



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

ESCUELA INTERNACIONAL DE POSGRADO

Máster Universitario en Profesorado
Especialidad: Física y química
Campus: Granada

TRABAJO FIN DE MÁSTER

PROPUESTA DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA
FÍSICA Y QUÍMICA EN ESO MEDIANTE EL
DESARROLLO CONTEXTUALIZADO DE
SECUENCIAS DE ACTIVIDADES RELACIONADAS
CON FENÓMENOS COTIDIANOS

Presentado por:

D. VÍCTOR MANUEL MUÑOZ MARÍN

Tutor:

PROF. DR. JOSÉ ANTONIO GARZÓN GUERRERO

Curso académico 2020/2021

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mi tutor, José Antonio Garzón, el cual me ha orientado, guiado y ayudado en la elaboración de este trabajo. Sin tu intervención sencillamente esto no habría salido adelante.

Quería agradecer a la profesora M^a Ángeles Sánchez Guadix por multitud de ideas que sin duda en un futuro próximo enriquecerán mi práctica docente.

Pero sobre todo quería dedicar este humilde trabajo a la persona que me ha inspirado, animado, apoyado y enseñado tanto. Gracias Noemí, por estar siempre.

RESUMEN

La percepción de la ciencia por parte del alumnado de secundaria como algo desconectado de su vida diaria, dogmática y difícil, parece estar en la raíz del creciente desinterés por el estudio de las ciencias entre adolescentes. En este trabajo presentamos una propuesta didáctica basada en el aprendizaje por indagación y contextualizado, con el objetivo de fomentar la motivación del alumnado. En la línea de algunas reformas de la enseñanza científica en marcha actualmente, utilizamos un fenómeno complejo, atractivo y vinculado a la vida cotidiana del alumnado, como hilo conductor durante una secuencia de actividades en las que estudiamos aspectos concretos del fenómeno. Todo ello con metodologías activas y principalmente cooperativas, que ponen al alumnado en el centro del aprendizaje. Como resultado del trabajo mostramos tres secuencias de actividades diseñadas para la asignatura de Física y Química de diversos cursos de ESO, que constituyen tanto ejemplos de aplicación de esta metodología como bancos de actividades que pueden utilizarse independientemente. Así mismo, la manera de abordar el aprendizaje, con un enfoque competencial y conectado a diversos ámbitos de conocimiento pone de manifiesto el potencial de esta metodología para trabajar de forma integrada con otras materias.

Palabras clave: enseñanza de las ciencias, aprendizaje por indagación, aprendizaje contextualizado, motivación, metodologías activas, material didáctico

ABSTRACT

Science is regarded by many students as difficult, dogmatic and disconnected from their daily life, which seems to be at the root of the growing disinterest in science education among teenagers. In this work we propose a teaching strategy based on contextualized inquiry-based learning by which we intend to boost the motivation of science students. Based on some current science education developments — such as NGSS at the United States—, we use an anchor complex natural phenomenon which triggers questions to explore with a learning sequence, a storyline. We use a student-oriented teaching, through active, practical and group-work based methodologies. We have constructed three different physics learning sequences designed to fit in the Spanish secondary school curriculum (*Enseñanza Secundaria Obligatoria*), but which may be used in other contexts or as a stand-alone learning activities repository. The storylines are strongly anchored in real life, natural and social phenomena and focused on competence achievement, so that they can be naturally connected to other fields like biology, engineering, history or arts, allowing teachers of different areas to collaborate and work in synergy.

Keywords: science education, inquiry-based learning, meaningful learning, motivation, active methodologies, learning materials

CONTENIDO

Introducción y justificación	1
¿Por qué enseñamos ciencia?	1
La motivación del alumnado	2
Un enfoque competencial en enseñanza de la ciencia	2
Nuestra propuesta vinculada a la naturaleza y la vida cotidiana	3
Marco teórico	5
La concepción de la ciencia	5
Las tendencias actuales en enseñanza de la ciencia a nivel institucional	5
Cambio conceptual	7
Metodologías activas	7
Metodología	9
Principios metodológicos	9
El rol del docente	9
El rol del alumnado	9
Interacción en el aula	9
Metodología activa	9
Metodología contextualizada	9
Metodología general de trabajo	10
Expectativas del aprendizaje	11
Objetivos generales de etapa	11
Objetivos específicos de nuestras actividades	11
Aportación al desarrollo de las competencias clave	13
Elementos curriculares	17
Propuesta didáctica	22
Secuencia de actividades propuesta para trabajar en 2ºESO	23
Secuencia de actividades propuesta para trabajar en 3ºESO	34
Secuencia de actividades propuesta para trabajar en 4ºESO	46
Sugerencias de evaluación	59
Reflexión y valoración final	60
Bibliografía	61
Anexos	64
I. Vinculación de los objetivos específicos con las actividades	64
II. Vinculación de las competencias clave con las actividades	65
III. Vinculación de los estándares de aprendizaje con las actividades	66
IV. Artículo periodístico (actividad A1)	68

V. Artículo de divulgación científica (actividad B5)	70
VI. La fuente de Herón (actividad C7).....	72
VII. Ejemplos de rúbricas de evaluación	73

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

¿POR QUÉ ENSEÑAMOS CIENCIA?

¿Por qué enseñamos ciencia?

Cuestionando a profesionales de la educación por los motivos de su oficio —y filtrando razones prosaicas— seguramente nos encontraremos, en una gran parte de los casos, con respuestas en tres líneas.

Están primeramente las causas económicas, muy en boga en los tiempos actuales. El razonamiento es el siguiente. En la sociedad actual la ciencia, especialmente en su faceta tecnológica, tiene un peso muy importante. Se podría decir que nuestras vidas dependen totalmente de la tecnología, de que los sistemas tecnificados de producción y distribución de alimentos, agua y otros productos básicos funcionen adecuadamente y de manera cada vez más eficiente. Los retos medioambientales a los que nos enfrentamos hacen necesario que en las próximas décadas desarrollemos soluciones para transformar la economía en una sostenible a corto-medio plazo. Claramente es fundamental que los y las estudiantes de hoy tengan la formación y creatividad suficiente para resolver mañana los problemas de ayer, y vamos tarde.

Nos encontraremos también con respuestas culturales y éticas. En el panorama que acabamos de esbozar, es imperativo que los ciudadanos y ciudadanas dispongan de una cultura científica básica para participar de manera democrática en la toma de decisiones sociales, políticas y económicas que nos afectarán a todos los seres vivos de este planeta, en mayor o menor medida. Es de esperar que la complejidad de la sociedad crezca a medida que lo sigue haciendo el desarrollo tecnológico en campos como la inteligencia artificial, la robótica, la nanomedicina, la impresión 3D...

Otra buena parte del profesorado respondería en una línea formativa. La idea es que integrar los métodos y valores de la actividad científica en nuestra forma de pensar tiene un gran valor para el desarrollo personal del individuo. Valores como el trabajo en equipo, la humildad, la observación, la escucha activa, la paciencia y la perseverancia, la prudencia y, sobre todo, el espíritu crítico y la voluntad por ir al fondo de las cosas que ya enumerara tiempo atrás Comas Camps (1925).

Sin embargo, quizá sea más útil preguntarse por qué cada uno de nosotros *aprendemos* ciencia. Siendo todas las razones expuestas arriba bien ciertas, la verdad es que el autor de este trabajo nunca ha aprendido ciencia para estar preparado para el futuro, ni para tomar decisiones informadas; tampoco ha tendido al activismo político o social; ni siquiera siendo adolescente era consciente de la manera en que la física iba a llegar un día a modificar su forma de pensar.

Lo que sencillamente movía a esta persona a aprender era una *profunda* fascinación y curiosidad por la naturaleza y el mundo que le rodeaba. Contemplar una tormenta, el cielo estrellado, una flor o el agua de una piscina y preguntarse por qué, ha sido el combustible de décadas de indagación, tanto de aquel adolescente como de muchos otros antes.

Defendemos la tesis de que apelando a esta fascinación, a esta conexión con el entorno natural, haciendo el aprendizaje significativo, profundo y aplicable a la vida real, podemos como docentes implicar realmente al alumnado en el proceso de aprendizaje. De esta manera sí que podemos sentar las bases de la formación de futuros científicos y científicas, por un lado, y por otro facilitar el acceso a la cultura científica general necesaria para que la ciudadanía participe en la toma de decisiones informadas, lo cual vendrá sencillamente como consecuencia necesaria de ese aprendizaje significativo.

Defendemos así mismo que lo anterior es una manera adecuada de abordar los problemas de motivación en el aprendizaje científico que se exponen a continuación.

LA MOTIVACIÓN DEL ALUMNADO

Primeramente debemos distinguir entre la motivación intrínseca, es decir, aquella que nos impulsa a hacer algo por el gusto de hacerlo, independientemente del reconocimiento o recompensa obtenidos (Ajello, 2003) y la externa, en la que el fin de la actividad es instrumental, por ejemplo una recompensa, como la calificación, un viaje, etc. Naranjo Pereira (2009), señala cómo la motivación intrínseca se fundamenta en factores como la autodeterminación, la curiosidad, el desafío y el esfuerzo. Así mismo señala que este tipo de motivación se enfatiza en las perspectivas humanista y cognitiva, contrapuesta a la perspectiva conductual centrada en la motivación extrínseca (Santrock, 2002).

Es de destacar que numerosos estudios han puesto de relevancia la relación entre la motivación y el proceso de aprendizaje (Domenech & Abellán, 2017; Deci & Ryan, 1985; Dörnyei, 1994). Sin embargo, un factor a tener en cuenta es que la investigación en psicología ha mostrado consistentemente que el uso de recompensas extrínsecas mina la motivación intrínseca (Deci, Koestner, & Ryan, 1999).

Por otro lado, desde hace tiempo se viene produciendo un desacople entre las necesidades sociales de formación y la escuela, lo que hace que disminuya la motivación extrínseca del alumnado por el aprendizaje de las ciencias (Pozo & Gómez Crespo, 1997), que estaría reforzada en este caso por el acceso a un puesto de trabajo para conseguir un logro económico. Según los autores, el anterior tipo de motivación es el que sustentaba la escuela tradicionalmente, lo cual hace que la carencia de motivación intrínseca sea más evidente. Pozo y Gómez Crespo (1997), de esta manera, abogan por fomentar la motivación intrínseca tomando como punto de partida la conexión con el mundo cotidiano y los intereses de partida del alumnado, viendo la motivación como un producto de la interacción social en el aula.

La anterior conclusión se refuerza si tenemos en cuenta los motivos que alegan los propios estudiantes a su desinterés por el aprendizaje de la ciencia, a saber: perciben una enseñanza descontextualizada de su entorno, se utilizan metodologías pasivas y la realización de pocas prácticas de laboratorio (Furió Más, 2005). Con esta perspectiva es más que probable que la metodología didáctica explique al menos en parte el creciente desinterés por el estudio de las ciencias en nuestra sociedad (Esteve & Solbes, 2017; Solbes, 2011), y que métodos de enseñanza basados en la indagación y contextualizados puedan mejorar el interés y la motivación del alumnado (Hasni & Potvin, 2015).

UN ENFOQUE COMPETENCIAL EN ENSEÑANZA DE LA CIENCIA

Como ejemplo de un caso real de un aprendizaje basado en la adquisición de competencias comentamos aquí la reforma educativa que se está llevando en la actualidad en Estados Unidos, en la que nos hemos basado en parte para diseñar nuestra propuesta didáctica.

Una crítica común de la educación científica estadounidense era que tenía “una pulgada de profundidad y una milla de anchura”. En 2012 las academias nacionales de ciencias y de ingeniería de Estados Unidos lideraron un proyecto para animar a los estados federados a adoptar nuevos estándares en la enseñanza de las ciencias llamados *New Generation Science Standards* (US National Research Council, 2012). Para ello reunieron a científicos y científicas en activo y con experiencia en diversos campos de la investigación en educación, psicología cognitiva, educación científica y políticas educativas, incluyendo dos premios Nobel (Bybee, 2014).

Identificando carencias en el sistema actual de enseñanza de la ciencia, entre las que podemos destacar el no proveer al alumnado con experiencias que les impliquen personalmente en cómo se hace

realmente ciencia, sus sugerencias se orientan hacia la adquisición de competencias básicas por parte del alumnado, fomentando el aprendizaje significativo mediante la integración de tres pilares: las prácticas científicas y tecnológicas; conceptos transversales que unifican el estudio de las ciencias con su aplicación en otros campos y las ideas fundamentales de cada área (US National Research Council, 2012). Las competencias científicas básicas a adquirir en este esquema serían fundamentalmente (Bybee, 2014):

- formular modelos
- aplicar las matemáticas
- construir argumentos basados en la evidencia
- comunicar los resultados de las investigaciones

En el sistema NGSS los fenómenos naturales tienen un papel central en cuanto que constituyen el hilo conductor de líneas argumentales de aprendizaje (*storylines*), en las que un fenómeno suscita ciertas preguntas —cómo y por qué ocurre—, seguidamente una secuencia de investigaciones ayudan a comprender parte de la historia, para finalmente culminar en algún tipo de evento que ponga todas las piezas juntas (Reiser, 2014; Like, Morgan, Escalada, & Burns, 2019). Como punto de partida se toman la curiosidad del alumnado por lo que observa y sus concepciones iniciales sobre cómo funciona el mundo, fomentándose en las prácticas la construcción de explicaciones y modelos y la argumentación basada en la evidencia (Reiser, 2014).

