desarrollo Sostenible se trabajan la Competencia Colaborativa y la Competencia de Pensamiento Crítico.

En la tabla [3](#) se muestra una pequeña síntesis del desarrollo de las actividades.

3.5.4 Posibles ampliaciones

La actividad propuesta se centra en dos aspectos: el trabajo de laboratorio y el estudio del principio de Arquímedes, pero no es lo único que se puede trabajar. Usando este mismo material se puede estudiar:

- La densidad de diferentes líquidos: En vez de calcular la densidad de un objeto (en este caso, un anillo), se puede estudiar la densidad de algunos líquidos según el empuje que causen a un determinado objeto.
- La elasticidad de algunos objetos como muelles o gomas. Al final de la parte de construcción del material se puede probar a emplear diferentes objetos elásticos (gomas o muelles) y observar cómo cambian las medidas según el objeto elástico que

Sesión	Descripción	Fase	CC Clave	CC EDS
Primera sesión	Formación de grupos	Orientación	CSC CEC	CC CAC CN CPC
Segunda sesión	Presentación de la actividad		CCLL CAA	
Tercera sesión	Formulación de hipótesis	Descripción física del problema	CMCT CSC	CC CE
Cuarta sesión	Construcción y calibrado del dinamómetro	Presentación y construcción del material	CMCT CSC SIEE	CC CE CIRP
Quinta sesión				
Sexta sesión				
Séptima sesión	Resolución experimental: toma de medidas	Experimentación	CMCT CSC CD	CC CE CIRP
Octava sesión	Resolución experimental: cálculo de errores			
Novena sesión	Elaboración del informe final a partir del trabajo realizado previamente	Presentación de resultados. Conclusión	CCLL CD CAA	CPC CAC CC
Décima sesión				
Antes de todas las sesiones	Publicación en el foro de las actividades	Comunicación	CD CCLL CSC	CC CAC CPC
Durante todas las sesiones	Elaboración del cuaderno de grupo	Todas las fases	CCLL CSC CAA	CC CPC CAC

Tabla 3: Resumen de la temporalización de la primera actividad

se esté utilizando. Para ello, se obtendrá la constante de calibración del instrumento según el objeto elástico que se emplee.

- Los límites del instrumento de medida fabricado. Un muelle o una goma no pueden estirarse indefinidamente sin perder sus propiedades elásticas. Si se añaden cada vez más peso a la goma, al final llegará un punto en que la goma se romperá o dejará de tener un comportamiento lineal. A su vez, cada dinamómetro tiene una cantidad mínima de masa que se le puede añadir, pues al final la elongación producida se debe poder observar. Esta masa mínima se puede calcular de forma teórica, empleando los resultados obtenidos a partir de la calibración, o de manera experimental, buscando la masa que hace que la elongación sea la mínima apreciable por el dinamómetro.

3.6 Segunda actividad: La cafetera italiana

De los tres estados de la materia, el que se estudia más en profundidad durante la secundaria es el estado gaseoso¹⁰. Sin embargo, de los tres estados de agregación de la materia observables en el día a día (sólido, líquido y gas), el gas es el menos familiar de todos, y sus propiedades, aunque podamos estudiarlas de memoria, nos son más extrañas.

Aún así, hay numerosos instrumentos que funcionan gracias al comportamiento de los gases. Uno de esos instrumentos es la cafetera moka, muy común en cualquier casa donde se beba café con cierta regularidad y cuyo funcionamiento se puede explicar fácilmente con la ley de los gases ideales que conocen ya los alumnos de 3º de la ESO.

Partes de la cafetera moka: La moka consta de dos recipientes, uno inferior y otro superior separados por un filtro en forma de embudo. La parte inferior se llena de agua (hasta la válvula de seguridad). Posteriormente se introduce el filtro y se añade el café molido y se cierra con la parte superior. Después de unos minutos al fuego el café sale por la parte superior gracias a la expansión del gas en la parte inferior, que empuja el agua líquida a través del filtro y la hace salir por la parte superior.

Qué se va a aprender con la cafetera: Además de los aspectos que se trabajan debido a la metodología empleada en las diferentes actividades, con la cafetera moka se pueden trabajar: las propiedades de los gases, la ley de los gases ideales y el concepto de sistema y la importancia que tiene dicho concepto. Está enfocado a 3º de la ESO.

3.6.1 Relación entre contenidos, criterios de evaluación y competencias

La actividad está diseñada para un grupo de 3º de la ESO de 20 alumnos.

De los contenidos presentes en el Decret 87/2015 del Consell de la Generalitat Valenciana, en esta actividad se trabajan los siguientes: interpretación de la información científica de carácter divulgativo que aparece en publicaciones y medios de comunicación, desarrollo de pequeños trabajos de investigación en los que se ponga en práctica la aplicación del método científico y la utilización de las TIC, estados de agregación, modelo cinético-molecular y leyes de los gases.

Además, los criterios de evaluación que se van a tener en cuenta en esta actividad están relacionados con las diferentes competencias de la manera indicada en la tabla 4.

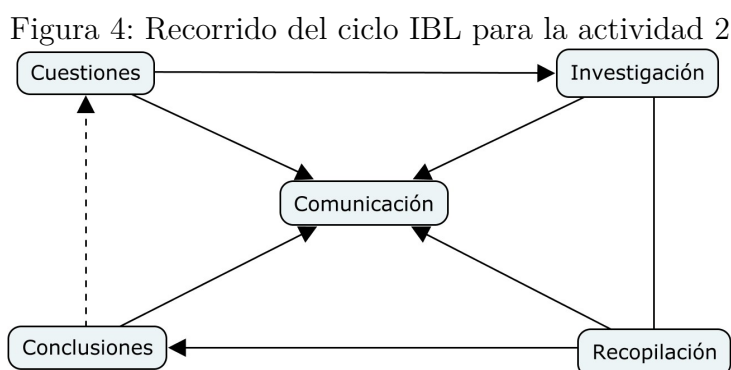
3.6.2 Desarrollo de la actividad

El ciclo IBL se recorre en la actividad 2 de la manera indicada en la figura 4

¹⁰No sin razón, ya que entender con un mínimo detalle algunas propiedades de los líquidos y los sólidos requiere unos conocimientos muy avanzados de física y matemáticas, totalmente fuera del alcance incluso para estudiantes de los primeros cursos de grado, mientras que el comportamiento de los gases puede estudiarse con bastante detalle usando una ecuación algebraica sencilla: $pV = nRT$.

Bloque	Criterios	CC. clave	CC. EDS
Bloque 1	BL1.2. Expresar oralmente textos previamente planificados, propios del área, con una pronunciación clara, para transmitir de forma organizada sus conocimientos con un lenguaje no discriminatorio.	CCLI CAA	CAC CPC CC
Bloque 1	BL1.8. Colaborar y comunicarse para construir un producto o tarea colectiva compartiendo información y contenidos digitales, utilizando las TIC, aplicando buenas formas de conducta en la comunicación; y prevenir, denunciar y proteger a otros de las malas prácticas como el ciberacoso.	CD CSC	CC CAC CPC
Bloque 1	BL1.11. Realizar de forma eficaz tareas propias del área, teniendo iniciativa para emprender y proponer acciones responsables, mostrando curiosidad e interés durante su desarrollo y actuando con flexibilidad buscando soluciones alternativas.	SIEE CAA	CE CC CIRP
Bloque 1	BL1.14. Participar en equipos de trabajo para conseguir metas comunes asumiendo diversos roles con eficacia y responsabilidad, apoyar a compañeros y compañeras demostrando empatía y reconociendo sus aportaciones y utilizar el diálogo igualitario para resolver conflictos y discrepancias.	SIEE CAA CSC	CE CAC CC CN
Bloque 1	BL2.3. Establecer las relaciones entre las variables de las que depende el estado de un gas para justificar su comportamiento e interpretar las gráficas que las relacionan empleando el modelo-cinético molecular y las leyes de los gases.	CD CMCT	CE CC CPC CIRP

Tabla 4: Relación entre los criterios de evaluación y las competencias para la segunda actividad. El bloque 1 corresponde a "la actividad científica" y el bloque 2 a "la materia".



El desarrollo de las diferentes sesiones se hará de la siguiente manera:

Primera sesión: Formación de grupos. De la misma manera que en la actividad 1, se divide la clase en grupos de 4 personas y cada grupo debe elaborar un acta de formación de grupo similar.

Segunda sesión: Presentación del problema. Después de una explicación de la actividad que se va a realizar, y una breve descripción de la cafetera, durante al menos 20 minutos, cada grupo, usando una lluvia de ideas, formulará preguntas sobre la moka. Deberán formular 3 preguntas sobre las siguientes temáticas (por cada temática se han añadido algunos ejemplos de posibles preguntas):

- Descripción y uso de la moka: ¿En cuántas partes está dividida una cafetera italiana? ¿Qué pasos se deben seguir para hacer café? ¿Dónde se debe añadir el café?
- La importancia de los gases ideales en el funcionamiento de la moka: ¿En qué

principios físicos se basa la cafetera? ¿Por qué se calienta el agua? ¿Cómo pasa el agua del compartimento inferior al superior? Estas preguntas tienen doble respuesta, una según la ecuación de estado de los gases ideales y otra según la teoría cinética.

- Mantenimiento de la moka: ¿Es necesario limpiarla? ¿Con qué frecuencia? ¿Cómo se debe limpiar?

Estas preguntas se pueden plantear como ejemplos de posibles preguntas que cada grupo puede desarrollar. Es importante que tengan claro en qué consiste la actividad que van a realizar, en este caso, formular preguntas sobre la cafetera italiana.

Durante la semana, cada grupo deberá publicar las preguntas que han planteado en el foro.

En esta sesión se trabaja la competencia CAA, ya que se estimula al alumnado a que haga preguntas, que son el estímulo principal para iniciar el aprendizaje de cualquier cosa. En cuanto a las competencias del desarrollo sostenible, se trabajan las competencias de Colaboración y de Pensamiento Crítico.

Tercera sesión y cuarta sesión: Preguntas a formular e investigación: En la tercera sesión se entregará un documento explicativo sobre el funcionamiento de la cafetera italiana y una serie de preguntas. Cuatro de ellas son comunes a todos (y son las que están presentes en el documento). El resto de preguntas se realizarán con algunas de las preguntas que ha planteado cada grupo, además de preguntas que pueden ser interesantes y que nadie haya planteado. Algunos ejemplos interesantes son los siguientes.

- ¿Podría subir el agua si el compartimento inferior estuviera abierto?
- ¿Puede una cafetera italiana explotar? ¿En qué condiciones?

El documento y las preguntas comunes se encuentran en el anexo [D.1](#).

Al final de estas dos sesiones cada grupo publicará sus respuestas en el foro y en este caso el profesor (basándose en las rúbricas) elaborará unas sugerencias de cambio a las respuestas. Además, se debe indicar si es necesario que respondan con más profundidad algunas preguntas.

En estas sesiones se trabajan las competencias CMCT, SIEE (ellos responden sus propias preguntas) y la CCLI. También se trabaja la Competencia Digital, pues para realizar algunas de las actividades planteadas deben utilizar una simulación por ordenador. Respecto a las competencias del Desarrollo Sostenible, se trabajan las competencias CC, CE y CIRP.

Estas dos sesiones constituyen la fase de investigación. En ella deben extraer información de un documento y seleccionar aquella información que les parezca interesante, además de buscar información adicional si es necesario. Las conclusiones se manifiestan en las preguntas que han resuelto.