Diversos actores reconocen que este modelo supone un cambio substancial respecto al sistema de enseñanza anterior, presentando a la vez un reto y una oportunidad para la formación y actualización de las capacidades del profesorado de ciencias (Bybee, 2014), ya que la preparación de las clases y secuencias didácticas es mucho más compleja, requiriendo que el mismo profesorado disponga en profundidad de las competencias para usar modelos, argumentar en base a evidencias e incorporar el diseño ingenieril en las prácticas.

NUESTRA PROPUESTA VINCULADA A LA NATURALEZA Y LA VIDA COTIDIANA

Este trabajo presenta una propuesta didáctica en la que el rasgo más destacable es la vinculación del contenido al entorno natural y social del alumnado, a su contexto y vida cotidiana, haciendo el aprendizaje más significativo, tangible y transferible a futuras situaciones o problemas, es decir más competencial. Esto tiene la consecuencia directa de dotar al alumnado de recursos prácticos y autosuficiencia, mejorando su autoestima.

Como se presentará en la sección correspondiente, las actividades propuestas utilizan eminentemente una metodología activa, basada en la indagación, centrada en el alumnado, con profusión de prácticas y trabajo en grupo.

El enfoque seguido tiene como beneficio la atención a la diversidad: primero al balancear el conocimiento teórico con la práctica, ya que parte del alumnado se expresa mejor haciendo; seguidamente centrando el objeto de estudio en fenómenos de la vida cotidiana, a los que en principio hay un acceso universal.

En cuanto al desarrollo cognitivo, en la medida que algunas ideas científicas son contraintuitivas, al confrontarse con estos fenómenos e intentar entenderlos, se desarrollan nuevas formas de pensamiento. Así mismo se busca favorecer las habilidades de resolución de problemas y sobre todo la iniciativa para formularse preguntas, además de ayudar a modificar esquemas conceptuales alternativos sobre fenómenos cotidianos.

Finalmente hemos considerado importante desarrollar un aprecio por la herencia cultural y la multiculturalidad, así como asistir a una mejor comprensión de la historia, por lo que se trabajarán estos aspectos específicamente.

La propuesta consiste en concreto en tres secuencias de actividades en las que exploramos tres aproximaciones a la vinculación del currículo científico de la asignatura de física y química con la vida cotidiana del alumnado, una para cada curso de secundaria (2º, 3º y 4º). Siendo conscientes de que todas ellas son susceptibles de ampliación y profundización, pretendemos con esta selección demostrar las posibilidades y la variedad de enfoques que se pueden desarrollar en este campo.

La primera serie de actividades gira en torno al abordaje de un problema práctico y relevante, tanto a nivel de supervivencia personal como a nivel cultural y comunitario, como es el acceso al agua potable.

Una segunda serie de actividades ha sido planteada mediante la comprensión de un fenómeno físico complejo como hilo conductor, en nuestro caso las tormentas eléctricas y la peligrosidad del impacto de un rayo.

Finalmente presentamos una tercera secuencia de actividades explorando el campo de la hidrostática, que tienen aplicación directa tanto en el abastecimiento de agua, sanitaria o de riego, como en la eliminación de desperdicios.

La temática de las tres secuencias ha sido escogida teniendo en cuenta que, según la legislación, el aprendizaje de la física y la química en secundaria puede tener un carácter terminal, es decir, algunos alumnos no seguirán adelante con su educación científica por escoger otros itinerarios formativos. Entendemos que la comprensión derivada de los temas de estudio en estas actividades tiene interés y aplicación futura para la vida de cualquier ciudadana o ciudadano.

MARCO TEÓRICO

LA CONCEPCIÓN DE LA CIENCIA

La concepción de la ciencia que posee el docente viene a condicionar la manera en la que se entiende el proceso de enseñanza/aprendizaje de la ciencia (Fernández, Elórtegui, Rodríguez, & Moreno, 1997). Sin embargo, el tema de la naturaleza de la ciencia es muy complejo, formado por aspectos epistemológicos —cuáles son las reglas y métodos por los cuales se generan nuevas ideas científicas— y sociológicos —cómo son las relaciones entre grupos de investigación y de qué manera se alcanzan consensos— (Hipkins, y otros, 2002; Vázquez Alonso, Manassero Mas, Acevedo Díaz, & Acevedo Romero, 2007). La complejidad del tema, unido a la falta de peso de la formación en este sentido en el currículo universitario de ciencias (Gallagher, 1991), hacen que la visión del profesorado sobre la naturaleza de la ciencia sea muy limitada (Lederman, 2007) y más implícita que explícita, transmitiéndose esta al alumnado de esa manera (Hipkins, y otros, 2002).

Nosotros consideramos que la ciencia no es un conjunto de conocimientos que refleja nuestra comprensión actual de cómo funciona la naturaleza, sino más bien una serie de métodos y herramientas consensuados a nivel social (entre los científicos) que permiten la expansión y la modificación de estos conocimientos, en la línea filosófica definida por Lakatos y profundizada por Laudan. Es por ello por lo que frente al concepto de “enseñar ciencia mediante la explicación de fenómenos naturales” defendemos la idea de “aprender ciencia haciendo ciencia”, es decir, de manera natural utilizando las herramientas básicas de la ciencia: la observación, el análisis, la argumentación, la modelización y el trabajo en equipo. Consideramos especialmente importante transmitir al alumnado que la ciencia no la realiza necesariamente un hombre blanco con inteligencia extraordinaria trabajando solo en un laboratorio. Qué mejor manera que haciéndoles a ellas y a ellos partícipes de este proceso.

LAS TENDENCIAS ACTUALES EN ENSEÑANZA DE LA CIENCIA A NIVEL INSTITUCIONAL

A nivel institucional encontramos diversos intentos por adaptar la educación en ciencias a los retos y rápidos cambios de la sociedad actual. Las comisiones científicas y pedagógicas consultadas por los gobiernos tienden a reformar los currículos de la enseñanza en ciencias para que estos sean menos prescriptivos y den libertad al profesorado para centrarse en aspectos en los que deseen profundizar para alcanzar competencias científicas básicas (ver por ejemplo los intentos en Reino Unido (Royal Society, 2008)).

Al otro lado del Atlántico, como se ha comentado en la sección anterior, en 2012 las academias nacionales de ciencias y de ingeniería de Estados Unidos lideraron un proyecto para animar a los estados federados a adoptar nuevos estándares en la enseñanza de las ciencias (*New Generation Science Standards*). En su informe (US National Research Council, 2012) identifican una carencia en la formación científica que penaliza la competitividad económica del país, así como un interés en ciencia del estudiantado demasiado bajo para hacer frente a las futuras demandas de su mercado de trabajo. Comentan así mismo que la comprensión y el interés general por la ciencia que la ciudadanía muestre en su toma de decisiones, tanto personales como cívicas, son críticas para el futuro de la nación.

Sus recomendaciones pedagógicas van en la línea de fomentar la adquisición de competencias básicas, proveer al alumnado con experiencias que les impliquen personalmente en cómo se hace realmente ciencia mediante el uso de prácticas, argumentación basada en la evidencia, vinculación del contenido con el entorno y contexto del alumnado y el aprendizaje por indagación. Además insisten en fomentar el aprendizaje significativo mediante la integración de tres pilares: las prácticas científicas y tecnológicas;

conceptos transversales que unifican el estudio de las ciencias con su aplicación en otros campos y las ideas fundamentales de cada área.

En la misma línea van las recomendaciones del informe del Consejo Internacional de Asociaciones para la Educación Científica (ICASE) y la Asociación Australiana de Profesores de Ciencias (ASTA) para la Organización Cultural, Científica y Educacional de las Naciones Unidas (UNESCO) (Fensham, 2008), que además reporta un creciente desinterés del alumnado en las asignaturas de ciencia a nivel internacional identificando en estudiantes de 15 años los siguientes motivos comunes:

- perciben una ciencia meramente transmisora de información (por parte del profesorado)
- la ciencia se presenta como un conocimiento dogmático y correcto, sin escalas de grises
- el contenido curricular es abstracto e irrelevante para su vida
- el aprendizaje es complejo comparado con otras materias

Notar que las anteriores respuestas de la juventud dibujan una imagen muy separada de la práctica científica real en universidades y centros de investigación. Volvemos en este contexto a mencionar la necesidad de “aprender ciencia haciendo ciencia”.

Esta disminución del interés del alumnado de secundaria reportado por Fensham (2008) se constata también en un informe similar del Foro Científico Global de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD Global Science Forum, 2008), con unas preocupaciones más económicas pero ciertamente importante para nuestra sociedad de continuar las actuales tendencias demográficas.

Por otro lado, la UNESCO reunió en París en 2009 a un grupo de expertos para identificar los retos actuales en la educación científica (Ryan, 2010). En su informe vinculan directamente la carencia de educación con la pobreza y la exclusión, considerando en particular la educación científica como fundamental para apoyar la toma de decisiones informadas que afecten a nuestra comunidad. Estas decisiones han de ser vinculadas a sus implicaciones éticas y las relaciones de interdependencia. De esta manera la cultura científica nos hace más humanos y más libres (Singer, 2019; Savater, 2004).

Las mismas ideas se recogen también en las recomendaciones de la Comisión Europea para las políticas educativas de los estados miembros (Comisión Europea, 2015): la creciente interconexión y tecnificación del mundo requiere un mejor entendimiento en ciencia y tecnología por parte de la ciudadanía para formar parte activa y responsable del proceso de toma de decisiones. Estas preocupaciones han llevado a la Comisión a desarrollar el *Framework for Science Education for Responsible Citizenship*, cuyos objetivos y recomendaciones, aún siendo demasiado extensos para tratarlos aquí con detalle, podemos resumir en los siguientes aspectos relevantes para nuestro trabajo:

1. Adoptar una aproximación a la educación científica basada en la indagación, abordar las desigualdades de todo tipo en el acceso a la educación científica y promover la motivación del alumnado para implicarse en discusiones y decisiones científicas.
2. Centrarse en la adquisición de competencias clave (frente a contenidos) y promover la interdisciplinaridad y transversalidad (pasar de STEM a STEAM, incluyendo la creatividad, innovación y sentido artístico, entre otras muchas posibles sinergias).
3. Esforzarse en la calidad de la enseñanza mediante la formación del profesorado y la puesta en práctica de los resultados científicos de la investigación educativa.
4. Interconectar la educación con la sociedad, mediante la participación de otros actores (por ejemplo, familias) o el trabajo en problemas reales de la sociedad.
5. Embeber principios éticos, económicos y sociales en el proceso de enseñanza/aprendizaje por parte del profesorado.

6. Vincular las estrategias de investigación e innovación responsables a nivel local, regional y nacional (puede tomar la forma tanto de abordar problemas globales como desigualdades a nivel regional).

CAMBIO CONCEPTUAL

La investigación de las últimas décadas ha mostrado recurrentemente cómo el alumnado posee ideas previas sobre los fenómenos naturales que pueden entrar en contradicción con el conocimiento científico y éstas son muy difíciles de modificar (Duit & Treagust, 2012; Chinn & Brewer, 1993). En un esquema constructivista, el aprendizaje en ciencias implica la reestructuración de las ideas previas del alumnado, más que su reemplazamiento, teniendo que tener en cuenta dimensiones afectivas y sociológicas (Duit & Treagust, 2003). De hecho las teorías constructivistas de Vigotsky reconocen la importancia de las influencias sociales y motivacionales. El proceso descrito se conoce como cambio (o desarrollo) conceptual. La investigación educativa ha mostrado consistentemente cómo una aproximación al proceso de enseñanza/aprendizaje desde el punto de vista del cambio conceptual (constructivista) es mucho más efectiva que una aproximación clásica, transmisiva de conocimiento (Duit & Treagust, 2012). Una pedagogía transmisiva, el contenido descontextualizado y la innecesaria dificultad de la ciencia en la escuela, son percepciones recurrentes entre el alumnado de secundaria de diversos países (Lyons, 2006).

Un modelo influyente de cambio conceptual fue propuesto por Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982), en el que se identifican cuatro condiciones para que dicho cambio se lleve a cabo: las actuales concepciones se deben volver no satisfactorias, por un lado, y por otro cualquier nueva concepción debe ser inteligible, plausible y satisfactoria para la persona que aprende. En este modelo el centro del aprendizaje se localiza en el individuo, quien tiene tanto el poder como la responsabilidad de tomar el control de su propio aprendizaje (Hewson, Beeth, & Thorley, 1998). Desde este punto de vista las pedagogías activas son ideales para llevar a cabo un cambio conceptual en el alumnado.

Estas ideas teóricas están apoyadas por la investigación sobre aprendizaje en estudios longitudinales (Peterson & Tytler, 2001; Holgersson, 2001; Nieswandt, 2001), los cuales identifican algunos temas comunes expuestos por Hipkins y colaboradores (2002):

- el aprendizaje no es un proceso en el que las viejas concepciones se reemplazan con las nuevas
- más bien el o la aprendiz incorpora nuevos conceptos a su repertorio y aprende a utilizarlos en un contexto determinado
- el aprendizaje está interrelacionado con la biografía particular, las experiencias y los contextos personales, y el pensamiento tiene una continuidad temporal
- incidentes específicos a nivel social, familiar, vecinal... tienen una importancia crítica para la construcción de las ideas científicas
- los individuos reflexivos tienden a localizar mejor los precursores de estas ideas y seguir siendo conscientes años después

Los puntos anteriores añaden complejidad al asunto, pues muestran cómo el aprendizaje depende de la idiosincrasia del alumno, pero proponemos trabajar con estos aspectos involucrando en nuestras actividades el entorno inmediato del alumnado, tanto físico como social, además de incitarles a la reflexión.

METODOLOGÍAS ACTIVAS

Entendemos por metodología didáctica el conjunto de interacciones que se dan entre profesorado y alumnado en un proceso de enseñanza-aprendizaje o, según la definición de Fortea (2019), “las

estrategias de enseñanza con base científica que el/la docente propone en su aula para que los/las estudiantes adquieran determinados aprendizajes”.

Es comprensible, bajo estas definiciones tan amplias, que el conjunto de metodologías o estrategias de enseñanza que se pueden poner en práctica en el aula es rico y variado, tanto en sus métodos como en los objetivos de aprendizaje buscados. Atendiendo a los aspectos particulares de la enseñanza de la ciencia ya comentados, aquí nos centraremos en metodologías más centradas en el alumnado que en el profesorado —del continuo de referencia definido por Atkins y Brown (2002, pág. 2)— y en metodologías más activas. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que un aprendizaje eficiente y completo se consigue empleando una diversidad suficiente de metodologías (Fortea, 2019), ya que cada una tiene sus puntos fuertes y débiles dependiendo de la fase del aprendizaje.

En un estudio orientado a la mejora de la enseñanza universitaria, de Miguel Díaz y otros (2005, págs. 22-27) argumentan que los conocimientos y las habilidades constituyen la superficie del desarrollo competencial, estando en la base los motivos del estudiantado, sus rasgos de personalidad y el auto-concepto. Podemos deducir de lo anterior que un correcto aprendizaje debe incluir la motivación del alumnado y su autoestima entre los parámetros de trabajo. Por ello mismo los mismos autores señalan que ha de acompañarse el aprendizaje de habilidades y conocimientos con la formación en actitudes y valores apoyándose en metodologías como la resolución de problemas, el estudio de casos, los proyectos o el aprendizaje cooperativo.

De las distintas metodologías clasificadas en de Miguel Díaz y otros (2005), extraemos aquí y adaptamos las definiciones de las que consideramos más relevantes y adecuadas para nuestra propuesta:

- Investigación: el alumnado identifica con precisión el problema a estudiar, aplica los procedimientos pertinentes, analiza los resultados y extrae conclusiones.
- Estudio de casos: se describe una situación que debe ser analizada y estudiada para extraer soluciones al problema.
- Centros de interés: se constituyen grupos de trabajo en torno a un interés común por un tema de estudio
- Aprendizaje cooperativo: trabajo en grupo pequeño y heterogéneo con participación de todos los miembros en torno a un tema de estudio
- Proyectos: individualmente o en grupo se afronta un trabajo globalizador de forma voluntaria en función de sus intereses, siendo orientado por el profesorado
- Resolución de problemas: típicamente por parte de un grupo pequeño de estudiantes, se identifica y define un problema, se elaboran hipótesis y se proponen soluciones

Las metodologías seleccionadas colocan al alumnado en el centro del aprendizaje; en varios casos trabajan sobre sus conocimientos previos, por lo que se favorece la construcción de aprendizaje significativo mediante la interconexión o relación de conceptos; se trabajan situaciones reales ayudando a encontrar significado y motivación en ese aprendizaje y, además, resulta inclusivo al poder adaptarse la profundización de la indagación a los intereses y capacidades del alumnado.

METODOLOGÍA

En las secuencias de actividades que presentamos hemos seguido las recomendaciones de metodología didáctica recogidas en el apartado 7 del Decreto 111 (2016), y modificado por art. único. 2 del Decreto núm. 182 (2020). Además hemos tenido en cuenta los resultados de la investigación educativa comentados anteriormente, concretándose todo ello en los principios metodológicos que se exponen a continuación.

PRINCIPIOS METODOLÓGICOS

EL ROL DEL DOCENTE

Partimos de la perspectiva del docente como orientador, promotor y facilitador del desarrollo competencial del alumnado. El profesor, en este sentido, debe servir de andamiaje para la construcción de conocimiento y no de fuente de información. El mantener la motivación del alumnado requiere que los profesores procuren todo tipo de ayudas para que los estudiantes comprendan lo que aprenden, conozcan la utilidad de lo aprendido y sean capaces de aplicarlo en distintos contextos dentro y fuera del aula.

Por otro lado, cualquier práctica docente debe por supuesto ajustarse al nivel competencial inicial del alumnado, secuenciando la enseñanza partiendo de los aprendizajes más simples para avanzar gradualmente hacia los más complejos.

EL ROL DEL ALUMNADO

Se plantea un nuevo papel del alumno, activo y autónomo, consciente de ser el responsable de su aprendizaje. De esta manera se despierta y mantiene la motivación hacia el aprendizaje. Los profesores han de ser capaces de generar en el alumnado la curiosidad y la necesidad de adquirir los conocimientos, las destrezas y las actitudes y valores presentes en las competencias, pero es el alumno el que aprende, no el profesor el que enseña.

INTERACCIÓN EN EL AULA

El profesorado debe tener en cuenta la atención a la diversidad y el respeto por los distintos ritmos y estilos de aprendizaje, planteando prácticas de trabajo tanto individual como cooperativo.

Cuando el aprendizaje cooperativo se combina con metodologías activas se potencia el aprendizaje, ya que el alumnado puede identificar y analizar estrategias utilizadas por sus compañeros y compañeras y ser capaces posteriormente de aplicarlas ellos mismos a la resolución de problemas. Así mismo se produce un enriquecedor intercambio verbal y colectivo de ideas cuando se utilizan estrategias interactivas.

METODOLOGÍA ACTIVA

Un aprendizaje transferible y duradero se genera mediante el uso de metodologías que faciliten la participación e implicación del alumnado, así como la adquisición y uso de conocimientos en situaciones reales. Cuando se trabaja con un aprendizaje orientado a la acción, el alumnado debe utilizar un conjunto amplio de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes personales, integrando no sólo conceptos transversales a varias materias sino también distintas competencias.

METODOLOGÍA CONTEXTUALIZADA

Nos centraremos en la realización de tareas o situaciones-problema planteadas con un objetivo concreto y relacionadas con la vida cotidiana o el entorno natural o cultural del alumnado. Este aprendizaje contextualizado (bebiendo del aprendizaje por proyectos, centros de interés, estudio de

casos o basado en problemas) favorece el desarrollo de competencias, mediante un aprendizaje funcional, la experimentación y la participación activa. Todo ello desemboca en una mayor motivación del alumnado así como una mayor transferibilidad del aprendizaje.

METODOLOGÍA GENERAL DE TRABAJO

Nuestra metodología sigue la línea del constructivismo de Vigotsky, como queda patente por los anteriores principios metodológicos. El profesorado se concibe por lo tanto como un apoyo, un facilitador del aprendizaje del alumno, el cual se debe mover idealmente en la zona de desarrollo próximo, si el docente consigue adaptar y atender a la diversidad del alumnado las actividades y establecer una secuenciación lógica y progresiva.

Se busca la vinculación constante con problemas reales de la vida cotidiana y se otorga a la tarea de una proyección social, medioambiental y ética. Esto, por un lado, apoya la transferibilidad del aprendizaje y, a su vez, la implicación y motivación del alumnado. Por otro lado fomenta la comprensión de la interconexión que todo individuo tiene con un ecosistema social y natural, que toda acción tiene unas consecuencias de las que nos debemos responsabilizar y, en definitiva, nos prepara para ser ciudadanos y ciudadanas más conscientes y empáticos.

Se trabajará frecuentemente en grupos de trabajo heterogéneos, de 3 o 4 alumnos, los cuales pueden mantenerse a lo largo de diversas actividades y que permitirán durante la duración de la tarea interaccionar y enriquecerse de forma mutua a sus miembros. En el transcurso de las distintas sesiones el profesorado observará que la implicación de los miembros de los distintos grupos es correcta para intervenir y aplicar modificaciones si fuese necesario.

EXPECTATIVAS DEL APRENDIZAJE

En esta sección describimos qué objetivos de aprendizaje pretendemos alcanzar mediante nuestra propuesta didáctica y cómo contribuye esta al desarrollo de las competencias clave. Para la vinculación de los objetivos generales y las competencias básicas con cada actividad concreta se remite a los Anexos de este documento.

OBJETIVOS GENERALES DE ETAPA

Las orientaciones pedagógicas recogidas en la normativa de la Junta de Andalucía establecen para las propuestas didácticas en la etapa de educación secundaria, asignatura de Física y Química, los siguientes objetivos generales que enumeramos a continuación y que hemos extraído de Anexo II de la Orden de 15 de enero de 2021 (págs. 718-731):

- O.G.1.** Comprender y utilizar las estrategias y los conceptos básicos de la Física y de la Química para interpretar los fenómenos naturales, así como para analizar y valorar sus repercusiones en el desarrollo científico y tecnológico.
- O.G.2.** Aplicar, en la resolución de problemas, estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias, tales como el análisis de los problemas planteados, la formulación de hipótesis, la elaboración de estrategias de resolución y de diseño experimentales, el análisis de resultados, la consideración de aplicaciones y repercusiones del estudio realizado.
- O.G.3.** Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, interpretar diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas elementales, así como comunicar argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia.
- O.G.4.** Obtener información sobre temas científicos, utilizando distintas fuentes, y emplearla, valorando su contenido, para fundamentar y orientar trabajos sobre temas científicos.
- O.G.5.** Desarrollar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento científico para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones relacionadas con las ciencias y la tecnología.
- O.G.6.** Desarrollar actitudes y hábitos saludables que permitan hacer frente a problemas de la sociedad actual en aspectos relacionados con el uso y consumo de nuevos productos.
- O.G.7.** Comprender la importancia que el conocimiento en ciencias tiene para poder participar en la toma de decisiones tanto en problemas locales como globales.
- O.G.8.** Conocer y valorar las interacciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y el medio ambiente, para así avanzar hacia un futuro sostenible.
- O.G.9.** Reconocer el carácter evolutivo y creativo de la Física y de la Química y sus aportaciones a lo largo de la historia.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE NUESTRAS ACTIVIDADES

Los anteriores objetivos generales de etapa han sido concretados en una serie de objetivos específicos que hemos desarrollado con un enfoque fundamentalmente competencial, haciendo énfasis en una aproximación activa al aprendizaje por parte del alumnado. Lo anterior se refleja en aspectos de los objetivos como: la aplicación de los resultados del aprendizaje; la vinculación con otros ámbitos de conocimiento, en particular en aplicaciones tecnológicas en un contexto histórico/cultural o moderno; la interacción con el entorno social, familiar, natural o en la misma aula; etc.