Quinta sesión: El trabajo durante esta sesión es en gran medida autónomo, ya que esta sesión está destinada a realizar las correcciones correspondientes y a prepararse las preguntas para la defensa, es decir, establecer qué miembros responden a qué preguntas y estudiarlas. Al final de la sesión deben entregar las preguntas corregidas y un pequeño informe de cómo se han distribuido las preguntas dentro del grupo.

El docente a lo largo de la sesión debe actuar como guía. Además, debe indicar al alumnado las pautas que se valorarán en las defensas, que aparecen en las rúbricas del anexo [G.2](#). Entre ellas se encuentran:

- Pronunciación clara.
- Vocabulario adecuado.
- Soltura tanto en las preguntas que contestas como en las preguntas que te hacen diferentes.

En esta sesión se trabajan las competencias CAA, SIEE (al ser un trabajo autónomo) y CSC. Respecto a las competencias del Desarrollo Sostenible se trabajan las competencias CC, CPC y CAC.

Sexta y séptima sesión: Presentaciones orales: consistirán en salir a la pizarra y contestar a las preguntas planteadas por los alumnos. Podrán tener el material de apoyo que quieran (pueden disponer de sus propias preguntas, el documento del anexo [D.1](#) o cualquier anotación que consideren oportuna). La mayor parte de las preguntas serán aquellas que han resuelto ellos, pero habrá una o dos preguntas que no. Más que valorar si conocen las respuestas o no (ya que han respondido a ellas), se valora la defensa, es decir, como se expresan en público y como son capaces de escapar ante preguntas inesperadas¹¹. En la presentación los alumnos recibirán preguntas de las cuales, en principio, no tienen respuesta, lo que daría lugar a un nuevo comienzo en el ciclo IBL.

El objetivo de esta presentación no es valorar sus conocimientos (pueden presentar con tarjetas con sus respuestas y contestar leyendo esas respuestas), sino valorar sus habilidades comunicativas y su capacidad de adaptación ante situaciones imprevistas. En ese sentido, una persona que lee, pero respetando las pausas, variando la entonación y dando énfasis en aquellos puntos donde se debe dar énfasis es capaz de atraer más la atención que una persona que, aunque se lo sepa todo de memoria, lo dice todo de carrerilla, sin pronunciar con claridad y de una forma monótona.

Cabe destacar que antes de las defensas se le proporcionará a cada grupo una lista de preguntas que debe realizar a cada grupo con la siguiente estructura:

1. Grupo 1.

¹¹De ahí viene la línea discontinua de la figura 4.

- Pregunta 1.
- Pregunta 2.
- Pregunta 3.

2. Grupo 2.

- Pregunta 1.
- Pregunta 2.

3. ...

A lo largo de la presentación las preguntas se harán de manera alterna, mezclándose las que se han preparado con las que no se han preparado, simulando así el turno de preguntas de una conferencia donde los alumnos son los ponentes y se deben enfrentar tanto a preguntas que se saben bien y se han preparado como a preguntas imprevistas.

En estas presentaciones se trabaja especialmente la competencia CCLI, ya que se valora su capacidad comunicativa y no el contenido de las respuestas. También se trabajan la competencia CSC, ya que la defensa la hacen entre todos y se espera que se apoyen los unos a los otros. En cuanto a las competencias del Desarrollo Sostenible se trabaja especialmente la CA, ya que se valora la capacidad de adaptación ante preguntas que no se esperan. También se trabajan las competencias CPC y CC.

En la tabla 5 hay una síntesis de la temporalización de las diferentes tareas de la actividad 2.

3.6.3 Posibles ampliaciones

Al igual que la moka se puede entender desde un punto de vista termodinámico (tal como hemos visto), también es una aplicación práctica de la experiencia de Torricelli (más allá de la medida de las presiones), ya que el aumento de la presión produce una subida del fluido a lo largo de un conducto.

De esta manera se puede relacionar el contenido de un contenido novedoso, como es el de fluidos de cuarto de la ESO, con algo conocido, es decir, el funcionamiento de la moka.

3.7 Tercera actividad: el permafrost y las consecuencias de su fundición

El agua sólida (hielo) tiene una estructura cristalina muy particular que hace que, entre otras cosas, la densidad del hielo sea menor que la densidad del agua líquida. Este aspecto puede sorprender en un principio, pero en verdad tiene consecuencias y aplicaciones a todos los niveles.

Sesión	Descripción	Fases	CC Clave	CC EDS
Primera sesión	Formación de grupos		CSC CEC	CC CAC CPC CN
Segunda sesión	Presentación de la actividad y formulación de preguntas	Cuestión	CAA	CC CPC
Tercera sesión	Documento Resolución de preguntas comunes	Investigación	CMCT SIEE CD	CC CE CIRP
Cuarta sesión				
Quinta sesión	Corrección de las respuestas Preparación de la defensa	Conclusión	CAA SIEE CSC	CC CE CPC
Sexta sesión	Defensas	Comunicación	CCL CSC	CA CC CPC
Séptima sesión				
Antes de todas las fases	Publicación en el foro de aquello que han realizado	Comunicación	CCL CD CSC	CC CAC CPC
Durante todas las sesiones	Elaboración del cuaderno de grupo	Todas las fases	CCL CSC CAA	CC CPC CAC

Tabla 5: Resumen de la temporalización de la actividad 2

3.7.1 Contenidos, criterios de evaluación y competencias

Esta actividad está diseñada para ser realizada, al igual que la actividad anterior, por un grupo de 3º de la ESO de 20 alumnos.

Los contenidos que se estudian en esta actividad son los siguientes: el método científico, interpretación de la información científica de carácter divulgativo que aparece en publicaciones y medios de comunicación, utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, propiedades de la materia y estados de agregación.

Además, se utilizan estos contenidos para enlazar con uno de los contenidos que según Agbedahin, 2019 se deberían impartir para trabajar la Educación para el Desarrollo Sostenible: el cambio climático y sus consecuencias, en este caso el permafrost y su deshielo.

Los criterios de evaluación que se van a trabajar en esta actividad son los presentes en la tabla 6.

3.7.2 Desarrollo de las actividades

En esta actividad, siguiendo el espíritu de la Educación para el Desarrollo Sostenible, mientras se trabaja un contenido de la asignatura de Física y Química, también se estudiará una de las consecuencias del calentamiento global que pueden ser más catastróficas

Bloque	Criterios	CC. Clave	CC. EDS
Bloque 1	BL1.8. Colaborar y comunicarse para construir un producto o tarea colectiva compartiendo información y contenidos digitales, utilizando las TIC, aplicando buenas formas de conducta en la comunicación; y prevenir, denunciar y proteger a otros de las malas prácticas como el ciberacoso.	CD CSC	CC CPC CAC
Bloque 1	BL1.11. Realizar de forma eficaz tareas propias del área, teniendo iniciativa para emprender y proponer acciones responsables, mostrando curiosidad e interés durante su desarrollo y actuando con flexibilidad buscando soluciones alternativas.	SIEE CAA	CE CA CPC
Bloque 1	BL1.10. Utilizar aplicaciones informáticas para resolver problemas y recrear experimentos de Física y Química.	CD	CE CIRP
Bloque 1	BL1.1. Interpretar textos orales propios de la asignatura procedentes de fuentes diversas para obtener información y reflexionar sobre el contenido.	CCLI CAA	CPC CPS
Bloque 1	BL1.4. Reconocer la terminología conceptual propia del área y utilizarla correctamente en actividades orales y escritas.	CCLI CAA	CN CAC
Bloque 2	BL2.1. Clasificar materiales por sus propiedades, identificándolos como generales o específicas, relacionando las propiedades de los materiales de nuestro entorno con el uso que se hace de ellos.	CMCT	CPS CE
Bloque 2	BL2.2. Planificar y realizar experiencias para justificar los distintos estados de agregación de la materia a partir de las condiciones de presión y temperatura, explicando sus propiedades y los cambios de estado de la materia, usando el modelo cinético-molecular para ello y para interpretar gráficas de cambio de estado a partir de tablas de datos.	CMCT	CE CIRP

Tabla 6: Criterios de evaluación y competencias para la actividad 3. El bloque 1 se corresponde con "la actividad científica" y el bloque 2 se corresponde con "la materia".

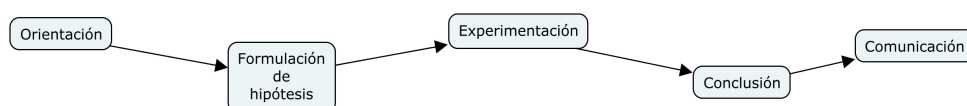


Figura 5: Forma de recorrer las diferentes fases del IBL para la actividad 3.

tanto a nivel local como a nivel mundial: la fusión del permafrost.

Tal como se ve en la figura 5, en este caso la comunicación no tiene una relevancia tan importante como en el resto de actividades, pues solo es relevante a la hora de realizar el póster. En ese momento, las entradas de cada uno las corrigen los otros grupos usando el cuadro de evaluación presente en el anexo H en un sistema de asignación similar al que se usa en la actividad 1, es decir, cada grupo tiene asignado otro grupo y se encarga de corregir a dicho grupo.

Primera sesión: Al igual que en las dos actividades anteriores, en esta actividad la primera sesión está dedicada a la formación de grupos y tendría la misma estructura. No obstante, puesto que está enfocada al mismo curso que la segunda actividad, si se mantienen los grupos no es necesario realizarla.

Segunda sesión: Se proyectará en clase el vídeo <https://www.youtube.com/watch?v=lxixy1u8GjY>. El vídeo no se proyectará entero, sino que sólo se proyectará hasta el minuto 6¹², es decir, se proyectará la parte que habla de qué es el permafrost y las consecuencias

¹²El resto del vídeo también es muy interesante, pues habla de las consecuencias a nivel climático del deshielo del permafrost, pero está fuera de los contenidos de esta actividad y el visionado de 6 minutos

medioambientales y económicas que tiene su deshielo en las zonas donde se encuentra. El vídeo está en inglés, pero explica de forma sencilla, con detalle y con una pronunciación clara el concepto de permafrost y sus consecuencias. Aún así, hay que tener en cuenta que en todo momento debemos estar atentos a que entienden todo el contenido del vídeo.

Después del visionado del vídeo, cada equipo contesta a las preguntas presentes en el anexo E.

Esta actividad se puede realizar en clase de inglés si se colabora con el departamento de inglés, pero no es necesario.

A lo largo de esta actividad se trabaja la Competencia de Comunicación Lingüística, además en una lengua extranjera como es el inglés, la CMCT, pues el contenido del vídeo es propio de las ciencias. Respecto a las Competencias del Desarrollo Sostenible se trabajan la CPS, ya que se como un fenómeno global como es el calentamiento global afecta de forma dramática a las áreas donde se encuentra el permafrost y la CPC, al hacer reflexionar sobre dichas consecuencias.

En esta sesión se trabaja tanto la orientación como la formulación de hipótesis. La orientación consiste en el vídeo y en las diferentes actividades en torno al vídeo, mientras que la formulación de hipótesis consiste en la última pregunta.

Tercera sesión: En el aula de informática, usando la simulación https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_es.html, describirán qué ocurre con el agua líquida cuando se solidifica a nivel microscópico, y justificarán de esta manera que la densidad del hielo sea menor.

Deberán responder a las preguntas presentes en el anexo E.2

Los resultados deberán publicarlos en el foro, y así que todos puedan acceder a ellos.

En esta sesión se trabaja la CD, ya que harán uso de un laboratorio virtual para obtener una información que de otra manera no podrían obtener. Además, se trabaja la competencia CMCT y, respecto a las competencias del Desarrollo Sostenible, se trabajan las competencias CE y CIRP.