Los objetivos específicos de nuestra propuesta didáctica son los siguientes:

- O.E.1.** Buscar, recopilar y procesar información procedente de diversas fuentes
- O.E.2.** Utilizar estrategias específicas para buscar, analizar y seleccionar información sobre un tema en internet
- O.E.3.** Formarse un juicio crítico y ético a partir del análisis de las fuentes de información
- O.E.4.** Procesar adecuadamente información abundante, compleja y posiblemente contradictoria
- O.E.5.** Cotejar e integrar nueva información en esquemas previos de conocimiento
- O.E.6.** Analizar la información combinando el trabajo autónomo y grupal
- O.E.7.** Manejar diversos canales relacionados con las nuevas tecnologías para recibir y presentar información
- O.E.8.** Familiarizarse con material presentado en otros idiomas
- O.E.9.** Expresarse a través de un discurso coherente y cohesionado, formulando los propios argumentos de una manera convincente y adecuada al contexto
- O.E.10.** Comprender e identificar preguntas o problemas, obtener conclusiones y comunicarlas en distintos contextos
- O.E.11.** Generar hipótesis científicas a partir de la observación de fenómenos naturales
- O.E.12.** Proponer experimentos para comprobar la validez de hipótesis planteadas
- O.E.13.** Conocer los elementos básicos del pensamiento lógico-matemático y comprender una argumentación matemática
- O.E.14.** Reconocer falacias lógicas e identificar la validez de argumentaciones y razonamientos.
- O.E.15.** Analizar fenómenos físicos cotidianos diversos y aplicar el pensamiento científico-técnico para interpretar el entorno y resolver problemas
- O.E.16.** Comprender y utilizar herramientas matemáticas como representaciones gráficas, series de datos, tablas y resolución de ecuaciones para resolver problemas con aplicación a la vida cotidiana
- O.E.17.** Deducir la forma de una ecuación básica comprendiendo los principios físicos y las magnitudes involucrados
- O.E.18.** Identificar el carácter vectorial o escalar de una magnitud física previamente desconocida
- O.E.19.** Aplicar el cálculo dimensional para comprobar la homogeneidad de una fórmula
- O.E.20.** Cultivar y emplear la capacidad de imaginación y creatividad para resolver problemas
- O.E.21.** Valorar las soluciones tecnológicas a problemas cotidianos empleadas tradicionalmente en la propia cultura
- O.E.22.** Poner en valor la experiencia de nuestros mayores como depositarios de un conocimiento válido y valioso
- O.E.23.** Entender las consecuencias para el medioambiente de distintas soluciones técnicas, proponiendo soluciones a problemas medioambientales
- O.E.24.** Percibir la desigualdad en el acceso a recursos básicos y argumentar sobre sus consecuencias sociales y medioambientales
- O.E.25.** Juzgar las consecuencias éticas de determinadas acciones y entender la necesidad de responsabilizarse de ellas
- O.E.26.** Vincular el contenido del aprendizaje al entorno familiar/social/natural
- O.E.27.** Comprender el concepto de densidad y sus aplicaciones en situaciones prácticas
- O.E.28.** Identificar disoluciones sencillas y conocer el método para preparar una
- O.E.29.** Conocer y aplicar diversos métodos de separación de mezclas para solucionar problemas prácticos
- O.E.30.** Reconocer y aplicar los principios básicos de la electricidad estática para comprender fenómenos físicos cotidianos y su aplicación tecnológica
- O.E.31.** Comprender el origen de la corriente eléctrica como el efecto del movimiento de cargas y su relación con la resistencia eléctrica del medio

- O.E.32.** Relacionar cualitativamente la fuerza eléctrica que existe entre dos cuerpos con su carga y la distancia que los separa
- O.E.33.** Interpretar la ciencia como una actividad realizada por personas con virtudes y defectos, en un contexto social e histórico que condiciona el desarrollo de aquella
- O.E.34.** Reconocer los principios físicos básicos relacionados con el transporte y almacenamiento de agua
- O.E.35.** Reconocer que el efecto de una fuerza no solo depende de su intensidad sino también de la superficie sobre la que actúa
- O.E.36.** Interpretar fenómenos cotidianos en los que se pone de manifiesto la relación entre la superficie de aplicación de una fuerza y el efecto resultante
- O.E.37.** Calcular la presión ejercida por el peso de un objeto en función de la superficie de aplicación
- O.E.38.** Comprender la relación entre la profundidad y la presión en el seno de un líquido
- O.E.39.** Argumentar razonadamente el efecto que la presión atmosférica tiene en un sistema físico
- O.E.40.** Analiza aplicaciones tecnológicas de los principios fundamentales de la hidrostática

APORTACIÓN AL DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS CLAVE

Las competencias básicas en la Educación Secundaria Obligatoria se establecen en el artículo 2.2 del Real Decreto 1105 (2014) y se describen en el Anexo I de la Orden 65 (2015). A continuación las definimos brevemente de acuerdo a estas referencias, explicitando cómo las vamos a trabajar concretamente en nuestra propuesta didáctica.

- La **competencia en comunicación lingüística** (CL) es la base de la transmisión de información entre humanos tanto en su vertiente receptiva como emisora, por lo que está presente en todo aspecto de la comunicación científica. En la comunicación lingüística existen una multitud y diversidad de componentes que habrá que trabajar de manera integrada y transversal. Es por ello que estos aspectos se trabajan en todas las actividades, aunque algunas de ellas se centren especialmente en buscar información o comunicarla en el aula. Aparte de los trabajos de investigación —en la que de manera activa hay que buscar analizar y cotejar informaciones diversas y, en ocasiones, contradictorias— y de las exposiciones y puestas en común con la clase de los resultados de estas investigaciones, hemos querido incorporar el aspecto lingüístico al proceso de aprendizaje científico mediante la incorporación de metodología socrática, los debates y lluvias de ideas y mucho trabajo en pequeños grupos con puesta en común de conclusiones.
- La **competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología** (CMCT) son fundamentales para la vida moderna. El desarrollo de la capacidad crítica y el pensamiento analítico es esencial para un correcto desempeño social, por lo que la legislación educativa pone énfasis en este punto. Pensamos que el aspecto más importante de esta competencia es el desarrollo del pensamiento lógico abstracto, no sólo en su vertiente matemática, sino principalmente en la capacidad para producir hipótesis, abstraer e imaginar situaciones en las que se ponga a prueba estas hipótesis.
Es por ello por lo que en nuestra propuesta hacemos uso extensivo de demostraciones de fenómenos naturales o artefactos, a partir de las cuales el alumnado, a modo de problema abierto, tiene que indagar, producir hipótesis, proponer experimentos e incluso, en el caso de 4º de la ESO, tratar de inferir ecuaciones físicas.
Las herramientas matemáticas aparecen vinculadas a la resolución de problemas de la vida cotidiana, lo que las dota de un sentido práctico.

- La **competencia digital** (CD) requiere un conjunto nuevo y diverso de conocimientos, habilidades y actitudes. Estos son necesarios para desenvolverse en una sociedad cada vez más compleja y tecnificada, en las que la adaptabilidad al cambio parece que será clave para manejarse en este moderno marco tecnológico. Es por ello que de una forma natural aparecerán las TIC en el entorno educativo de nuestra tarea, principalmente en cuanto a la búsqueda de información, en la que haremos uso de internet en combinación con otras fuentes, pero también para la presentación de contenido al alumnado. Así mismo se anima al alumnado a presentar el resultado de algunas actividades o investigaciones en un marco digital, como la producción de un blog, una infografía o un vídeo.
Sin embargo, no debemos olvidar que a día de hoy aún existe en nuestro país una importante brecha tecnológica, por lo que nuestra propuesta de actividades ha pretendido ser a su vez suficientemente flexible para adaptarse al contexto socioeconómico del alumnado.
- El desarrollo de la **competencia de aprender a aprender** (AA) precisa de la comprensión del proceso de aprendizaje, mediante lo cual el alumnado se hace dueño y protagonista del propio proceso y los resultados del aprendizaje. Esto requiere trabajar la motivación, la confianza y la autoestima. Con este objetivo hemos procurado buscar continuamente la participación activa del alumnado en el diseño del aprendizaje, mediante la selección de los contenidos sobre los que investigar, la manera precisa de presentar el resultado o producto de su investigación, la participación en la definición de la evaluación en algunos casos, la vinculación con temas cotidianos de los contenidos y el alcance de metas y objetivos de manera progresiva.
En particular pensamos que cualquier aplicación real de los resultados del aprendizaje a su entorno inmediato y cotidiano va a hacer al alumnado más consciente del qué, cómo y para qué aprende. Lo anterior permea toda nuestra propuesta, por lo que esta es una competencia que se trabaja transversalmente en todas las actividades.
- Las **competencias sociales y cívicas** (CSC) implican la habilidad y capacidad para utilizar los conocimientos y actitudes sobre la sociedad; para interpretar fenómenos y problemas sociales en contextos cada vez más diversificados; para elaborar respuestas, tomar decisiones y resolver conflictos, así como para interactuar con otras personas y grupos conforme a normas basadas en el respeto mutuo y en convicciones democráticas.
Esta es una competencia compleja, no sólo en términos de la diversidad de aspectos que abarca sino de la madurez que requiere asimilarla e integrarla en nuestro repertorio de habilidades personales. Por ello consideramos fundamental trabajar ciertos aspectos de esta competencia a lo largo de toda nuestra propuesta.
En algunas tareas comenzamos y terminamos con una aplicación en el contexto social de nuestro tema de estudio, implicando al alumnado cívica y socialmente, como por ejemplo en el caso del agua; en otras tocamos aspectos de manera puntual y profunda, como proponiendo una investigación en el entorno familiar/social. En ocasiones los aspectos sociales están implícitos a través de las aplicaciones tecnológicas de la ciencia o los contenidos estudiados. Finalmente, procuramos hacer un uso extensivo del trabajo en pequeños grupos heterogéneos, evidenciando que la convivencia y el respeto no son algo abstracto sino que empiezan por el entorno más inmediato.
- El **sentido de iniciativa y espíritu emprendedor** (SCIE) es probablemente la más exigente de las siete competencias básicas, tal como está planteada en la legislación. Esta competencia está enfocada a llevar a cabo los planes y las ideas individuales identificando y aprovechando las oportunidades que proporcionan las estructuras sociales, sin menoscabo de los principios éticos implicados. Nosotros interpretamos la legislación más hacia una vertiente de desarrollo

personal que hacia la inclusión en un sistema económico y social ultracompetitivo, por lo que ayudaremos al alumnado a desarrollar esta competencia trabajando la capacidad de análisis; la resolución de problemas; la comunicación y presentación efectivas; la habilidad para trabajar, tanto individualmente como dentro de un equipo; el pensamiento crítico y el sentido de la responsabilidad.

- La **competencia para la conciencia y expresión cultural** (CA) requiere, por un lado, apreciar y valorar con respeto y sentido crítico distintas manifestaciones de la herencia cultural (estas pueden ser desde el patrimonio cultural, histórico o artístico, hasta el tecnológico y el medioambiental). Por otro lado, exige también desarrollar la iniciativa, la imaginación y la creatividad, así como la capacidad de emplear distintos materiales y técnicas en el diseño de proyectos.

Querríamos destacar que, en nuestra opinión, la imaginación y la creatividad están mucho más ligadas a la actividad científica de lo que usualmente se reconoce. Cada planteamiento de hipótesis o pruebas experimentales son en sí una manifestación del proceso creativo, aunque estas se hagan bajo los parámetros del método científico.

Para fomentar todos los anteriores aspectos, en nuestra propuesta didáctica proponemos vincular diversos elementos tecnológicos con su contexto cultural, en algunas ocasiones con la herencia cultural del alumnado y su entorno, involucrando a las familias en ciertas actividades con un peso muy importante en la secuencia. Por otro lado, trabajamos en la medida de lo posible con problemas abiertos e indicaciones para los proyectos que dejen amplio espacio para la creatividad del alumnado a la hora de presentar el producto final de las tareas.