Esta sesión se corresponde con la experimentación.

Cuarta y quinta sesión: Para concienciar a todo el instituto sobre este problema medioambiental, cada grupo se encargará de realizar un póster durante las dos sesiones siguientes que se expondrá en el vestíbulo del centro. En cada póster debe aparecer explicado (con brevedad y ayudándose de imágenes). Los temas que deben aparecer reflejados en el póster aparecen indicados en el anexo E.3.

Para asegurarse que el contenido de los pósteres es correcto y no se induce a error, la cuarta sesión se dedicaría a realizar los diferentes textos que aparecerán en el póster, así

de vídeo puede hacerse muy largo si se para cada cierto tiempo para explicar los conceptos que aparecen en el vídeo.

como las imágenes que se emplearán. Estos textos e imágenes se publicarán en el foro de forma que tanto el alumnado como el docente puedan matizar la información que no esté del todo clara o pueda dar lugar a confusión, dedicando la quinta sesión a la realización del póster. Si se considera necesario, se puede alargar esta fase del trabajo una sesión más.

En estas sesiones es donde se trabajan más competencias del Desarrollo Sostenible, pues se trabajan las siguientes competencias:

- CE: Deben diseñar ideas para tratar de minimizar el problema del permafrost a nivel local y global.
- CC: Deben colaborar entre ellos para elaborar dichas ideas.
- CPC: Deben reflexionar sobre la problemática.
- CAC: Deben ser conscientes que si quieren cambiar la situación deben hacer ciertos sacrificios.
- CA: Deben evaluar qué puede ocurrir si no se actúa, tanto a nivel local como a nivel global y tanto a nivel medioambiental como a nivel humano.
- CPS: Deben comprender y analizar las relaciones que existen entre nuestras acciones y el deshielo del permafrost.
- CIRP: Deben poner en común todas estas competencias para tratar de resolver un problema mediante acciones locales y globales.

Estas dos (o tres) sesiones corresponden a la conclusión, siendo la elaboración del póster el producto final que hace el estudiantado. La comunicación se hace a todo el centro al colgar el póster diseñados por los estudiantes en el vestíbulo del instituto.

En la tabla 7 se muestra una síntesis de la temporalización de la tercera actividad.

3.8 Posibles ampliaciones

Hay que tener en cuenta que esta actividad, al igual que el resto de actividades presentadas, están pensadas para realizarlas un docente con un grupo de alumnos, pero en el caso de la tercera actividad sería mucho más enriquecedora considerarla como un pequeño proyecto multidisciplinar que abarcaría las asignaturas de Física y Química, Biología y Geología, Educación Plástica y Visual o Geografía. Se podría incluso tratar de una actividad dentro de todo un conjunto de actividades relacionadas con el cambio climático, y todas las asignaturas tendrían un cierto grado de implicación. Cuantos más departamentos hayan implicados, más elaborada puede ser la actividad.

Asimismo, esta actividad puede formar parte de un conjunto de actividades relacionadas con los efectos del cambio climático.

Sesión	Descripción	Fase	CC Clave	CC EDS
Primera sesión	Formación de grupos	Orientación	CSC CEC	CC CAC CPC CN
Segunda sesión	Proyección del vídeo	Orientación Formulación de hipótesis	CCL CMCT	CPC CPS
Tercera sesión	Simulación	Experimentación	CD CMCT	CE CIRP
Cuarta sesión	Elaboración del póster	Conclusión Comunicación	CMCT CSC CCL	Todas las competencias
Quinta sesión				
Durante todas las sesiones	Elaboración de la libreta del grupo	Todas las fases	CCL CSC CAA	CC CPC CAC

Tabla 7: Resumen de la temporalización para la tercera actividad

4 Evaluación

La evaluación de las diferentes actividades tiene un rol central dentro de las actividades propuestas ya que cualquier cambio educativo se debe llevar a cabo con un cambio en la evaluación (Sanmartí & Marchán-Carvajal, 2014). De esta manera, si planteamos una evaluación por competencias, debemos plantear un sistema de evaluación donde se valore precisamente.

La evaluación tiene dos finalidades: la que forma parte de la propia vida del aula y la relacionada con la valoración de los resultados. Respecto a la primera finalidad, corresponde al juicio que se hace sobre las diferentes actividades que se realizan en el aula: una valoración que acompaña a cualquier actividad y que nos lleva a juzgar la calidad de nuestro trabajo y a establecer sugerencias de mejora. La segunda finalidad, la que se suele entender como evaluación, corresponde a la determinación del grado de desarrollo de la o las competencias que se han trabajado (Sanmartí, 2010).

También se puede definir la evaluación en función de hacia donde está orientada (Sanmartí, 2010). De esta manera, podemos hablar de una evaluación orientada a la regulación de nuestras posibles dificultades y nuestros errores (evaluación formativa y formadora¹³) y la orientada a valorar los resultados de nuestro aprendizaje (calificadora-acreditativa).

Otro punto importante de la evaluación es la claridad y la coherencia, ya que la evaluación determina en gran medida como aprende el alumnado (Monereo et. al., 2009).

¹³La distinción entre evaluación formativa y formadora está en la persona que decide sobre como ha de ser dicha gestión. En el caso de una evaluación formativa es el docente el que decide, mientras que en una evaluación formadora es la persona que aprende.

Para lograr dicha coherencia se procura que el alumno responda, en algún momento, a las siguientes preguntas:

¿Qué se evalúa? Esta pregunta tendría una respuesta trivial: todo es susceptible de ser evaluado, tal como hemos dicho anteriormente. Sin embargo, esta respuesta implica un desconocimiento de la evaluación, y puede llevar a que el alumnado sobreestime o subestime el peso de una cierta parte del trabajo. Es, por tanto, una respuesta más detallada a la misma pregunta, y que viene dada por los criterios de evaluación y los indicadores de logro que cada docente. Entonces, la respuesta a qué se evalúa deben ser los diferentes criterios de evaluación que se aplican a cada actividad y los indicadores de logro que se espera que alcancen los alumnos.

¿Quién evalúa? Aunque tanto el Real Decreto 1105/2014 del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte como el Decret 87/2015 del Consell de la Generalitat Valenciana establecen que la evaluación debe ser formativa -el docente es el que tome decisiones en cuanto a la regulación de los aprendizajes del alumnado-, el alumnado también puede hacer valoraciones del trabajo de sus compañeros y compañeras, haciéndoles propuestas de mejora. Además, puede ocurrir que, al final del curso, sea una entidad externa la que evalúe su aprendizaje. Saber quién te va a evaluar ayuda a orientar tu propio aprendizaje hacia una vía u otra.

¿Cómo se evalúa? No es lo mismo que haya un examen final que varios controles espaciados o que se tenga que hacer un trabajo. Tampoco es lo mismo que una actividad tenga un peso de un 20 % de la nota o tenga un 40 %. Cómo se evalúa pasa por determinar cuál es el producto final que se debe realizar, qué peso tiene cada parte y qué instrumento se utiliza para evaluarlo.

¿Por qué se evalúa? Esta es, posiblemente, la pregunta más importante. Con esta pregunta el alumnado da una razón de ser a todo el proceso de aprendizaje relacionado con la actividad o con el tema que se está desarrollando. Además, contextualiza su propio aprendizaje y le otorga un cierto valor que hace que sea necesario aprenderlo. A diferencia de las demás preguntas, que el docente puede proporcionar la respuesta; la respuesta a esta pregunta es propia de cada alumno.

Aunque las tres primeras preguntas puede resolverlas el docente, respecto a la última debe ser el alumno el que encuentre su propia respuesta.

4.1 Instrumentos de evaluación

A la hora de construir los diferentes instrumentos de evaluación nos hemos basado en los criterios de evaluación que trabajamos y que aparecen en las tablas 2, 4 y 6, que se

corresponden con la primera, la segunda y la tercera actividad respectivamente. Además, se han tomado los indicadores de logro presentes en el documento puente, adaptándolos según el contexto particular de cada una de las actividades.

Los diferentes instrumentos que se van a utilizar a lo largo de las diferentes actividades son los siguientes:

4.1.1 Tabla de evaluación

Uno de los instrumentos que se emplean para evaluar las diferentes tareas que realiza el alumnado es la tabla de evaluación. Se trata de un instrumento que relaciona los criterios de evaluación con indicadores de evaluación, y se analiza si se cumplen ciertos estándares o no se cumplen. Consideramos que es un instrumento de evaluación especialmente adecuado para evaluar aspectos cuantitativos y fácilmente observables, como si realiza una determinada tarea en un trabajo por escrito. Es por ello que se utiliza para evaluar los diferentes informes escritos que presentan los diferentes grupos.

Para realizarla, se han identificado los aspectos que deben aparecer en el informe.

Predice la mayor o menor flotabilidad utilizando la expresión matemática del principio de Arquímedes para resolver problemas relacionados con estas situaciones a partir de experiencias que pongan de manifiesto los conocimientos adquiridos, la iniciativa y la imaginación.		
Acción	Sí	No
Diferencia entre una propiedad intrínseca y una extrínseca		
Argumenta la importancia que tienen las propiedades intrínsecas para determinar propiedades de los materiales		
Reconoce de manera razonada la densidad como una propiedad intrínseca		
Razona por qué la densidad es especialmente útil para resolver el problema planteado		
Establece una relación matemática entre la densidad de un cuerpo desconocido y cantidades que se pueden determinar con facilidad		
Interpreta comportamientos físicos según el valor de las cantidades fácilmente determinables		
Describe un método para determinar la densidad basado en la expresión matemática obtenida		
Identifica el instrumento de medida adecuado para utilizar en su método		
Explica de manera razonada los pasos a seguir para calibrar el instrumento		
Realiza la calibración del instrumento		
Explica de manera razonada las limitaciones del instrumento construido		
Propone mejoras en el diseño del instrumento		
Realiza las mediciones adecuadas y presenta un método válido para resolver el problema		
Reflexiona y aplica métodos que minimicen el error de la medida		

Tabla 8: Ejemplo de tabla de evaluación empleado en el trabajo: tabla de evaluación de la actividad 1 correspondiente al criterio BL4. El resto se pueden encontrar en los anexos [G.1](#) y [H.2](#)

4.1.2 Rúbrica

El otro instrumento que emplearemos es la rúbrica. Aunque es similar a la tabla de evaluación en el sentido de que se establecen unos indicadores de evaluación, estos no son tan concretos. La rúbrica consideramos que es especialmente adecuada para evaluar todo aquello que se manifiesta de manera global y no es fácil de medir o no hay una vía única

para determinarlo como, por ejemplo, la calidad de las intervenciones en un debate o la correcta redacción de un texto.

Planificar tareas o proyectos propios del asignatura , individuales o colectivos, haciendo una previsión de recursos y tiempos ajustada a los objetivos propuestos, adaptarlo a cambios e imprevistos, evaluando el proceso y el producto final, y comunicar de forma personal los resultados obtenidos.				
Indicador	Experto	Avanzado	Principiante	Novel
Planifica y realiza, con iniciativa y de forma autónoma, algunas tareas o proyectos de investigación individuales o colectivos para resolver problemas relacionados con la física o la química, proponiendo acciones, señalando metas, previendo tiempos y recursos e identificando sus puntos fuertes y débiles.	Diseña mejoras y alternativas al diseño original en función de los problemas que pueden surgir.	Evalúa el diseño original en base a los puntos fuertes y débiles, detectando cuales son críticos a la hora de alcanzar las metas propuestas y cuales no. Aplica mejoras en aquellos aspectos que han detectado que son críticos.	Analiza los puntos fuertes y débiles del diseño original y como afectan estos al producto final y realiza cambios en el mismo, ayudado por el profesor o por otros compañeros	Comprende los puntos fuertes y débiles del diseño original y como afectan estos al producto final y realiza cambios en el mismo, ayudado por el profesor o por otros compañeros.

Tabla 9: Ejemplo de rúbrica. El resto de rúbricas se pueden encontrar en los anexos [F.1](#), [G.2](#) y [H.1](#)

4.2 Evaluación de las actividades

Aunque la nota esté calculada en base a esos tres aspectos, ninguno de esos tres aspectos tiene un peso específico en la calificación final, sino que en base a la información obtenida por los tres medios se valora, con ayuda de los instrumentos de evaluación presentes en el anexo [F](#), [G](#) y [H](#). Cada instrumento tiene el mismo peso en la nota final, pues todos los criterios son igual de importantes, y aunque haya indicadores que hagan referencia a uno solo de los elementos con los que se calcula la nota final, también hay algunos en los que se entremezclan los tres aspectos siendo imposible discriminar uno u otro. Por ejemplo: una persona ha podido participar de una manera muy activa en el foro aportando numerosas reflexiones y ayudando al resto de sus compañeros, pero en el informe grupal no se manifiesta esa participación o, al contrario, un grupo ha aportado numerosas reflexiones en su trabajo, pero sus miembros no han participado de la misma manera en su trabajo. En ambos casos, los alumnos tendrán la máxima calificación en la parte correspondiente de reflexión y aporte de nuevas ideas al proyecto, aunque las muestren en dos canales diferentes.

En cuanto a los instrumentos de evaluación empleados, cada criterio se evalúa empleando un instrumento diferente y se ha elegido atendiendo al tipo de información que se espera obtener. De esta manera, los aspectos más conceptuales (propios del bloque 4 para la actividad 1 y del bloque 2 para la actividad 3) se evalúan empleando un cuadro de evaluación, porque lo que se espera que haga el alumno se puede dividir en pequeños

objetivos fácilmente identificables y que no admiten interpretación: o se realizan o no se realizan.

En cambio hay ciertos criterios que se refieren a aspectos que no se pueden desgranar, ya que hacen referencia a actitudes o procedimientos en los que no hay una única manera de realizarlos correctamente, o no es necesario que se den todas las características que uno espera de un cierto comportamiento para que el alumno o la alumna no haya realizado aquello que se espera de él o ella de una manera ejemplar. Para estos aspectos se ha preferido el empleo de la rúbrica pues, a diferencia de la tabla de evaluación, describe actitudes o productos finales de una manera más general, haciendo hincapié en el producto como un todo y no en los aspectos más detallados del mismo. Se han empleado las rúbricas para los criterios correspondientes al bloque 1.

Tanto las tablas de evaluación se han realizado teniendo en cuenta los diferentes niveles cognitivos de la taxonomía de Bloom, alcanzando el nivel más alto el que es capaz de crear y diseñar nuevos contenidos a partir de aquello que ha aprendido y el nivel más bajo el que conoce en cierta manera aquello que está realizando.

Aún así, el empleo de las rúbricas plantea un problema, ya que es muy difícil realizar una rúbrica que refleje totalmente los aspectos que se espera que el alumnado. En los anexos [F.1](#), [G.2](#) y [H.1](#) se plantean ejemplos de rúbricas elaboradas a partir de los criterios de evaluación, los indicadores de logro y los diferentes grados de logro construidos de la manera indicada anteriormente, pero debemos ser conscientes como docentes que estas rúbricas se deben reelaborar de manera continua a lo largo de los diferentes cursos hasta encontrar una rúbrica que refleje correctamente aquello que se espera del alumnado a la hora de realizar la actividad.

En la [tabla 10](#) se muestra una relación entre los instrumentos de evaluación empleados en cada actividad y los productos que se emplean para evaluar dicha actividad.

Actividad	Instrumentos de evaluación	Productos evaluables
Actividad 1	Rúbricas y cuadros de evaluación del anexo F . En total hay 1 tabla de evaluación y 4 rúbricas	Participación en el foro. Libreta. Informe final.
Actividad 2	Rúbricas y cuadros de evaluación del anexo G . En total hay 1 tabla de evaluación y 3 rúbricas	Participación en el foro. Preguntas. Defensa. Libreta
Actividad 3	Rúbricas y cuadros de evaluación del anexo H . En total hay 1 tabla de evaluación y 7 rúbricas	Actividades realizadas. Libreta. póster.

Tabla 10: Resumen de la evaluación de las tres actividades propuestas en el trabajo. Hay que tener en cuenta que cada producto evaluable no tiene un peso específico, sino que proporciona información para evaluar los diferentes criterios de evaluación propuestos. Además, cada rúbrica y tabla de evaluación está asociada a un criterio de evaluación, por lo que todas ellas tienen el mismo peso en la calificación final.

4.3 Evaluación de la práctica docente

Otro aspecto importante es la valoración de la práctica docente. Consideramos importante que esta evaluación tenga dos componentes: un componente de autoevaluación y un componente de evaluación externa.

Respecto a la componente de la evaluación externa, el grupo más indicado para realizarla es el propio estudiantado que realiza las actividades. Al haber sido partícipes de ellas pueden detectar los problemas que han habido en la resolución de las diferentes actividades, los aspectos que no han quedado claros o incluso si les ha interesado o no. Es en este punto donde entra en juego otra de las funciones de la libreta del grupo, pues en ella (si se utiliza tal como se indica en las actividades) aparecerá reflejada mucha información sobre el desarrollo de las actividades que pueden ofrecer una idea de cómo es la percepción de la actividad por parte del alumnado.

Aún así, en el caso de las actividades presentadas, la libreta (y por tanto las valoraciones) son de un grupo, y no de las personas individuales. Si se quiere una opinión de cada alumno en particular lo mejor es pasar una encuesta corta con preguntas de respuesta más o menos largas donde se le pregunte al alumnado sobre las diferentes actividades que ha realizado. Este mismo cuestionario es recomendable que se pase poco después de acabar la actividad, ya que así la tienen más reciente y se acuerdan más de lo que han realizado. Se puede ver un modelo de encuesta en el anexo I.

En cuanto a la autoevaluación, esta se debe centrar en tres ejes: el rendimiento del alumnado (han podido realizar las actividades correctamente sin excesiva dificultad); el interés por parte del alumnado (el alumnado ha realizado las actividades con interés) y la percepción del alumno de la actividad (si el estudiantado ha podido responder correctamente a las preguntas presentes en la sección 4 y ha actuado en consecuencia). Si estos tres elementos dan unos resultados satisfactorios, entonces la actividad ha sido exitosa desde el punto de vista de la autoevaluación. En cambio, si alguno de estos falla, hay que tratar de averiguar dónde y tratar de subsanarlo. Para ello también son útiles las libretas de grupo.

5 Atención a la diversidad

No podemos pensar en el aula como un grupo homogéneo donde todos están al mismo nivel académico, sino como una mezcla de personas con diferentes capacidades, emociones o motivaciones. Es, por tanto, imprescindible enfocar y pensar todas las actividades que se realicen pensando en que existe un alumnado diverso.

Las actividades, tal como están planteadas, están pensadas para un grupo con capacidades diversas, pero ninguno necesita una atención individualizada (hasta nivel 2). Se ha preferido esta vía porque según el Decreto 104/2018, de 27 de julio, del Consell establece

que las medidas de atención a la diversidad de nivel 3 y nivel 4 se deben planificar, desarrollar y evaluar el equipo educativo, en coordinación con la tutoría y el Departamento de Orientación. En resumen, aquí se establecen todas las medidas de atención a la diversidad que se enfocan al grupo y consisten en todos los aspectos metodológicos y didácticos que se emplean para la realización de las diferentes actividades.

De esta forma, la atención a la diversidad en este caso se articula de la siguiente manera:

Trabajo colaborativo: Cada alumno tiene sus fortalezas y sus debilidades, y en un grupo estas se pueden equilibrar, pudiendo hacer que alumnos con menos capacidades o una menor motivación se impliquen más en las actividades gracias a la influencia que tienen los alumnos con mayores capacidades o con mayor interés. Aún así, es importante tener en cuenta que, si un grupo no está acostumbrado a trabajar en equipo, los conflictos que puedan surgir no se resolverán fácilmente. Por ello consideramos importante introducir, antes de realizar las diferentes actividades planteadas, algunas dinámicas para aumentar la cohesión del grupo y evitar así que surjan muchos conflictos¹⁴.

Diversidad de actividades: Relacionado con el trabajo colaborativo, las actividades propuestas no siempre se basan en la aplicación de un determinado concepto de física, de manera que incluso las personas con dificultades puedan realizar parte de las tareas propuestas, como aquellas relacionadas con la lectura de un texto, el visionado de un vídeo o el empleo de una simulación, mientras que en las actividades más complejas tiene el apoyo del alumnado más avanzado. De esta manera, este alumnado con dificultades puede integrarse en el grupo y trabajar como el resto de sus compañeros, aportando un punto de vista igual de válido que el del resto. Aún así, hay que tener en cuenta que si las dificultades son muy grandes es posible que este alumno necesite una adaptación individualizada, por lo que la actividad puede verse alterada según los criterios marcados por el Departamento de Orientación.

Diversidad en la evaluación: Como se ha dicho anteriormente, los diferentes criterios se valoran en función de diferentes instrumentos, pudiendo obtener una calificación máxima al hacer una determinada acción, independientemente del punto donde se ha hecho dicha acción. Así, un alumno puede aprovechar mejor sus propias fortalezas y aprovechar el canal que mejor le resulta, sin menospreciar el resto de canales, pues todos ellos son importantes para calcular la calificación final.

¹⁴Se pueden plantear desarrollar alguna de estas dinámicas antes del inicio de las actividades planteadas, pero lo más recomendable es que se realicen a lo largo del curso, ya sea en tutoría o en otras asignaturas donde se considere oportuno.

5.1 Un posible caso de atención a la diversidad de nivel 3: el que no dispone de conexión a internet en su domicilio

El decreto del estado de alarma y el paso de la docencia presencial a la docencia online, a pesar de evidenciar la gran adaptabilidad de los docentes ante una situación totalmente nueva, ha puesto de manifiesto la existencia de una brecha digital. Como se ha visto en la sección 3.5.3, el alumnado debe realizar las comunicaciones fuera del aula, por lo que, para este tipo de alumnado ello supone un problema que los discrimina frente al resto de la clase y que se debe resolver.

Una manera de resolverlo es que sea el portavoz el encargado de representar a todo el equipo en todas las comunicaciones en el foro. Se establecen las ideas clave de su trabajo y las tesis del grupo a la hora de defender una propuesta nueva antes de que finalice la sesión, de manera que el portavoz tiene las herramientas necesarias para defender la postura del grupo en los debates del foro.

Esta manera de trabajar también se puede extender al resto de grupos, pudiéndose resolver esta problemática sin necesidad de introducir una atención individualizada y empleando únicamente elementos de atención a la diversidad hasta el nivel 2 (medidas que afecten al grupo).

6 Conclusiones

La educación es uno de esos aspectos de la sociedad que debe cambiar. La sociedad del siglo XXI se ha convertido en una sociedad globalizada en un progreso continuo donde lo que era válido hace cinco años ya no lo es ahora, y la educación debe preparar a los futuros ciudadanos a este mundo de cambio constante desarrollando las competencias necesarias para que puedan adaptarse al desarrollo continuo de la sociedad, así como ser críticos con ello y evitar que llegue a un punto en el que el progreso continuo sea (aún más) perjudicial para el ser humano.