Tabla 1: Relación entre las competencias clave y los objetivos específicos de nuestra propuesta didáctica

		CL	CMCT	CD	AA	CSC	SCIE	CA
1	Buscar, recopilar y procesar información procedente...	X		X	X		X	
2	Utilizar estrategias específicas para buscar, analizar...	X		X	X		X	
3	Formarse un juicio crítico y ético a partir del análisis...	X			X	X		
4	Procesar adecuadamente información abundante...	X	X		X			
5	Cotejar e integrar nueva información en esquemas...	X			X			
6	Analizar la información combinando el trabajo...	X				X		X
7	Manejar diversos canales relacionados con las...	X		X				
8	Familiarizarse con material presentado en otros...	X				X		X
9	Expresarse a través de un discurso coherente...	X	X			X		
10	Comprender e identificar preguntas o problemas...	X	X		X			
11	Generar hipótesis científicas a partir de la...	X	X		X		X	
12	Proponer experimentos para comprobar la validez...	X	X		X		X	X
13	Conocer los elementos básicos del pensamiento...		X		X			
14	Reconocer falacias lógicas e identificar la validez de...	X	X		X			
15	Analizar fenómenos físicos cotidianos diversos y...		X		X		X	
16	Comprender y utilizar herramientas matemáticas...		X		X			X
17	Deducir la forma de una ecuación básica...		X		X			
18	Identificar el carácter vectorial o escalar de una...		X					
19	Aplicar el cálculo dimensional para comprobar...		X					
20	Cultivar y emplear la capacidad de imaginación...		X		X		X	X
21	Valorar las soluciones tecnológicas a problemas...		X			X		X
22	Poner en valor la experiencia de nuestros mayores...				X	X		X
23	Entender las consecuencias para el medioambiente...		X		X	X	X	X
24	Percibir la desigualdad en el acceso a recursos...				X	X	X	X
25	Juzgar las consecuencias éticas de determinadas...				X	X	X	X
26	Vincular el contenido del aprendizaje al entorno...				X	X		X
27	Comprender el concepto de densidad y sus...		X					
28	Identificar disoluciones sencillas y conocer...		X					
29	Conocer y aplicar diversos métodos de separación...		X		X		X	
30	Reconocer y aplicar los principios básicos de la...		X		X		X	X
31	Comprender el origen de la corriente eléctrica...		X					
32	Relacionar cualitativamente la fuerza eléctrica que...		X		X			
33	Interpretar la ciencia como una actividad realizada...		X		X	X		X
34	Reconocer los principios físicos básicos relacionados...		X		X	X		
35	Reconocer que el efecto de una fuerza no solo...		X					
36	Interpretar fenómenos cotidianos en los que se...		X		X			
37	Calcular la presión ejercida por el peso de un...		X					
38	Comprender la relación entre la profundidad y...		X		X			
39	Argumentar razonadamente el efecto que la presión...	X	X		X		X	
40	Analiza aplicaciones tecnológicas de los principios...		X		X		X	X

ELEMENTOS CURRICULARES

En nuestra propuesta didáctica vamos a trabajar con los tres cursos de la Enseñanza Secundaria Obligatoria, proponiendo una secuencia de actividades para cada uno a modo de ejemplo o caso de estudio. En cada secuencia incluimos siempre algunos contenidos del primer bloque, la actividad científica, que entendemos debe ser transversal y permear todo el aprendizaje en ciencias. Respecto al resto de contenidos trabajados en cada secuencia, estas no pretenden tocar sistemáticamente todos los puntos de cada bloque trabajado, sino proponer un hilo de aprendizaje basado en un fenómeno concreto. Los elementos curriculares trabajados se muestran en las siguientes tablas. Para la vinculación concreta entre cada estándar de aprendizaje y las actividades propuestas se remite a los Anexos de este documento.

Tabla 2: Elementos curriculares trabajados en la secuencia orientada a segundo de la ESO (secuencia A)

2º ESO		
	Contenidos	Criterios de evaluación
Bloque 1: La actividad científica	<p>El método científico: sus etapas.</p> <p>Medida de magnitudes. Sistema Internacional de Unidades.</p> <p>Notación científica.</p> <p>Utilización de las tecnologías de la información y la comunicación.</p> <p>El trabajo en el laboratorio.</p> <p>Proyecto de investigación.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconocer e identificar las características del método científico. 2. Valorar la investigación científica y su impacto en la industria y en el desarrollo de la sociedad. 3. Conocer los procedimientos científicos para determinar magnitudes. 4. Reconocer los materiales, e instrumentos básicos del laboratorio de Física y de Química; conocer y respetar las normas de seguridad y de eliminación de residuos para la protección del medio ambiente. 5. Interpretar la información sobre temas científicos de carácter divulgativo que aparece en publicaciones y medios de comunicación. 6. Desarrollar pequeños trabajos de investigación en los que se ponga en práctica la aplicación del método científico y la utilización de las TIC.
	Estándares de aprendizaje	<ol style="list-style-type: none"> 1.1. Formula hipótesis para explicar fenómenos cotidianos utilizando teorías y modelos científicos. 1.2. Registra observaciones, datos y resultados de manera organizada y rigurosa, y los comunica de forma oral y escrita utilizando esquemas, gráficos, tablas y expresiones matemáticas. 2.1. Relaciona la investigación científica con las aplicaciones tecnológicas en la vida cotidiana. 3.1. Establece relaciones entre magnitudes y unidades utilizando, preferentemente, el Sistema Internacional de Unidades y la notación científica para expresar los resultados. 4.1. Reconoce e identifica los símbolos más frecuentes utilizados en el etiquetado de productos químicos e instalaciones, interpretando su significado. 4.2. Identifica material e instrumentos básicos de laboratorio y conoce su forma de utilización para la realización de experiencias respetando las normas de seguridad e identificando actitudes y medidas de actuación preventivas. 5.1. Selecciona, comprende e interpreta información relevante en un texto de divulgación científica y transmite las conclusiones obtenidas utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad.

	<p>5.2. Identifica las principales características ligadas a la fiabilidad y objetividad del flujo de información existente en internet y otros medios digitales.</p> <p>6.1. Realiza pequeños trabajos de investigación sobre algún tema objeto de estudio aplicando el método científico, y utilizando las TIC para la búsqueda y selección de información y presentación de conclusiones.</p> <p>6.2. Participa, valora, gestiona y respeta el trabajo individual y en equipo.</p>	
Bloque 2: La materia	Contenidos	Criterios de evaluación
	<p>Propiedades de la materia.</p> <p>Sustancias puras y mezclas.</p> <p>Mezclas de especial interés: disoluciones acuosas, aleaciones y coloides.</p> <p>Métodos de separación de mezclas</p>	<p>1. Reconocer las propiedades generales y características de la materia y relacionarlas con su naturaleza y sus aplicaciones.</p> <p>4. Identificar sistemas materiales como sustancias puras o mezclas y valorar la importancia y las aplicaciones de mezclas de especial interés.</p> <p>5. Proponer métodos de separación de los componentes de una mezcla.</p>
	Estándares de aprendizaje	
	<p>1.1. Distingue entre propiedades generales y propiedades características de la materia, utilizando estas últimas para la caracterización de sustancias.</p> <p>1.2. Relaciona propiedades de los materiales de nuestro entorno con el uso que se hace de ellos.</p> <p>1.3. Describe la determinación experimental del volumen y de la masa de un sólido y calcula su densidad.</p> <p>4.1. Distingue y clasifica sistemas materiales de uso cotidiano en sustancias puras y mezclas, especificando en este último caso si se trata de mezclas homogéneas, heterogéneas o coloides.</p> <p>4.2. Identifica el disolvente y el soluto al analizar la composición de mezclas homogéneas de especial interés.</p> <p>4.3. Realiza experiencias sencillas de preparación de disoluciones, describe el procedimiento seguido y el material utilizado, determina la concentración y la expresa en gramos por litro.</p> <p>5.1. Diseña métodos de separación de mezclas según las propiedades características de las sustancias que las componen, describiendo el material de laboratorio adecuado.</p>	

Tabla 3: Elementos curriculares trabajados en la secuencia orientada a tercero de la ESO (secuencia B)

3º ESO		
	Contenidos	Criterios de evaluación
Bloque 1: La actividad científica	<p>El método científico: sus etapas.</p> <p>Medida de magnitudes. Sistema Internacional de Unidades.</p> <p>Notación científica.</p> <p>Utilización de las tecnologías de la información y la comunicación.</p> <p>El trabajo en el laboratorio.</p> <p>Proyecto de investigación.</p>	<p>1. Reconocer e identificar las características del método científico.</p> <p>2. Valorar la investigación científica y su impacto en la industria y en el desarrollo de la sociedad.</p> <p>3. Conocer los procedimientos científicos para determinar magnitudes.</p> <p>5. Interpretar la información sobre temas científicos de carácter divulgativo que aparece en publicaciones y medios de comunicación.</p> <p>6. Desarrollar pequeños trabajos de investigación en los que se ponga en práctica la aplicación del método científico y la utilización de las TIC.</p>

	Estándares de aprendizaje	
	<p>1.1. Formula hipótesis para explicar fenómenos cotidianos utilizando teorías y modelos científicos.</p> <p>1.2. Registra observaciones, datos y resultados de manera organizada y rigurosa, y los comunica de forma oral y escrita utilizando esquemas, gráficos, tablas y expresiones matemáticas.</p> <p>2.1. Relaciona la investigación científica con las aplicaciones tecnológicas en la vida cotidiana.</p> <p>3.1. Establece relaciones entre magnitudes y unidades utilizando, preferentemente, el Sistema Internacional de Unidades y la notación científica para expresar los resultados.</p> <p>5.1. Selecciona, comprende e interpreta información relevante en un texto de divulgación científica y transmite las conclusiones obtenidas utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad.</p> <p>5.2. Identifica las principales características ligadas a la fiabilidad y objetividad del flujo de información existente en internet y otros medios digitales.</p> <p>6.1. Realiza pequeños trabajos de investigación sobre algún tema objeto de estudio aplicando el método científico, y utilizando las TIC para la búsqueda y selección de información y presentación de conclusiones.</p> <p>6.2. Participa, valora, gestiona y respeta el trabajo individual y en equipo.</p>	
Bloque 4: El movimiento y las fuerzas	Contenidos	Criterios de evaluación
	Principales fuerzas de la naturaleza: gravitatoria, eléctrica y magnética	<p>8. Conocer los tipos de cargas eléctricas, su papel en la constitución de la materia y las características de las fuerzas que se manifiestan entre ellas.</p> <p>9. Interpretar fenómenos eléctricos mediante el modelo de carga eléctrica y valorar la importancia de la electricidad en la vida cotidiana.</p>
	Estándares de aprendizaje	
	<p>8.1. Explica la relación existente entre las cargas eléctricas y la constitución de la materia y asocia la carga eléctrica de los cuerpos con un exceso o defecto de electrones.</p> <p>8.2. Relaciona cualitativamente la fuerza eléctrica que existe entre dos cuerpos con su carga y la distancia que los separa, y establece analogías y diferencias entre las fuerzas gravitatoria y eléctrica.</p> <p>9.1. Justifica razonadamente situaciones cotidianas en las que se pongan de manifiesto fenómenos relacionados con la electricidad estática.</p>	
Bloque 5: Energía	Contenidos	Criterios de evaluación
	Electricidad y circuitos eléctricos. Ley de Ohm	<p>8. Explicar el fenómeno físico de la corriente eléctrica e interpretar el significado de las magnitudes intensidad de corriente, diferencia de potencial y resistencia, así como las relaciones entre ellas.</p> <p>9. Comprobar los efectos de la electricidad y las relaciones entre las magnitudes eléctricas mediante el diseño y construcción de circuitos eléctricos y electrónicos sencillos, en el laboratorio o mediante aplicaciones virtuales interactivas.</p>
	Estándares de aprendizaje	
	<p>8.1. Explica la corriente eléctrica como cargas en movimiento a través de un conductor.</p> <p>8.2. Comprende el significado de las magnitudes eléctricas intensidad de corriente, diferencia de potencial y resistencia, y las relaciona entre sí utilizando la ley de Ohm.</p> <p>8.3. Distingue entre conductores y aislantes reconociendo los principales materiales usados como tales.</p>	

Tabla 4: Elementos curriculares trabajados en la secuencia orientada a cuarto de la ESO (secuencia C)

4º ESO		
Bloque 1: La actividad científica	Contenidos	Criterios de evaluación
	La investigación científica. Magnitudes escalares y vectoriales. Magnitudes fundamentales y derivadas. Ecuación de dimensiones. Expresión de resultados. Análisis de los datos experimentales. Tecnologías de la información y la comunicación en el trabajo científico. Proyecto de investigación.	2. Analizar el proceso que debe seguir una hipótesis desde que se formula hasta que es aprobada por la comunidad científica. 3. Comprobar la necesidad de usar vectores para la definición de determinadas magnitudes. 4. Relacionar las magnitudes fundamentales con las derivadas a través de ecuaciones de magnitudes. 6. Expresar el valor de una medida usando el redondeo, el número de cifras significativas correctas y las unidades adecuadas. 8. Elaborar y defender un proyecto de investigación, aplicando las TIC.
	Estándares de aprendizaje	
	2.1. Distingue entre hipótesis, leyes y teorías, y explica los procesos que corroboran una hipótesis y la dotan de valor científico. 3.1. Identifica una determinada magnitud como escalar o vectorial y describe los elementos que definen a esta última. 4.1. Comprueba la homogeneidad de una fórmula aplicando la ecuación de dimensiones a los dos miembros. 6.1. Calcula y expresa correctamente, partiendo de un conjunto de valores resultantes de la medida de una misma magnitud, el valor de la medida, utilizando las cifras significativas adecuadas. 8.1. Elabora y defiende un proyecto de investigación, sobre un tema de interés científico, utilizando las TIC.	
Bloque 4: El movimiento y las fuerzas	Contenidos	Criterios de evaluación
	Presión. Principios de la hidrostática.	12. Reconocer que el efecto de una fuerza no solo depende de su intensidad sino también de la superficie sobre la que actúa. 13. Interpretar fenómenos naturales y aplicaciones tecnológicas en relación con los principios de la hidrostática, y resolver problemas aplicando las expresiones matemáticas de los mismos. 14. Diseñar y presentar experiencias o dispositivos que ilustren el comportamiento de los fluidos y que pongan de manifiesto los conocimientos adquiridos así como la iniciativa y la imaginación.
	Estándares de aprendizaje	
	12.1. Interpreta fenómenos y aplicaciones prácticas en las que se pone de manifiesto la relación entre la superficie de aplicación de una fuerza y el efecto resultante. 12.2. Calcula la presión ejercida por el peso de un objeto regular en distintas situaciones en las que varía la superficie en la que se apoya, comparando los resultados y extrayendo conclusiones. 13.1. Justifica razonadamente fenómenos en los que se ponga de manifiesto la relación entre la presión y la profundidad en el seno de la hidrosfera y la atmósfera. 13.2. Explica el abastecimiento de agua potable, el diseño de una presa y las aplicaciones del sifón utilizando el principio fundamental de la hidrostática. 13.3. Resuelve problemas relacionados con la presión en el interior de un fluido aplicando el principio fundamental de la hidrostática. 13.4. Analiza aplicaciones prácticas basadas en el principio de Pascal, como la prensa hidráulica, elevador, dirección y frenos hidráulicos, aplicando la expresión matemática de este principio a la resolución de problemas en contextos prácticos.	

	<p>13.5. Predice la mayor o menor flotabilidad de objetos utilizando la expresión matemática del principio de Arquímedes.</p> <p>14.1. Comprueba experimentalmente o utilizando aplicaciones virtuales interactivas la relación entre presión hidrostática y profundidad en fenómenos como la paradoja hidrostática, el tonel de Arquímedes y el principio de los vasos comunicantes.</p> <p>14.2. Interpreta el papel de la presión atmosférica en experiencias como el experimento de Torricelli, los hemisferios de Magdeburgo, recipientes invertidos donde no se derrama el contenido, etc. infiriendo su elevado valor.</p>
--	---

PROPUESTA DIDÁCTICA

Teniendo en consideración los principios metodológicos expuestos anteriormente, hemos creado una propuesta didáctica consistente en tres secuencias de actividades basadas en la vinculación, tanto del contenido como de los resultados del aprendizaje, con el entorno y la vida cotidiana del alumnado.

El hecho de proponer tres secuencias nos da la posibilidad de explorar aproximaciones ligeramente distintas al problema didáctico planteado, pues, aun siguiendo en esencia los mismos principios, cada secuencia tiene un enfoque característico, como se desarrollará a continuación. Por otro lado, nos sirve para ilustrar que las metodologías activas son aplicables y adaptables a cualquier nivel de enseñanza secundaria.

Las tres secuencias comienzan con una actividad de contextualización, en la que el alumnado entra en contacto con un fenómeno natural complejo, una situación de supervivencia o un hecho cultural muy vinculado a su contexto y entorno natural. De esta manera no sólo se llama poderosamente la atención sobre los contenidos del aprendizaje, sino que se hace patente su vinculación a la vida real y se pone en valor la posible aplicación futura de este conocimiento a situaciones de diversa índole. Así mismo, este fenómeno natural o social nos servirá de hilo conductor y cohesionador de toda la secuencia, al cual podremos ir haciendo referencia durante las distintas actividades.

En los tres casos se propone una investigación paralela al desarrollo de otras actividades, algunas directamente basadas en el fenómeno que sirve de anclaje y otras derivadas de ir un paso más allá en una actividad subsiguiente. Además se plantean proyectos extra durante o al final de las secuencias para poner en relación los distintos elementos del aprendizaje con procesos cognitivos más complejos. Estas investigaciones y proyectos tienen como resultado un producto final al que se pone en valor mediante concursos, exposiciones, o ferias con la participación de las familias, fomentándose y valorándose además el proceso creativo y artístico en la generación del producto final.

Como se verá, el aprendizaje por indagación y las metodologías activas están presentes en algún aspecto de todas las actividades. Continuamente se hace al alumnado protagonista del proceso de aprendizaje, fomentando su independencia, motivación y sensación de competencia al poder tomar decisiones sobre qué exactamente va a aprender, cómo va a hacerlo y cómo quiere demostrarlo. Así mismo, como ya se ha comentado anteriormente, nuestra aproximación a la enseñanza de la ciencia se identifica con el moto “aprender ciencia haciendo ciencia”, por lo que nos basamos en la resolución de problemas abiertos, el trabajo en grupo, la proposición de hipótesis y de pruebas para comprobarlas y, finalmente, la exploración libre en prácticas de laboratorio sin guión.

En cada una de las actividades incluimos una sección de comentarios con orientaciones para el profesorado y, en algunos casos, para el alumnado. Pretendemos con ello, en lo relativo al profesorado: primero, aclarar aspectos de la actividad que puedan tener especial complejidad en cuanto a su ejecución o preparación; añadir algún recurso extra o consejo que ayude a enriquecer la actividad; finalmente, incidir en el esquema pedagógico constructivista, en el que el papel del profesorado será principalmente de apoyo y guía del aprendizaje. Por otro lado, en el caso del alumnado, algunas actividades pueden resultar demasiado abiertas para lo que estén acostumbrados; en este caso los comentarios pretenden servir como orientación, mediante pistas o sugerencias de líneas de actuación, que les ayuden a enfocar eficientemente la actividad.

Para terminar, comentar que cada secuencia puede utilizarse completa o como un banco de actividades independientes, sin más que adaptar el contexto y los conocimientos previos en los que se basan algunas de las actividades.

SECUENCIA DE ACTIVIDADES PROPUESTA PARA TRABAJAR EN 2ºESO

A través del estudio de diferentes aspectos relacionados con el acceso al agua potable y el tratamiento de aguas previo y posterior al consumo, entenderemos lo fundamental que es el acceso a agua limpia para la supervivencia del ser humano. Planteando al alumnado qué pasaría en caso de que fallara el suministro de agua tras una circunstancia excepcional, como por ejemplo una súper tormenta solar, y cómo podríamos purificar agua contaminada para su consumo, nos veremos en la necesidad de estudiar aspectos fundamentales de la materia, como la densidad, las disoluciones, la separación de mezclas por distintos métodos... Finalmente se propondrá al alumnado la construcción de una depuradora de agua que nos permitiera sobrevivir en una situación de emergencia o bien un proyecto similar que tuviera una aplicación medioambiental real aplicada a una escala familiar o comunitaria.

Esta secuencia, con el esquema de una tarea, explora la resolución de un problema práctico como hilo conductor del aprendizaje. Mostramos cómo una aproximación ingenieril no menoscaba el importante papel reservado a la creatividad, la ética y la conciencia social en la generación de ese proyecto práctico.

Actividad A1: Cuestión de supervivencia: el agua

Descripción

• Primer ejercicio:

Leemos y comentamos la odisea de Marta y David, dos españoles que sobrevivieron 10 días a la deriva en el mar de Malasia destilando agua marina con unos plásticos tras volcar su barca y quedar inutilizado el motor. <https://www.elperiodico.com/es/internacional/20160513/los-espanoles-rescatados-sobrevivieron-bebiendo-agua-del-mar-filtrada-con-una-bolsita-y-sin-comida-5128473>

Discutimos sobre la importancia del agua para la supervivencia y los conocimientos previos que tenemos del tema. ¿Se puede beber cualquier agua? ¿Qué problemas puede presentar y qué acarrea para la salud el agua contaminada? ¿Sabríamos qué hacer en caso de emergencia; cómo tratar el agua que encontremos en la montaña o el campo para sobrevivir?

• Segundo ejercicio:

Estudiamos datos y mapas de uso de agua por habitante y acceso al agua corriente en distintos países. Planteamos distintas maneras de visualizar los datos para analizar la desigualdad de este recurso. Debatimos sobre las cuestiones éticas relacionadas con este tema.

Contenidos

Utilización de las tecnologías de la información y la comunicación.

Propiedades de la materia.

Sustancias puras y mezclas.

Objetivos específicos

O.E.3. Formarse un juicio crítico y ético a partir del análisis de las fuentes de información

O.E.4. Procesar adecuadamente información abundante, compleja y posiblemente contradictoria

O.E.5. Cotejar e integrar nueva información en esquemas previos de conocimiento

O.E.9. Expresarse a través de un discurso coherente y cohesionado, formulando los propios argumentos de una manera convincente y adecuada al contexto

O.E.10. Comprender e identificar preguntas o problemas, obtener conclusiones y comunicarlas en distintos contextos

O.E. 14. Reconocer falacias lógicas e identificar la validez de argumentaciones y razonamientos

O.E.16. Comprender y utilizar herramientas matemáticas como representaciones gráficas, series de datos, tablas y resolución de ecuaciones para resolver problemas con aplicación a la vida cotidiana

O.E.24. Percibir la desigualdad en el acceso a recursos básicos y argumentar sobre sus consecuencias sociales y medioambientales

Estándares de aprendizaje

Bloque 1: La actividad científica

5.1.; 5.2.

Metodología, agrupamiento e interacción

Metodología participativa mediante coloquio informal guiado. Trabajo con el gran grupo
En el segundo ejercicio trabajamos en grupos pequeños, analizando cada uno una pieza de la información presentada y extrayendo conclusiones para poner seguidamente en común con el resto de la clase. Realizamos grupos heterogéneos para afrontar la presumible diversidad del alumnado en cuanto a la capacidad de búsqueda y análisis de información.

Materiales y recursos

Ordenador y proyector o pizarra digital con acceso a internet. Adaptable si se prepara e imprime el material previamente. Preparación previa del docente.

Lugar

Aula. Opcional: aula de informática para el trabajo de investigación por grupos.

Temporalización

15 minutos para leer la noticia y discutir sobre el tema. 20 minutos para trabajar en grupo sobre la información suministrada por el docente o buscar información y resumirla, más 20 minutos para poner en común las conclusiones de cada grupo, debatir y extraer conclusiones en conjunto.

Complejidad o conocimientos previos

Actividad introductoria del tema de la secuencia, no se requieren conocimientos previos. En el caso de optar por que el alumnado busque la información mediante ordenadores conectados a internet, la actividad sí está dotada de cierta complejidad competencial al respecto.

Comentarios

Orientación para el profesorado:

Toda esta secuencia de actividades se puede anclar mediante la preparación para una situación de emergencia. Se puede plantear al alumnado: ¿qué pasaría en caso de que una súper-tormenta solar u otro evento catastrófico interrumpiera el suministro de agua? Esta secuencia sería un trabajo detectivesco en el que investigaremos el agua y cómo prepararla para su consumo.

Siempre teniendo como objetivo un enfoque de desarrollo competencial, se puede adaptar la dificultad de esta actividad al contexto de nuestro alumnado modificando la intervención del profesorado en el segundo ejercicio, desde un trabajo mucho más dirigido al proporcionarles material gráfico y tablas hasta la versión más autónoma en que el alumnado debe recopilar por sí mismo toda la información de internet. Es aconsejable realizar el ejercicio previamente para poder guiarles adecuadamente en el proceso.

Actividad A2: Investigamos un problema vital

Descripción

Planteamos la investigación sobre diversos aspectos relacionados con el tratamiento del agua, entre los que podemos sugerir los siguientes:

- ¿Qué utilidad tiene una desaladora y cómo funciona?
- ¿Cómo funciona una depuradora de piscina?

- ¿Cómo se potabiliza el agua para consumir en nuestras casas?
- ¿Cómo se tratan las aguas residuales que se producen en nuestros pueblos y ciudades?
- Filtrado de agua de supervivencia en la naturaleza
- Problemas a nivel comarcal, regional o nacional relacionados con el uso del agua

La investigación se realiza en grupos de trabajo.

Se establece una sesión en la que se pondrán en común los resultados de la investigación con el resto de la clase.

Contenidos

Utilización de las tecnologías de la información y la comunicación.

Proyecto de investigación.

Propiedades de la materia.

Sustancias puras y mezclas.

Mezclas de especial interés: disoluciones acuosas, aleaciones y coloides.

Métodos de separación de mezclas

Objetivos específicos

O.E.1. Buscar, recopilar y procesar información procedente de diversas fuentes

O.E.2. Utilizar estrategias específicas para buscar, analizar y seleccionar información sobre un tema en internet

O.E.3. Formarse un juicio crítico y ético a partir del análisis de las fuentes de información

O.E.4. Procesar adecuadamente información abundante, compleja y posiblemente contradictoria.

O.E.6. Analizar la información combinando el trabajo autónomo y grupal

O.E.10. Comprender e identificar preguntas o problemas, obtener conclusiones y comunicarlas en distintos contextos

O.E.21. Valorar las soluciones tecnológicas a problemas cotidianos empleadas tradicionalmente en la propia cultura

O.E.23. Entender las consecuencias para el medioambiente de distintas soluciones técnicas, proponiendo soluciones a problemas medioambientales

O.E.26. Vincular el contenido del aprendizaje al entorno familiar/social/natural

Estándares de aprendizaje

Bloque 1: La actividad científica

2.1.; 5.1.; 5.2.; 6.1.; 6.2.