En consecuencia es necesario cambiar el centro de la educación de los contenidos a las competencias. De nada sirven el estudio detallado y pormenorizado de unos contenidos que están al alcance de cualquiera gracias a una búsqueda en internet o que, en el peor de los casos, ya no serán válidos dentro de un número determinado de años. Por el contrario, se debe potenciar el desarrollo de las habilidades necesarias que te permiten adaptarte a dichos cambios e, incluso, acceder y adquirir a determinados contenidos en el nivel de detalle que uno esté interesado.

Realizar estos cambios no es tarea fácil, y más cuando la ley no ayuda demasiado. Es verdad que el trabajo por competencias aparece como una necesidad dentro de la propia legislación, pero ello no concuerda con los diferentes criterios de evaluación y estándares de aprendizaje que aparecen posteriormente en el currículum. Incluso la propia distribución

de contenidos no parece tener mucho sentido, ya que, en el caso de la física, ni siquiera abarca todos los fenómenos cotidianos dejando de lado, por ejemplo, la óptica (que el único curso donde se da es en 2º de bachillerato).

Asimismo, es conveniente revisar los contenidos de la parte de física de la asignatura de Física y Química, y que dejen de estar tan centrados en la mecánica (entendiendo mecánica como cinemática, dinámica y energía) para trabajar otros aspectos relacionados con la sostenibilidad como el cambio climático o los desastres naturales, pudiendo trabajar así la Educación para el Desarrollo Sostenible dentro de la asignatura de una manera integral, que no solo abarque la metodología, sino también los propios contenidos de la asignatura.

Eso deja la labor del cambio educativo en manos de los docentes, que deben tener la imaginación para llevar la realidad al aula e incluso experimentar con ella. Aquí se ha propuesto una metodología y unos pocos materiales, pero hay muchas metodologías activas (Aprendizaje Basado en Proyectos, Aprendizaje Basado en Problemas...) que se pueden aplicar muy bien en la asignatura de Física y Química pudiendo construir así unidades didácticas con una gran diversidad metodológica y trabajando el currículum desde otra perspectiva. De este modo se consigue una educación activa, pues es el alumno el que construye su propio aprendizaje y lo más importante; inclusiva, ya que permite que estudiantado de diferentes características participe de la misma manera del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Bibliografía

- Agbedahin, A. V. (2019). Sustainable development, Education for Sustainable Development, and the 2030 Agenda for Sustainable Development: Emergence, efficacy, eminence, and future. *Sustainable Development*, 27(4), 669-680. <https://doi.org/10.1002/sd.1931>
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Scotter, P. V., Powell, J. C., Westbrook, A. & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, Co: BSCS*, 5, 88-98.
- de Jong, T., Sotiriou, S. & Gillet, D. (2014). Innovations in STEM education: the Go-Lab federation of online labs. *Smart learning environments*, 1(3). <https://doi.org/10.1186/s40561-014-0003-6>
- Eltanahy, M. & Forawi, S. (2019). Science Teachers' and Students' Perceptions of the Implementation of Inquiry-Based Learning Instruction in a Middle School in Dubai. *Journal of Education*, 199(1), 13-23. <https://doi.org/10.1177/0022057419835791>
- Firman, M. A., Ertikanto, C. & Abdurrahman, A. (2019). Description of meta-analysis of inquiry-based learning of science in improving students' inquiry skills. *Journal*

- of Physics: Conference Series*, 1157(2). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/2/022018>
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H. & Briggs, D. C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- Klahr, D. & Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12(1), 1-48. [https://doi.org/10.1016/0364-0213\(88\)90007-9](https://doi.org/10.1016/0364-0213(88)90007-9)
- Li, Q., Moorman, L. & Dyjur, P. (2010). Inquiry-based learning and e-mentoring via videoconference: A study of mathematics and science learning of Canadian rural students. *Educational Technology Research and Development*, 58(6), 729-753. <https://doi.org/10.1007/s11423-010-9156-3>
- Lim, B. R. (2004). Challenges and issues in designing inquiry on the Web. *British Journal of Educational Technology*, 35(5), 627-643. <https://doi.org/10.1111/j.0007-1013.2004.00419.x>
- Monereo, C., Castelló, M. & Gómez, I. (2009). La evaluación como herramienta de cambio educativo: evaluar las evaluaciones. En *Pisa como excusa. Repensar la evaluación para cambiar la enseñanza*. Graó.
- Navarra Ordoño, A. (2019). *Devaluación continua. Informe urgente sobre alumnos y profesores de Secundaria (1ª)*. Avda. Diagonal, 662-664 – 08034 Barcelona, Ed. Tusquets.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C. & 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>
- Pujolàs, P., Lago, J. R., Naranjo, M., Pedragosa, O., Riera, G., Soldevila, J., Olmos, G., Torner, A. & Rodrigo, C. (2011). *El programa CA/AC ("cooperar para aprender/aprender a cooperar") para enseñar a aprender en equipo*. <https://www.elizalde.es/wp-content/uploads/izapideak/CA-ACprograma.pdf>
- Pujolàs Maset, P. (2008). Cooperar per aprendre i aprendre a cooperar: el treball en equips cooperatius com a recurs i com a contingut. *Suports: revista catalana d'educació especial i atenció a la diversitat*, 12(1), 21-37.
- Ramnarain, U. D. (2014). Teachers' perceptions of inquiry-based learning in urban, suburban, township and rural high schools: The context-specificity of science curriculum implementation in South Africa. *Teaching and Teacher Education*, 38, 65-75. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.11.003>
- Rodríguez Pérez, C., Álvarez García, D. & Bernardo, A. (2011). Modelos psicológicos del proceso de enseñanza y aprendizaje. En *Psicología para el profesorado de Educación Secundaria Obligatoria* (pp. 115-137). Ed. Pirámide.

- Sanmartí, N. & Marchán-Carvajal, I. (2014). ¿Cómo elaborar una prueba de evaluación escrita? *Alambique*, 78(cuadro 1), 1-10.
- Sanmartí, N. (2010). *Avaluar per aprendre. L'avaluació per millorar els aprenentatges de l'alumnat en el marc del currículum per competències*. Direcció General de l'Educació Bàsica i el Batxillerat, Departament d'Educació, Generalitat de Catalunya.
- Silm, G., Tiitsaar, K., Pedaste, M., Zacharia, Z. P. & Papaevripidou, M. (2017). Teachers' readiness to use Inquiry-Based Learning: an investigation of teachers' sense of efficacy and attitudes toward Inquiry-Based Learning. *Science Education International*, 28(4), 315-325.
- UNESCO. (2017). *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Objetivos de Aprendizaje*.
- UNESCO. (2018). *Issues and trends in Education for Sustainable Development*.
- White, B. Y. & Frederiksen, J. R. (1998). Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students. *Cognition and Instruction*, 16(1), 3-118. https://doi.org/10.1207/s1532690xci1601_2

Anexos

A Fases propuestas según diferentes enfoques de la metodología IBL

Enfoque inductivo (Bybee et. al., 2006)		Enfoque deductivo (White & Frederiksen, 1998)	
Fases	Descripción	Fases	Descripción
Motivación	Propuesta de actividades para promover la curiosidad y adquirir los conocimientos previos necesarios	Cuestionar	Formular una pregunta que pueda conducir a un mejor conocimiento del tema del que tienen curiosidad
Exploración	A partir de los conocimientos previos, y con la ayuda del profesor, los estudiantes generan nuevas ideas e indagan sobre nuevas cuestiones, diseñando una investigación preliminar.	Predecir	Elaborar una hipótesis sobre lo que puede ocurrir respecto al tema planteado en la pregunta de la fase anterior.
Explicación	Los estudiantes explican lo que han aprendido, y el profesor puede introducir conceptos, guiándolos hacia una comprensión más profunda	Experimentar	Diseñar experimentos (reales o virtuales) que puedan corroborar la hipótesis formulada.
Elaboración	A través de nuevas actividades, y aplicando sus nuevos conocimientos, los estudiantes desarrollan una comprensión aún más profunda del nuevo concepto	Modelizar	Analizar los resultados obtenidos para construir un modelo conceptual, incluyendo leyes científicas que puedan predecir y explicar lo que han encontrado.
Evaluación	Anima a los estudiantes a valorar su aprendizaje y sirve al profesor para evaluar si los estudiantes han alcanzado los objetivos	Aplicar	Utilizar su modelo en diferentes situaciones para investigar su utilidad y encontrar sus limitaciones. Estas limitaciones suponen nuevas vías de investigación que permiten cerrar el ciclo.

B Acta del grupo: estructura y ejemplo

1. Nombre del grupo.
2. Miembros del grupo y rol de cada miembro. Los roles son los establecidos en la sección [2.4.1](#)
3. Normas del grupo. Las normas de cada grupo son personales, y se establecen a partir de lo que han escrito previamente que no les gusta de trabajar en equipo. Por ejemplo, si hay un número de personas que les molesta que haya gente que trabaje mucho mientras que otros no trabajan, se puede establecer como norma que cada miembro se debe encargar de una parte del trabajo, aunque después todos tengan que revisarlo. Respecto a las normas, el incumplimiento sistemático de una de ellas es causa suficiente para que el miembro que las incumple abandone el grupo y continúe su actividad de manera individual.

4. Responsabilidad de cada miembro en el cumplimiento de las normas. Para que las normas se cumplan debe haber un miembro responsable que se encargue de su cumplimiento. Por ejemplo, en el caso anterior, alguien debe asegurarse que todos tienen aproximadamente la misma carga de trabajo, por ejemplo, repartiendo el trabajo entre los miembros.
5. Firma de cada miembro.
 1. Nombre del grupo: Los cinéticos.
 2. Miembros del grupo y rol de cada miembro:
 - Mario Pérez Juan: Portavoz.
 - Sandra Esteve Sanchis: Coordinadora.
 - Anna Estruch García: Finalizadora.
 - Sergi Mas Alandete: Secretario.
 3. Normas del grupo: Después de debatirlo, hemos llegado a la conclusión que las siguientes conductas no solo nos desagradan sino que pueden entorpecer y perjudicar el trabajo de todos. De este modo, en nuestro grupo se deben cumplir las siguientes normas:
 - (a) El trabajo que se realice en casa se debe dar al secretario al menos dos días antes de que acabe el plazo de entrega.
 - (b) Para aportar una opinión debes esperar a que otro acabe.
 - (c) No se permiten intervenciones que duren más de 2 minutos.
 - (d) No se escribe ni se entrega nada si no tiene el visto bueno de todos los miembros del grupo.
 4. Responsables del cumplimiento de las normas:
 - (a) Sergi Mas Alandete.
 - (b) Sandra Esteve Sanchis.
 - (c) Anna Estruch García.
 - (d) Mario Pérez Juan.

C Materiales de la actividad 1

C.1 Enunciado de la actividad

Enunciado: Se acerca el cumpleaños de tu pareja y quiere regalarle algo. Ya hacía tiempo que quería un anillo nuevo, porque uno de los que suele llevar está hecho polvo,

así que decides comprarle uno. No obstante ha especificado que es alérgico a ciertos metales y, por tanto, si el anillo es metálico, tendrá que ser de acero (de otra manera, no se lo podrá poner).

Después de haber recorrido toda la ciudad buscando un anillo encuentras, en una tienda pequeña, un anillo que es perfecto, pero tiene un problema: es de metal, y nadie sabe la composición del anillo (no aparece indicada en la etiqueta y en la tienda nadie sabe decírtela). Como no es demasiado caro, y te dan la posibilidad de devolverlo, te arriesgas y lo compras.