Metodología, agrupamiento e interacción

Investigación de forma autónoma trabajando en grupos de trabajo heterogéneos, con orientación por parte del profesorado. El interés del alumnado debe guiar el contenido y los objetivos de la investigación para favorecer la motivación y la implicación de aquel, sirviendo el profesorado sencillamente de apoyo y guía.

Materiales y recursos

Conexión a internet en casa. Si algún alumno o alumna no dispusiera puede contribuir al trabajo grupal mediante una investigación en la biblioteca municipal, ayuntamiento, etc.

Lugar

Casa

Temporalización

Se establece una sesión en la que se pondrán en común los resultados de la investigación, que debería programarse para después de haber realizado las actividades 4, 5 y 6, pues están relacionadas con los temas de investigación.

Complejidad o conocimientos previos

No requiere. Se trabajarán competencias relacionadas con la búsqueda, análisis y presentación de la información. Se recomienda haber realizado previamente la actividad A1 para una buena contextualización del problema.

Comentarios

Orientación para el profesorado:

Es importante en la secuencia, si se va a utilizar como una versión de trabajo por proyectos, el contextualizar muy bien la actividad para ligarla al resto, comenzando por la actividad anterior. La idea es aprender lo necesario para generar un producto al final del proyecto que tenga un impacto social, medioambiental o de supervivencia en una situación de emergencia.

Los objetivos de la investigación pueden ser tan variados como los intereses del alumnado; se deben guiar a los grupos para que esa variedad se refleje en los temas de investigación.

Actividad A3: Estudiando el agua**Descripción**

Partimos de la pregunta: ¿Qué propiedades nos permiten distinguir al agua de entre otros líquidos?

A partir de la observación y la reflexión tratamos de identificar y definir diversas propiedades que ayuden a distinguir unas sustancias de otras.

Llevamos al laboratorio muestras de diversos líquidos: agua, alcohol isopropílico, glicerina, miel, aceite. Exploración libre por equipos con distintos instrumentos y materiales: balanza, vasos de precipitados, colorante alimenticio, sal, azúcar, microscopio, linternas LED, papel, monedas de cobre, clips...

Se deben apuntar todas las observaciones y procedimientos en la libreta. ¿Qué caracteriza a las distintas sustancias? ¿Cómo interaccionan unas con otras? ¿Qué experimentos se te ocurren para comprobar las propiedades de las distintas sustancias que no se pueden realizar por falta de material o tiempo?

Contenidos

El método científico: sus etapas.

El trabajo en el laboratorio.

Propiedades de la materia.

Objetivos específicos

O.E.10. Comprender e identificar preguntas o problemas, obtener conclusiones y comunicarlas en distintos contextos

O.E.11. Generar hipótesis científicas a partir de la observación de fenómenos naturales

O.E.12. Proponer experimentos para comprobar la validez de hipótesis planteadas

O.E.13. Conocer los elementos básicos del pensamiento lógico-matemático y comprender una argumentación matemática

O.E.14. Reconocer falacias lógicas e identificar la validez de argumentaciones y razonamientos.

O.E.15. Analizar fenómenos físicos cotidianos diversos y aplicar el pensamiento científico-técnico para interpretar el entorno y resolver problemas

O.E.20. Cultivar y emplear la capacidad de imaginación y creatividad para resolver problemas

O.E.26. Vincular el contenido del aprendizaje al entorno familiar/social/natural

Estándares de aprendizaje**Bloque 1: La actividad científica**

1.1.; 1.2.; 4.2.; 6.2.

Bloque 2: La materia

1.1.; 1.2.

Metodología, agrupamiento e interacción

Utilizamos una metodología de aprendizaje por indagación desde la perspectiva constructivista. Se trabaja en pequeños grupos, de 3 o 4 alumnos y alumnas. La actividad tiene un carácter exploratorio y libre, con el profesorado como guía para orientar los esfuerzos de los grupos, sugerir líneas de exploración y ayudar a organizar los turnos de uso de material delicado y escaso, como por ejemplo el o los microscopios.

Materiales y recursos

Se pide a los alumnos previamente que traigan de casa muestras de diversos líquidos, no peligrosos ni antihigiénicos, que tengan en casa. Pueden explorar la cocina y el botiquín, con esta finalidad. El profesorado preparará así mismo algunas muestras para asegurarse de que hay suficiente para trabajar: agua, alcohol isopropílico, glicerina, miel, aceite. Así mismo prepararemos el material de laboratorio y objetos variados para la experimentación: balanza, vasos de precipitados, colorante alimenticio, sal, azúcar, microscopio, linternas LED, papel, monedas de cobre, clips y cualquier cosa que se nos ocurra para enriquecer la actividad.

Lugar

Laboratorio

Temporalización

Una sesión completa de clase, con los grupos previamente preparados,

Complejidad o conocimientos previos

Requiere conocimiento de las normas de uso y seguridad básicas en el laboratorio.

Comentarios

Orientación para el profesorado:

Esta es una actividad muy enriquecedora pero muy compleja a la vez. Nuestro papel es procurar que el alumnado trabaje en la zona de desarrollo próximo, confrontándose con pequeños problemas que supongan un reto alcanzable con algo de guía. Para algunos o algunas esto será el manejo del material de laboratorio; para otros y otras la toma de notas y observaciones organizadas; para pocas y pocos la verdadera formulación de hipótesis y el diseño experimental para comprobarlas. Debemos vigilar que las dinámicas de trabajo en grupo refuercen las capacidades del alumnado.

Orientación para el alumnado:

Hay muchas posibilidades y poco tiempo para desarrollarlas, pero todo lo que podamos aprender nos servirá para el trabajo posterior; apunta todas las observaciones y pruebas que vayáis haciendo. En todos los grupos harán falta capacidades muy diversas, pero ningún miembro del grupo va a ser bueno en todas. Pensemos: ¿qué podemos aportar cada uno al trabajo?

Actividad A4: Mantenerse a flote**Descripción****• Primer ejercicio:**

Comenzamos con una demostración sencilla. Llevamos al aula dos recipientes preparados: uno de ellos una disolución de agua casi saturada con sal más colorante alimenticio; el otro con aceite de girasol refinado. Llevamos también diversos objetos pequeños para probar su flotabilidad (madera, plástico, metal, etc.), incluyendo dos huevos. Los huevos deberían flotar en el agua salada y hundirse en el aceite. El alumnado debe hacer hipótesis sobre qué está pasando y qué tipo de líquidos tienen delante, además de sugerir pequeñas experiencias para

comprobar sus hipótesis.

• **Segundo ejercicio:**

¿Por qué unos cuerpos flotan en un líquido y otros se hunden? Se buscan y comentan aplicaciones de los conceptos de densidad y flotabilidad en la vida cotidiana.

Estudiamos el concepto de densidad de manera más matemática a través de la aplicación web

<https://pbslm-contrib.s3.amazonaws.com/WGBH/arct15/SimBucket/Simulations/densitylab/content/index.html>

En la simulación se puede interaccionar con los parámetros volumen y peso de un objeto para observar cómo repercute eso en la flotabilidad del objeto. Se infiere la fórmula de la densidad y se utiliza para caracterizar diversos cuerpos problema.

• **Tercer ejercicio:**

Medir la densidad de un sólido con el procedimiento aprendido en el ejercicio anterior. Crear una columna de densidades con distintos fluidos en una probeta, utilizando colorante alimenticio para reconocer las superficies entre fluidos; incorporar el sólido a la columna tras la hipótesis previa de en qué posición va a quedarse el sólido según la densidad calculada previamente y sabiendo que el agua tiene una densidad cercana a 1g/cm^3 .

Contenidos

El método científico: sus etapas.

Medida de magnitudes. Sistema Internacional de Unidades. Notación científica.

El trabajo en el laboratorio.

Propiedades de la materia.

Objetivos específicos

O.E.10. Comprender e identificar preguntas o problemas, obtener conclusiones y comunicarlas en distintos contextos

O.E.11. Generar hipótesis científicas a partir de la observación de fenómenos naturales

O.E.12. Proponer experimentos para comprobar la validez de hipótesis planteadas

O.E.13. Conocer los elementos básicos del pensamiento lógico-matemático y comprender una argumentación matemática

O.E.14. Reconocer falacias lógicas e identificar la validez de argumentaciones y razonamientos

O.E.15. Analizar fenómenos físicos cotidianos diversos y aplicar el pensamiento científico-técnico para interpretar el entorno y resolver problemas

O.E.17. Deducir la forma de una ecuación básica comprendiendo los principios físicos y las magnitudes involucrados

O.E.18. Identificar el carácter vectorial o escalar de una magnitud física previamente desconocida

O.E.20. Cultivar y emplear la capacidad de imaginación y creatividad para resolver problemas

O.E.26. Vincular el contenido del aprendizaje al entorno familiar/social/natural

O.E.27. Comprender el concepto de densidad y sus aplicaciones en situaciones prácticas

Estándares de aprendizaje

Bloque 1: La actividad científica

1.1.; 1.2. ; 3.1.; 4.2. ; 6.2.

Bloque 2: La materia

1.2.; 1.3.

Metodología, agrupamiento e interacción

En el primer ejercicio comenzamos con una demostración de un fenómeno físico sin acompañar de ninguna explicación. Mediante un método socrático se inquiere al alumnado sobre lo que observan y se les incita a producir hipótesis e imaginar experimentos para comprobarlas. Trabajamos con la clase al completo.

Comenzamos el segundo ejercicio explorando las ideas previas del alumnado, hablando sobre los conceptos de densidad y flotabilidad, lo que nos permite abordarlos después y facilitar el cambio conceptual.

Aunque en este nivel es complicado que se llegue a inferir una fórmula física a partir de la observación de un fenómeno físico, la secuencia de aprendizaje permite que introduzcamos al alumnado de manera natural en la relación entre el fenómeno y la estructura matemática utilizada para describirlo. En el laboratorio trabajamos en grupos heterogéneos, vigilando la correcta integración de todos los miembros de la clase.

Materiales y recursos

Recipientes transparentes, agua, sal, colorante alimenticio, aceite refinado de girasol, pequeños objetos de materiales diversos, huevos.
Pizarra digital u ordenador más proyector con conexión a internet.
Para el laboratorio: líquidos diversos (agua, alcohol isopropílico, glicerina, aceite...), colorante alimenticio, probetas, pequeños sólidos, balanza de precisión.

Lugar

Aula (ejercicios 1 y 2); laboratorio (ejercicio 3).

Temporalización

Dos sesiones: una dividida en dos partes para la introducción del concepto de densidad (15 minutos para la demostración y su exploración; 10 minutos para el coloquio informal sobre la densidad en fenómenos cotidianos; 30 minutos para el trabajo con la aplicación web, toma de notas y resolución de situaciones problema); una segunda sesión completa de clase en el laboratorio.

Complejidad o conocimientos previos

Manejo y normas de seguridad básica de instrumental de laboratorio. Es una práctica actividad sencilla en general.

Comentarios

Orientación para el profesorado:

Es importante que en el ejercicio dos la fórmula de la densidad aparezca después y como consecuencia de la observación de cómo la variación de los parámetros masa y volumen afectan a la idea intuitiva de densidad, para minimizar el aprendizaje mecánico de las fórmulas. Para facilitar el trabajo del alumnado en el laboratorio es interesante presentarles una columna de densidad preparada previamente por nosotros y darles el tiempo y la posibilidad de que la analicen antes de comenzar la práctica.

Actividad A5: La mar salada

Descripción

• Primer ejercicio:

El alumnado ha de preparar en casa la siguiente sesión llevando a cabo una pequeña investigación en internet, apuntando algunos datos que utilizaremos en clase:

- ¿Por qué flotamos con más facilidad en el mar pero nos cuesta mucho más hacerlo en la piscina? Buscamos información en internet sobre los cenotes de Yucatán y qué característica tienen que hace que las personas no floten en sus aguas.

- Investigamos sobre la salinidad de distintos mares. ¿Qué diferencias hay entre unos y otros? ¿En qué unidades se mide la salinidad? ¿Qué rangos hemos encontrado?

Traer todo apuntado en la libreta incluyendo una tabla para la salinidad de distintos cuerpos de agua.

• Segundo ejercicio:

Reproducimos en el laboratorio agua de distintos mares con agua y sal. Comprobamos la conservación de la masa en el proceso de disolución y medimos el aumento de volumen. Calculamos densidades. Recuperamos la sal por evaporación del agua y comprobamos que su masa coincide con los valores iniciales.