Pero no está todo perdido. ¿Qué método utilizarías para saber si puedes regalar el anillo a tu pareja?

Preguntas

- Explica cual es la situación del problema.
- ¿Qué se quiere averiguar?
- ¿Para qué se quiere averiguar?
- ¿Cómo crees que encaja este problema con lo que has estudiado hasta ahora?

C.2 Preguntas para la formulación de las hipótesis

1. Define qué es una propiedad intrínseca y una propiedad extrínseca. Clasifica las siguientes cantidades según sean intrínsecas o extrínsecas: densidad, temperatura, calor específico, fuerza, intensidad de corriente, cantidad de sustancia, masa molar.
2. ¿Por qué las magnitudes intrínsecas son útiles para determinar la composición de un cierto objeto?
3. A partir de lo que sabes del Principio de Arquímedes, deduce una relación entre el peso aparente de un cuerpo y su densidad.
4. ¿Qué instrumento usarías para medir el peso aparente? Haz un diseño de cómo sería el montaje.

C.3 Tareas a realizar para la calibración del dinamómetro

- ¿En qué consiste calibrar un instrumento?
- Lee atentamente la siguiente frase: "Un instrumento mal calibrado no solo proporciona, en general, medidas erróneas y que no son fiables, sino que es posible que el instrumento esté haciendo un esfuerzo demasiado grande para realizar la medida, lo que puede ocasionar que el instrumento se estropee más rápido o incluso que se

rompa". ¿Estás de acuerdo? ¿Qué otras consecuencias piensas que puede tener un instrumento mal calibrado si se toman sus medidas como verdaderas?

Una vez han contestado a estas preguntas, se calibra el dinamómetro, siguiendo los siguientes pasos:

1. Toma diferentes pesos de los cuales conozcas la masa. (al menos 5)

Masa 1	Masa 2	Masa 3	Masa 4	Masa 5	...
					...

2. Colócalos en el dinamómetro con diferentes combinaciones y mide cuánto se ha deformado (elongación) la goma.

Masa	Elongación

3. Representa gráficamente los datos y observa que se aproxima a una recta.

Una vez realizada la calibración, responde a las siguientes preguntas:

1. ¿Por qué es útil medir la deformación de un objeto elástico para medir una fuerza?
¿Qué ley física se aplica en este caso?
2. ¿Qué significa calibrar un instrumento?
3. ¿Por qué la calibración es importante?
4. ¿Por qué crees necesario que haya una referencia para calibrar un instrumento?

C.4 Tareas a realizar para determinar la densidad del anillo

1. Basándote en el trabajo realizado hasta ahora, elabora una lista de aquello que necesitas para averiguar la densidad del anillo.
2. Para cada elemento de la pregunta anterior, describe el método que usarías para medirla y el instrumento que necesitarías.
3. Imagina que en casa solo tuvieras a disposición el dinamómetro que acabas de construir. ¿Se podría determinar así la densidad del anillo? Justifica tu respuesta describiendo los cambios que harías respecto a la actividad anterior.

Una vez han contestado a estas preguntas, realizan las medidas correspondientes:

1. Determina el valor de las magnitudes escritas en el apartado 2, asignando a cada valor el error que consideres oportuno.

2. Calcula el valor de la densidad del anillo, con su correspondiente error.
3. Compara el valor de dicha densidad con la del acero y otros metales como la plata y el oro.

C.5 Guión de explicación para la octava sesión

1. Explicar el hecho de que cada medida tiene asociado un error y cómo se expresa matemáticamente dicho error.
2. Explicar la diferencia entre una medida directa y una indirecta. Como ejemplo de medida directa se puede emplear una regla, y como medida indirecta se puede emplear el propio dinamómetro empleado en clase, ya que con él no se mide directamente la fuerza, sino la elongación de la goma.
3. Explicar como se obtiene el error en medidas directas a través de la precisión del instrumento de medida y cuántas cifras significativas debemos emplear en función de la precisión de dicho instrumento.
4. Presentar una fórmula para calcular el error de magnitudes indirectas relacionadas a través de productos (las que van a utilizar). La expresión que deben utilizar es:

$$\epsilon(\rho_{anillo}) = \rho_{anillo} \left(\frac{\epsilon P_{aparente}}{P_{aparente}} \right) \quad (1)$$

Para asegurarse que han entendido el concepto del error pueden realizar el siguiente cuestionario (está escrito de manera que la respuesta correcta es siempre la primera, aunque a la hora de presentarlo al alumnado se puede cambiar el orden):

1. ¿Por qué son importantes los errores en física (y en cualquier ciencia experimental)?
 - Porque toda medida experimental tiene asociado un error.
 - Porque las gráficas y los resultados quedan más bonitos cuando hay errores.
 - Porque las medidas experimentales de magnitudes dimensionales (es decir, que tienen unidades) tienen asociado un error. Las magnitudes adimensionales (sin unidades) no se pueden medir de forma directa.
 - En verdad no son importantes. En física se trabaja siempre con expresiones matemáticas, que son exactas.
2. ¿Cuál de estos aspectos NO es cierto respecto a las medidas directas?

- Su error viene determinado exclusivamente por la precisión del instrumento de medida.
 - Su error marca el número de cifras significativas que podemos emplear.
 - En general no es necesario aplicar fórmulas matemáticas para determinar su error.
 - Se corresponden con las lecturas que obtenemos directamente de los instrumentos de medida.
3. Tenemos un instrumento de medida de grandes distancias que tiene una precisión de 100 m. ¿Cuáles de las siguientes longitudes se pueden medir con este instrumento con una precisión razonable (ni excesiva ni insuficiente)?
- La distancia entre Castellón y las poblaciones colindantes.
 - La longitud de las calles del centro de Castellón.
 - La longitud del pasillo de una casa.
 - La longitud de la antigua Ruta de la Seda.
4. En la fórmula del error de la densidad que se ha presentado no aparece el error asociado al peso ni a la densidad del agua. ¿Por qué?
- Se considera que su medida es mucho más precisa que las otras y, por tanto, su influencia en el error es mínima.
 - Son medidas exactas. No tienen error.
 - No influyen en el cálculo del error.
 - No las hemos medido, y en el cálculo del error se ponen solo las magnitudes que se han medido.

C.6 Estructura del informe de la actividad 1

1. Portada
2. índice
3. Actividades realizadas comentadas
 - (a) Cambios que se han realizado respecto de la versión del foro.
 - (b) Justificación de dichos cambios.
4. Conclusiones
5. Reflexión colectiva

- (a) Reflexión de la actividad.
- (b) Reflexión del trabajo en equipo.

D Materiales de la actividad 2

D.1 Documento de la cafetera italiana y preguntas comunes

En cualquier cocina de casa donde se beba café de manera regular podemos encontrar un utensilio que, con ayuda de la física, te permite obtener un café delicioso de una manera simple y rápida. Se trata de la cafetera italiana o moka y desde que se inventó en 1933 se ha extendido por todo el mundo.

Gran parte del éxito de la cafetera se debe a su diseño simple. Consta de dos compartimentos separables y un filtro entre ambos, donde se añade el café molido. Para elaborar café se debe añadir agua en el compartimento inferior hasta la válvula de seguridad. Después, se coloca el filtro y se añade el café. En último lugar, se coloca en el fuego y se espera a que el café salga al compartimento superior. (2)

¿Cómo es posible que el café salga por el compartimento superior? Para entender esto, lo primero que debemos comprender es que, cuando cerramos la cafetera, el compartimento inferior está sellado por todas partes excepto por un conducto fino que sirve para que pase el agua hasta el filtro. Al llenar el compartimento de agua, el aire del interior se queda enerrado en el compartimento sin posibilidad de salir.

Entonces, al añadir la cafetera al fuego, el agua empieza a evaporarse, aumentando la cantidad de gas que hay en el compartimento. Además, como está en el fuego, la temperatura del interior aumenta. En consecuencia, el gas tiende a expandirse: aumenta la presión y, a causa de este aumento de presión, el vapor empuja el agua que asciende hacia el filtro.

Aunque la cafetera se haya inventado en el siglo pasado, ya desde el siglo XVII se sabía que un gas a una determinada presión es capaz de elevar un líquido a una determinada altura, siendo la altura que alcanza el líquido directamente proporcional a la presión del gas e inversamente proporcional a la densidad del líquido en cuestión. Utilizando esta propiedad es como se han medido históricamente la presión de un gas, comparándola con la presión atmosférica.

Volviendo a la cafetera italiana, nos hemos quedado con que el agua ascendía hacia el filtro debido al aumento de la presión en el compartimento inferior. En su desplazamiento, el agua atraviesa el filtro donde se encuentra el café, disolviendo las sustancias solubles del mismo. Para que el café tenga la intensidad adecuada, se debe poner el café molido fino y no se debe pensar, ya que de esta manera el agua atraviesa más superficie de café sin que tenga el camino bloqueado.

Esto es como describiríamos nosotros el funcionamiento de la cafetera si la observáramos desde fuera, pero si la observáramos desde dentro, observando cómo se mueven las partículas, la película sería diferente.

En primer lugar, distinguiríamos dos tipos de partículas, unas en estado líquido y otras en estado gaseoso. Las partículas, aunque están en movimiento, están juntas y están colisionando entre sí constantemente. En cambio, las partículas en estado gaseoso se mueven libremente y raramente colisionan entre sí.

Entonces observaríamos dos fenómenos: en primer lugar, veríamos como hay cada vez más partículas que estaban en estado líquido y que pasan al estado gaseoso y también veríamos cómo las partículas en estado gaseoso se mueven cada vez más rápido. Entonces, las colisiones con el líquido aumentan, y veríamos cómo las partículas de gas empujan a las del líquido hacia abajo (desplazándose el líquido hacia el filtro).

Aunque el uso de la cafetera sea sencillo, también conlleva algunos peligros. Uno de ellos, el más importante, es compartido por todos aquellos utensilios que funcionan aumentando la presión del interior (como, por ejemplo, la olla exprés). Si la presión en el interior es demasiado grande, es posible que las paredes que mantenían el compartimento sellado cedan de manera violenta, haciendo que la cafetera explote. Es por ello que se añade una válvula de seguridad con la que te puedes asegurar que la presión en el interior no sea demasiado grande.

Para que la válvula de seguridad sea efectiva, se debe introducir el agua por debajo de la válvula, ya que si se llena demasiado, la válvula puede no funcionar.

Preguntas:

- ¿Qué significa que el compartimento inferior esté sellado? ¿Podrá salir el gas? ¿Aumentará el volumen?
- En el texto aparecen dos explicaciones posibles al funcionamiento de la cafetera: una hace referencia a magnitudes macroscópicas, como la presión, mientras que la otra hace referencia a magnitudes microscópicas como el número de partículas. Identifica cada una de estas magnitudes y relaciona aquellas que describen el mismo fenómeno. Ayúdate de la simulación https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_en.html para establecer dichas relaciones.
- Con la simulación https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_en.html, ¿qué ocurre cuando aumentamos la presión? Relaciona lo que has observado con la necesidad de una válvula de seguridad para la cafetera.
- Aunque la cafetera no sea un sistema isócoro (el volumen no es constante), sí que se puede entender qué ocurre dentro de la cafetera si lo aproximamos a un sistema isócoro. Para ello, usando la simulación https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_en.html y haciendo que el volumen sea

constante, ¿cómo varía la presión cuando aumentamos la temperatura? ¿Qué ley de los gases ideales satisface? Compruébalo haciendo una representación gráfica usando 5 medidas de temperatura y presión. ¿Por qué el comportamiento del gas en el interior de la cafetera no se puede entender como un sistema a volumen constante?

E Materiales de la actividad 3

E.1 Preguntas del vídeo

- ¿Qué significan en castellano o valenciano los siguientes términos?: Fall, soil, bind, layer, weak, foundation, landslide, settling.
- ¿Qué es el permafrost? ¿Qué es la capa activa (active layer)?
- ¿Qué tipo de formaciones son típicas de los lugares situados sobre el permafrost?
- ¿Qué consecuencias medioambientales tiene el deshielo del permafrost?
- ¿Puede ser que la diferente densidad entre el agua líquida y el hielo influya en estas consecuencias? Justifica la respuesta.

E.2 Preguntas de la simulación

- A partir de la simulación https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_es.html, para el neón, observa como se distribuyen las partículas cuando están en estado sólido de cuando están en estado líquido. ¿Qué estado es más denso?
- Cambia de molécula al argón y al oxígeno y comprueba que tanto en un caso como en el otro, ocurre lo mismo que ocurre con el neón.
- Cambia ahora al agua, y observa cómo se distribuyen las moléculas cuando están en estado sólido y cuando están en estado líquido. ¿Cuál es más denso? ¿Por qué?
- ¿Encuentras algún patrón en la forma de ordenarse las moléculas? En caso de no distinguirla, busca información en internet sobre la estructura cristalina del hielo y dibujala en la libreta.
- Encuentra la temperatura a la que el agua es más densa.

E.3 Temas de los que debe tratar el póster

- Qué es el permafrost. Se puede complementar con imágenes de las formaciones típicas que aparecen en los suelos situados sobre el permafrost.

- Por qué se está perdiendo el permafrost. Se debe explicar de forma breve cómo el calentamiento global afecta al permafrost.
- Consecuencias a nivel medioambiental. Deben enunciarlas y buscar imágenes que representen esos problemas.
- Consecuencias a nivel estructural. Deben enunciarlas y buscar imágenes que representen esos problemas.
- Consecuencias a nivel del cambio climático. Deben explicar brevemente como afecta la fusión del permafrost al cambio climático, acompañándolo de alguna imagen.
- Acciones responsables. Cada grupo debe proponer 2 acciones personales que podamos hacer para no contribuir a dicho problema y 2 acciones que deben realizar los diferentes gobiernos para no contribuir a dicho problema.

F Instrumentos de evaluación de la primera actividad

F.1 Rúbricas

Planificar tareas o proyectos propios del asignatura , individuales o colectivos, haciendo una previsión de recursos y tiempos ajustada a los objetivos propuestos, adaptarlo a cambios e imprevistos, evaluando el proceso y el producto final, y comunicar de forma personal los resultados obtenidos.			
Indicador	Experto	Avanzado	Principiante
Planifica y realiza, con iniciativa y de forma autónoma, algunas tareas o proyectos de investigación individuales o colectivos para resolver problemas relacionados con la física o la química, proponiendo acciones, señalando metas, previendo tiempos y recursos e identificando sus puntos fuertes y débiles.	Diseña mejoras y alternativas al diseño original en función de los problemas que pueden surgir. Asume su rol con responsabilidad.	Evalúa el diseño original en base a los puntos fuertes y débiles, detectando cuales son críticos a la hora de alcanzar las metas propuestas y cuales no. Aplica mejoras en aquellos aspectos que han detectado que son críticos. Asume su rol con responsabilidad.	Analiza los puntos fuertes y débiles del diseño original y como afectan estos al producto final y realiza cambios en el mismo, ayudado por el profesor o por otros compañeros. Asume su rol con responsabilidad
			Novel
			Comprende los puntos fuertes y débiles del diseño original y como afectan estos al producto final y realiza cambios en el mismo, ayudado por el profesor o por otros compañeros.

Participa en intercambios comunicativos en el ámbito del área utilizando un lenguaje no discriminatorio			
Indicador	Experto	Avanzado	Principiante
Se comunica con iniciativa y comparte información y contenidos digitales de forma colaborativa, utilizando herramientas TIC y entornos virtuales de diversa índole, para construir un producto o tarea colectiva.	Participa de forma activa en el foro aportando sus propias ideas y dando feedback al resto de compañeros con el propósito de mejorar, argumentando siempre su respuesta y aportando recursos que pueden ayudarles.	Participa de forma activa en el foro aportando sus propias ideas, argumentando siempre su respuesta y aportando recursos que pueden ser útiles	Participa de forma regular en el foro aportando sus propias ideas, argumentando su respuesta.
			Novel
			Participa de manera esporádica en el foro aportando sus propias ideas.
Se comporta correctamente, por propia iniciativa y justificando las razones, en los espacios comunicativos, divulgando buenas prácticas entre sus compañeros y denunciando situaciones de riesgo como el ciberacoso	Siempre escribe empleando un lenguaje adecuado y respetuoso, y promueve dentro del foro el empleo de dicho lenguaje, denunciando las malas prácticas del resto de sus compañeros	Siempre escribe empleando un lenguaje adecuado y respetuoso y promueve dentro del foro el empleo de dicho lenguaje	Siempre escribe empleando un lenguaje adecuado y respetuoso.
			Novel
			Escribe empleando un lenguaje que no es ofensivo, pero en algunas ocasiones no es el adecuado.

Reconocer la terminología conceptual propia del área y utilizarla correctamente en actividades orales y escritas.			
Indicador	Experto	Avanzado	Principiante
	Comunica sus ideas, discute razonadamente y argumenta, en debates, trabajos y proyectos sobre temas de carácter científico, utilizando el lenguaje y el vocabulario específico de la materia en estudio propio de su nivel, tanto oralmente como por escrito	Para explicar sus ideas emplea siempre un vocabulario propio de la física y la química, utilizándolo de manera precisa y sin errores	Para explicar sus ideas emplea siempre un vocabulario propio de la física y la química sin errores

Realizar de forma eficaz tareas propias del área, teniendo iniciativa para emprender y proponer acciones responsables, mostrando curiosidad e interés durante su desarrollo y actuando con flexibilidad buscando soluciones alternativas.			
Indicador	Experto	Avanzado	Principiante
	Muestra curiosidad e interés durante la planificación y el desarrollo de tareas o proyectos del nivel educativo en los que participa.	Añade siempre contenido adicional fruto de su investigación personal, reflexionando sobre dicho contenido y sus implicaciones que tiene tanto por su relación con el tema como por su relación con el mundo	Añade contenido adicional fruto de su investigación personal

F.2 Cuadro de evaluación

Predice la mayor o menor flotabilidad utilizando la expresión matemática del principio de Arquímedes para resolver problemas relacionados con estas situaciones a partir de experiencias que pongan de manifiesto los conocimientos adquiridos, la iniciativa y la imaginación.		
Acción	Sí	No
Diferencia entre una propiedad intrínseca y una extrínseca		
Argumenta la importancia que tienen las propiedades intrínsecas para determinar propiedades de los materiales		
Reconoce de manera razonada la densidad como una propiedad intrínseca		
Razona por qué la densidad es especialmente útil para resolver el problema planteado		
Establece una relación matemática entre la densidad de un cuerpo desconocido y cantidades que se pueden determinar con facilidad		
Interpreta comportamientos físicos según el valor de las cantidades fácilmente determinables		
Describe un método para determinar la densidad basado en la expresión matemática obtenida		
Identifica el instrumento de medida adecuado para utilizar en su método		
Explica de manera razonada los pasos a seguir para calibrar el instrumento		
Realiza la calibración del instrumento		
Explica de manera razonada las limitaciones del instrumento construido		
Propone mejoras en el diseño del instrumento		
Realiza las mediciones adecuadas y presenta un método válido para resolver el problema		
Reflexiona y aplica métodos que minimicen el error de la medida		

G Instrumentos de evaluación de la actividad 2

G.1 Cuadro de evaluación

BL2.3. Establecer las relaciones entre las variables de las que depende el estado de un gas para justificar su comportamiento e interpretar las gráficas que las relacionan empleando el modelo-cinético molecular y las leyes de los gases.		
Pregunta	Sí	No
¿Comprende el significado de cada término de la ecuación de los gases ideales y sus unidades?		
¿Entiende la relación que existe entre cada uno de los términos?		
¿Distingue las magnitudes macroscópicas de las magnitudes microscópicas?		
¿Explica la relación existente entre lo que sucede a pequeña escala y lo que sucede a gran escala en un gas?		
¿Explica la importancia que tiene el comportamiento de los gases en el funcionamiento de la cafetera?		
¿Describe el funcionamiento de la cafetera según un modelo macroscópico y según un modelo microscópico?		
¿Se ayuda de leyes físicas, con sus expresiones matemáticas, para explicar dicho funcionamiento?		
¿Identifica la utilidad de todas las partes de la cafetera?		
¿Explica, basándose en principios físicos, el funcionamiento óptimo de la cafetera		

G.2 Rúbricas

B.L1.2 Expresar oralmente textos previamente planificados, propios del asignatura, con una pronunciación clara, para transmitir de forma organizada sus conocimientos con un lenguaje no discriminatorio.				
Indicador	Experto	Avanzado	Principiante	Novel
Planifica la elaboración de textos orales de contenido científico del nivel educativo ajustándose a las propiedades textuales de cada tipo y situación comunicativa.	Elabora respuestas adecuadas a las preguntas de manera que se conteste de forma breve y clara a la pregunta en cuestión, además de elaborar respuestas adecuadas a las preguntas planteadas por los compañeros	Elabora respuestas a las preguntas de manera que conteste de forma breve y clara a la pregunta en cuestión, pero en algunas (no más de dos) de las preguntas de sus compañeros no se circunscribe a la pregunta, se deja información clave o no la explica con claridad.	Elabora respuestas a las preguntas de manera que conteste de forma breve y clara a la pregunta en cuestión, pero en algunas (más de dos) de las preguntas de sus compañeros se circunscribe a la pregunta, se deja información clave o no la explica con claridad.	Elabora respuestas claras y breves a las preguntas, aunque en algunas (no más de dos) no se circunscribe a la pregunta, se deja información clave o no la explica con claridad.
Pronuncia con claridad y aplica las normas de la prosodia y la corrección gramatical del nivel educativo cuando expresa oralmente textos de contenido científico.	Utiliza la entonación, la variación del ritmo y las pausas para dar énfasis a los puntos clave de las respuestas y es capaz de captar la atención del resto de los alumnos utilizando un tono de voz adecuado	En su discurso varía la entonación, el ritmo y establece pausas en el discurso. El tono de voz es lo suficientemente alto para que el discurso llegue de forma clara a todos los alumnos	Realiza un discurso monótono y plano con un tono de voz adecuado y con pronunciación clara	Realiza un discurso monótono y plano con un tono de voz adecuado, pero la pronunciación en ocasiones no es clara.
Transmite de forma organizada sus conocimientos utilizando un lenguaje no discriminatorio cuando expresa oralmente textos de contenido científico del nivel educativo.	Distribuye las ideas principales y secundarias de la respuesta de manera adecuada, separándolas con claridad. Conecta dichas ideas con una gran diversidad de conectores, explicando si es necesario aquellos términos que pueden quedar menos claros. Emplea siempre un lenguaje respetuoso y no discriminatorio	Distribuye las ideas principales y secundarias de la respuesta de manera adecuada, separándolas con claridad. Ocasionalmente emplea conectores para enlazar las ideas y puede haber términos que no queden del todo claros.	Distribuye las ideas principales y secundarias de la respuesta de manera adecuada, aunque la separación puede no ser clara. No utiliza conectores para enlazar las ideas o utiliza muy pocos. Utiliza un lenguaje respetuoso	Utiliza un lenguaje respetuoso.

Colaborar y comunicarse para construir un producto o tarea colectiva compartiendo información y contenidos digitales, utilizando las TIC, aplicando buenas formas de conducta en la comunicación; y prevenir, denunciar y proteger a otros de las malas prácticas como el ciberacoso.			
Indicador	Experto	Avanzado	Principiante
Se comunica con fluidez y autonomía y comparte información y contenidos digitales de forma colaborativa, utilizando herramientas TIC y entornos virtuales de aprendizaje abiertos, para construir un producto o tarea colectiva, empleando siempre un lenguaje respetuoso y no discriminatorio	Participa de forma activa en el foro, aportando reflexiones, recursos digitales o apreciaciones que pueden ayudar al resto de compañeros. Además, detecta los casos en los que se esté empleando un lenguaje discriminatorio y actúa denunciándolo en el mismo foro	Participa de forma activa en el foro, aportando reflexiones, recursos digitales o apreciaciones que pueden ayudar al resto de compañeros, empleando siempre un lenguaje respetuoso y no discriminatorio.	Su cuota de participación se restringe a la necesaria, presentada siempre en tiempo y forma. Emplea siempre un lenguaje no discriminatorio.
Reconocer la terminología conceptual propia del área y utilizarla correctamente en actividades orales y escritas.			
Indicador	Experto	Avanzado	Principiante
Comunica sus ideas y discute razonadamente sobre problemas de carácter científico utilizando correctamente el lenguaje científico y el vocabulario específico del tema en estudio propio de su nivel, tanto oralmente como por escrito.	Reconoce y utiliza siempre el vocabulario propio de la física	Reconoce y utiliza siempre el vocabulario propio de la física en textos planificados (textos escritos y presentaciones orales), pero cuando se trata de textos no planificados lo utiliza con menor fluidez	Reconoce y utiliza siempre el vocabulario propio de la física en textos escritos, aunque en textos orales lo utiliza con menor fluidez
Realizar de forma eficaz tareas propias del área, teniendo iniciativa para emprender y proponer acciones responsables, mostrando curiosidad e interés durante su desarrollo y actuando con flexibilidad buscando soluciones alternativas.			
Indicador	Experto	Avanzado	Principiante
Realiza de forma eficaz tareas o proyectos del nivel educativo siendo consciente de sus fortalezas y debilidades.	En sus reflexiones, detecta aquellas cualidades que le han ayudado a realizar la actividad y aquellas que no le han ayudado, elaborando estrategias que le permitan mejorar	En sus reflexiones, detecta aquellas cualidades que no le han ayudado, elaborando estrategias que le permitan mejorar, obviando aquellas cualidades que le han ayudado a realizar la tarea.	Describe sus defectos o sus virtudes, pero no relaciona su desempeño en las actividades con ellas, o no tienen relación.
Muestra curiosidad e interés durante la planificación y el desarrollo de tareas o proyectos del nivel educativo en los que participa.	Participa de forma activa en todas las actividades buscando información y preguntando. Además, aporta sugerencias que pueden mejorar el proyecto, ya sea por su contenido o por su forma.	Participa de forma activa en todas las actividades buscando información adicional	Participa lo necesario, sin aportar nada novedoso.

Participar en equipos de trabajo para conseguir metas comunes asumiendo diversos roles con eficacia y responsabilidad, apoyar a compañeros y compañeras demostrando empatía y reconociendo sus aportaciones y utilizar el diálogo igualitario para resolver conflictos y discrepancias.	
Indicador	Experto Avanzado Principiante Novel
Planifica, con ayuda ocasional, algunas tareas o proyectos individuales o colectivos de investigación sobre cuestiones físicas o químicas, señalando metas, previendo tiempos y recursos. Asume el rol que le corresponde dentro del grupo	<p>Establece objetivos en función del tiempo proporcionado y las necesidades y preferencias del resto de miembros del grupo, pudiendo apretar los plazos si se considera necesario, siempre de manera responsable y sin que suponga un sobreesfuerzo por parte del alumnado. Cada alumno asume su rol con responsabilidad y realiza sus funciones. Se divide el objetivo en metas más pequeñas de manera que sea más asumible</p> <p>Establece objetivos en función del tiempo proporcionado, dividiendo el objetivo en metas más pequeñas. Cada alumno asume su rol con responsabilidad y realiza sus funciones.</p> <p>Establece objetivos en función del tiempo proporcionado, sin dividir el objetivo en pequeñas metas. Cada alumno asume su rol con responsabilidad y realiza sus funciones.</p> <p>Establece objetivos en función del tiempo proporcionado, sin dividir el objetivo en pequeñas metas. El alumno no realiza al menos una de las funciones asignadas.</p>

H Instrumentos de evaluación de la actividad 3

H.1 Rúbricas

Colaborar y comunicarse para construir un producto o tarea colectiva compartiendo información y contenidos digitales, utilizando las TIC, aplicando buenas formas de conducta en la comunicación; y prevenir, denunciar y proteger a otros de las malas prácticas como el ciberacoso.			
Indicador	Experto	Avanzado	Principiante
Se comunica con fluidez y autonomía y comparte información y contenidos digitales de forma colaborativa, utilizando herramientas TIC y entornos virtuales de aprendizaje abiertos, para construir un producto o tarea colectiva, empleando siempre un lenguaje respetuoso y no discriminatorio	Participa de forma activa en el foro, aportando reflexiones, recursos digitales o apreciaciones que pueden ayudar al resto de compañeros. Además, detecta los casos en los que se esté empleando un lenguaje discriminatorio y actúa denunciándolo en el mismo foro	Participa de forma activa en el foro, aportando reflexiones, recursos digitales o apreciaciones que pueden ayudar al resto de compañeros, empleando siempre un lenguaje respetuoso y no discriminatorio.	Su cuota de participación se restringe a la necesaria, presentada siempre en tiempo y forma. Emplea siempre un lenguaje no discriminatorio.

Reconocer la terminología conceptual propia del área y utilizarla correctamente en actividades orales y escritas.			
Indicador	Experto	Avanzado	Principiante
Comunica sus ideas y discute razonadamente sobre problemas de carácter científico utilizando correctamente el lenguaje científico y el vocabulario específico del tema en estudio propio de su nivel, tanto oralmente como por escrito.	Reconoce y utiliza siempre el vocabulario propio de la física	Reconoce y utiliza siempre el vocabulario propio de la física en textos planificados (textos escritos y presentaciones orales), pero cuando se trata de textos no planificados lo utiliza con menor fluidez	Reconoce y utiliza siempre el vocabulario propio de la física en textos escritos, aunque en textos orales lo utiliza con menor fluidez
			No utiliza (no más de dos veces) un vocabulario específico del área para describir un concepto físico

BLL.10. Utilizar aplicaciones informáticas para resolver problemas y recrear experimentos de Física y Química.			
Indicador	Experto	Avanzado	Principiante
Utiliza aplicaciones informáticas de forma guiada, como laboratorios virtuales, para la resolución de problemas prácticos o experiencias de laboratorio	Utiliza el laboratorio virtual con soltura, obteniendo la información relevante para aquello que le interesa averiguar y relacionándolo con sucesos que ocurren en la vida real	Utiliza el laboratorio virtual con soltura, obteniendo la información relevante para aquello que le interesa averiguar	Utiliza el laboratorio virtual con cierta soltura, obteniendo la información que se le pide
	Novel		Novel
BLL.1. Interpretar textos orales propios de la asignatura procedentes de fuentes diversas para obtener información y reflexionar sobre el contenido.			
Indicador	Experto	Avanzado	Principiante
Interpreta textos orales con contenido científico del nivel educativo, procedentes de fuentes diversas, utilizando las estrategias de comprensión oral del nivel educativo.	Explica con fluidez y con sus propias palabras el contenido de un vídeo que trata un tema propio del área de interés general en inglés.	Explica con fluidez y empleando algunas palabras inglesas para identificar algunos términos específicos el contenido de un vídeo que trata un tema propio del área.	Entiende el contenido del vídeo e identifica sus aspectos más importantes.
	Novel		Novel
	Entiende en rasgos generales el contenido del vídeo, pero a la hora de explicarlo no detecta la idea principal o no conecta las ideas del vídeo		
Realizar de forma eficaz tareas propias del área, teniendo iniciativa para emprender y proponer acciones responsables, mostrando curiosidad e interés durante su desarrollo y actuando con flexibilidad buscando soluciones alternativas.			
Indicador	Experto	Avanzado	Principiante
Realiza de forma eficaz tareas o proyectos del nivel educativo siendo consciente de sus fortalezas y debilidades.	En sus reflexiones, detecta aquellas cualidades que le han ayudado a realizar la actividad y aquellas que no le han ayudado, elaborando estrategias que le permitan mejorar	En sus reflexiones, detecta aquellas cualidades que no le han ayudado, elaborando estrategias que le permitan mejorar, obviando aquellas cualidades que le han ayudado a realizar la tarea.	En sus reflexiones, establece estrategias para mejorar, pero no analiza sus defectos (puede o no analizar sus virtudes)
	Novel		Novel
	Describe sus defectos o sus virtudes, pero no relaciona su desempeño en las actividades con ellas, o no tienen relación.		
Muestra curiosidad e interés durante la planificación y el desarrollo de tareas o proyectos del nivel educativo en los que participa.	Participa de forma activa en todas las actividades buscando información y preguntando. Además, aporta sugerencias que pueden mejorar el proyecto, ya sea por su contenido o por su forma.	Participa de forma activa en todas las actividades buscando información adicional	Va un poco más allá de aquello que se le exige, participando de manera esporádica aportando alguna información novedosa y curiosa que ha encontrado al respecto del tema
	Participa lo necesario, sin aportar nada novedoso.		

H.2 Cuadro de evaluación

BL2.1. Clasificar materiales por sus propiedades, identificándolas como generales o específicas, relacionando las propiedades de los materiales de nuestro entorno con el uso que se hace de ellos.

Pregunta	Sí	No
¿Reconoce la anomalía entre las densidades del agua y del hielo en comparación con otras sustancias?		
¿Explica de forma argumentada por qué el hielo es menos denso que el agua?		
¿Explica el concepto de permafrost?		
¿Reconoce los lugares de la Tierra donde se encuentra?		
¿Reconoce las características típicas de dichas zonas?		
¿Reconoce la causa del deshielo del permafrost?		
¿Relaciona la densidad del hielo y el agua con fenómenos característicos de las zonas con permafrost?		
¿Identifica las consecuencias del deshielo del permafrost?		
¿Identifica cuáles de esas consecuencias tienen una escala local y cuáles una escala global?		

I Modelo de encuesta

1. ¿Qué es lo que más te ha gustado de las actividades
2. ¿Qué es lo que menos te ha gustado? ¿Cambiarías alguna cosa?
3. ¿Te ha resultado difícil la resolución de las diferentes tareas? Justifica la respuesta.
4. ¿Consideras que has aprendido alguna cosa después de realizar estas actividades? Indícalo.
5. Respecto al trabajo en equipo. ¿Te ha gustado cómo se ha llevado a cabo?
6. ¿Consideras que con los roles se ha trabajado de manera más eficaz? Justifica la respuesta.
7. ¿Cambiarías alguna cosa respecto al trabajo en equipo?
8. Del 1 al 10, ¿cómo valorarías la actividad? Justifica tu respuesta.