Contenidos

El método científico: sus etapas.
 Medida de magnitudes. Sistema Internacional de Unidades. Notación científica.
 El trabajo en el laboratorio.
 Sustancias puras y mezclas.
 Mezclas de especial interés: disoluciones acuosas, aleaciones y coloides

Objetivos específicos

O.E.1. Buscar, recopilar y procesar información procedente de diversas fuentes
 O.E.2. Utilizar estrategias específicas para buscar, analizar y seleccionar información sobre un tema en internet
 O.E.5. Cotejar e integrar nueva información en esquemas previos de conocimiento
 O.E.6. Analizar la información combinando el trabajo autónomo y grupal
 O.E.15. Analizar fenómenos físicos cotidianos diversos y aplicar el pensamiento científico-técnico para interpretar el entorno y resolver problemas
 O.E.16. Comprender y utilizar herramientas matemáticas como representaciones gráficas, series de datos, tablas y resolución de ecuaciones para resolver problemas con aplicación a la vida cotidiana
 O.E.18. Identificar el carácter vectorial o escalar de una magnitud física previamente desconocida
 O.E.26. Vincular el contenido del aprendizaje al entorno familiar/social/natural
 O.E.28. Identificar disoluciones sencillas y conocer el método para preparar una

Estándares de aprendizaje**Bloque 1: La actividad científica**

1.2.; 3.1.; 4.2.; 6.1.; 6.2.

Bloque 2: La materia

4.2.; 4.3.

Metodología, agrupamiento e interacción

Se aplican conceptos del aula invertida: el alumnado debe preparar la sesión estudiando cierto material por adelantado, aportando los datos con los que se trabajará en el laboratorio. La investigación previa es individual y el trabajo en el laboratorio en grupo.

Materiales y recursos

Agua, sal, vasos de precipitados, balanza de precisión, placa para calentar el agua, recipientes de mayor superficie para la evaporación. Viales para conservar algunas muestras de distintas concentraciones de sal emulando muestras de diversos cuerpos de agua.

Lugar

Laboratorio y casa (investigación previa)

Temporalización

Una sesión completa de laboratorio, más 20 minutos otra sesión para recuperar la sal depositada tras la evaporación, pesarla, comparar con los datos apuntados la primera sesión y recoger/limpiar en el laboratorio.

Complejidad o conocimientos previos

La complejidad de la actividad radica en la componente actitudinal del alumnado, más que en la ejecución de la práctica en sí.

Comentarios

Orientación para el profesorado:

Es importante insistir al alumnado que deben traer el trabajo previo hecho de casa para aprovechar la práctica y evitar que resulte “seguir una receta”. Si se vive cerca del mar se puede enriquecer la actividad aportando una muestra de agua de mar real y proponer al

alumnado medir por evaporación la concentración de sal.

Orientación para el alumnado:

En esta actividad tenemos más responsabilidad de lo normal: se ha dado la vuelta a la clase y somos nosotros los que aportaremos los datos y decidiremos el agua de qué mar queremos fabricar. Es muy importante el trabajo previo en casa e implicarse, pero merece la pena. Al terminar podremos conservar nuestra propia muestra de agua de mar fabricada por nosotros mismos.

Actividad A6: Sustancias puras y mezclas

Descripción

• Primer ejercicio:

Hacemos un estudio de la composición (etiqueta) y observamos al microscopio distintos tipos de bebidas y alimentos. Anotamos las observaciones y vinculamos la imagen al microscopio con los componentes de la etiqueta. ¿Son siempre visibles distintos componentes en el alimento? Intentamos clasificarlas según tipos de sustancias (puras, mezclas homogéneas y mezclas inhomogéneas).

• Segundo ejercicio:

Estudiamos y aplicamos diversos métodos de separación de mezclas de distintas características. Decantación, filtración, evaporación... Se proponen algunas mezclas problema que deben separarse utilizando diversos métodos disponibles.

Contenidos

El método científico: sus etapas.

El trabajo en el laboratorio.

Sustancias puras y mezclas.

Mezclas de especial interés: disoluciones acuosas, aleaciones y coloides.

Métodos de separación de mezclas

Objetivos específicos

O.E.5. Cotejar e integrar nueva información en esquemas previos de conocimiento

O.E.15. Analizar fenómenos físicos cotidianos diversos y aplicar el pensamiento científico-técnico para interpretar el entorno y resolver problemas

O.E.20. Cultivar y emplear la capacidad de imaginación y creatividad para resolver problemas

O.E.26. Vincular el contenido del aprendizaje al entorno familiar/social/natural

O.E.28. Identificar disoluciones sencillas y conocer el método para preparar una

O.E.29. Conocer y aplicar diversos métodos de separación de mezclas para solucionar problemas prácticos

Estándares de aprendizaje

Bloque 1: La actividad científica

1.2.; 4.2.; 6.2.

Bloque 2: La materia

4.1.; 4.2.; 5.1.

Metodología, agrupamiento e interacción

Utilizamos un aprendizaje por indagación, en el que las prácticas no son recetas a seguir sino más bien problemas abiertos. Utilizamos grupos heterogéneos de 3-4 personas.

Materiales y recursos

Sal, arena, grava, limaduras de hierro, harina, agua, aceite. Material de laboratorio: vasos de precipitados, filtros, embudos, embudo de decantación.

Lugar

Laboratorio

Temporalización

Dos sesiones completas de clase, una para cada ejercicio, con suficiente tiempo programado para limpiar el material utilizado y recoger el laboratorio debido a la naturaleza de las prácticas propuestas.

Complejidad o conocimientos previos

Es recomendable cierta familiaridad previa con los métodos y normas de uso del laboratorio.

Comentarios

Orientación para el profesorado:

Debemos intentar evitar que la práctica esté muy definida a priori, no que sea caótica, pero que no resulte en seguir un guión rígido. Intentamos incluir la metodología de resolución de problemas abiertos, que favorece la creatividad y la iniciativa del alumnado. Esta es una competencia que se adquiere con el hábito. Preparar por ejemplo algunas mezclas problema para repartir entre distintos grupos: agua, aceite y sal; harina, arena y limaduras de hierro; etc.

Actividad A7: Tarea final**Descripción**

Selección del tema de trabajo para la tarea final y resolución de dudas. Se proponen estas tres líneas de trabajo para seleccionar una de ellas o bien imaginar y crear alguna otra similar:

- desarrollar una aplicación real para la supervivencia en una circunstancia extrema relacionada con el agua
- mejorar el acceso al agua potable en países en desarrollo
- reducir el impacto medioambiental de nuestros usos familiares o comunitarios del agua

Elaborar el proyecto y presentarlo en clase, por ejemplo, construcción de una depuradora de agua casera.

Contenidos

El método científico: sus etapas.

Utilización de las tecnologías de la información y la comunicación.

Proyecto de investigación.

La materia

Objetivos específicos

- O.E.3. Formarse un juicio crítico y ético a partir del análisis de las fuentes de información
- O.E.4. Procesar adecuadamente información abundante, compleja y posiblemente contradictoria
- O.E.6. Analizar la información combinando el trabajo autónomo y grupal
- O.E.7. Manejar diversos canales relacionados con las nuevas tecnologías para recibir y presentar información
- O.E.10. Comprender e identificar preguntas o problemas, obtener conclusiones y comunicarlas en distintos contextos
- O.E.15. Analizar fenómenos físicos cotidianos diversos y aplicar el pensamiento científico-técnico para interpretar el entorno y resolver problemas
- O.E.20 Cultivar y emplear la capacidad de imaginación y creatividad para resolver problemas
- O.E.23. Entender las consecuencias para el medioambiente de distintas soluciones técnicas, proponiendo soluciones a problemas medioambientales
- O.E.26. Vincular el contenido del aprendizaje al entorno familiar/social/natural
- O.E.27. Comprender el concepto de densidad y sus aplicaciones en situaciones prácticas
- O.E.28. Identificar disoluciones sencillas y conocer el método para preparar una

O.E.29. Conocer y aplicar diversos métodos de separación de mezclas para solucionar problemas prácticos

Estándares de aprendizaje

Bloque 1: La actividad científica

2.1.; 6.1; 6.2.

Bloque 2: La materia

1.1.; 1.2.; 4.1.; 4.2.; 4.3.; 5.1.

Metodología, agrupamiento e interacción

Trabajo por proyectos, en el que se integra todo lo aprendido a lo largo de la secuencia de actividades en un objetivo o producto final. Trabajamos en grupos de 3 o 4 personas, propuestos por el alumnado y confirmados por el profesorado.

Materiales y recursos

Sin definir a priori; dependerán de la naturaleza del proyecto escogido.

Lugar

En casa para la elaboración del proyecto y el aula, o cualquier otro espacio requerido en el centro, para su presentación.

Temporalización

Una sesión de 20 minutos para la preparación de la dinámica de trabajo, división en grupos y resolución de dudas. Dos sesiones completas para la presentación y evaluación de los trabajos.

Complejidad o conocimientos previos

Este proyecto es la culminación del proceso de aprendizaje llevado a cabo en esta secuencia de actividades, por lo que sería necesario haberlas realizado todas previamente u otras equivalentes que sentaran las bases de conocimiento en el alumnado. Es especialmente interesante haber terminado y puesto en común la investigación propuesta en la actividad A3.

Comentarios

Orientación para el profesorado:

Es importante que este proyecto se plantee después de haber puesto en común los resultados de las investigaciones. El planteamiento es abierto para fomentar la creatividad y la iniciativa del alumnado, pero esto puede generarles incertidumbre. Es interesante consensuar con ellos y ellas los criterios de evaluación del trabajo, sugiriendo que un punto a calificar sea la creatividad en la elección del tema, los materiales o la presentación.

Orientación para el alumnado:

Es hora de poner en práctica todo lo que hemos aprendido. Repasa los apuntes de tu libreta y recuerda las clases en que leímos cómo una pareja sobrevivió en circunstancias extremas y la desigualdad en el acceso al agua potable. Pregunta a adultos cercanos: ¿qué problemas medioambientales afronta tu pueblo o región? ¿Tiene alguno que ver con el agua? Si no se os ocurre ninguna aplicación medioambiental o de supervivencia transformadlo en un proyecto artístico en el que utilicéis alguna técnica estudiada en el laboratorio. Recuerda que todas las personas tenemos puntos fuertes y débiles y todo el mundo puede aportar algo al grupo.

SECUENCIA DE ACTIVIDADES PROPUESTA PARA TRABAJAR EN 3ºESO

En la siguiente secuencia de actividades utilizaremos una aproximación al aprendizaje basado en preguntas. Indagaremos sobre un fenómeno complejo, en nuestro caso las descargas en las tormentas eléctricas por medio de los rayos; en particular, por qué son peligrosas y cuál es la mejor estrategia para sobrevivir a una, de sorprendernos en plena naturaleza.

Según el alumnado aborda las distintas actividades, este fenómeno complejo le servirá de anclaje, de referencia en todo el proceso. Cada una de las actividades o demostraciones que se abordarán provee nuevas evidencias que ayudan al alumnado a explicar el fenómeno de referencia. Las actividades se secuencian de manera que respondan preguntas previas pero generen nuevas preguntas que a su vez han de ser abordadas con nuevas actividades.

En esta secuencia procuramos seguir el mismo proceso de descubrimiento/desarrollo de la electricidad del siglo XVIII. Partiendo de la observación de fenómenos eléctricos básicos, desarrollamos una clasificación de los materiales y su comportamiento eléctrico para, seguidamente, construir una serie de artefactos que nos permiten aislar y probar ciertos fenómenos eléctricos. De esta manera desarrollamos una comprensión natural del tema y su vinculación con el fenómeno físico cotidiano. Introducimos también un pequeño análisis de un texto sobre historia de la ciencia que nos permite trabajar otra vertiente de las competencias científicas, como es el análisis crítico de información, la polémica en ciencia e historia de la ciencia y el método científico en sí como telón de fondo.

Actividad B1: Un súper-poder de la naturaleza: los rayos

Descripción

• Primer ejercicio:

Visualizamos en clase uno o varios vídeos de rayos grabados a cámara lenta e impactos de rayos y consecuencias (por ejemplo, efectos en un árbol).

• Segundo ejercicio:

Comentamos el vídeo anterior y fomentamos la formulación de preguntas a modo de lluvia de ideas para identificar ideas previas sobre el tema. Tanto profesor/a como alumnado toman nota de las preguntas aparecidas, pues servirán de anclaje para referirnos continuamente al fenómeno de referencia durante el desarrollo de la actividad.

Preguntas que pueden surgir: ¿Cómo se mueven los rayos tan rápido? ¿Siempre salen de las nubes? ¿Por qué no hay rayos continuamente, sólo en ocasiones? ¿Por qué brillan y por qué tienen ese color? ¿Por qué suelen caer en lugares altos? ¿Qué le pasa al cuerpo humano cuando le atraviesa un rayo? ¿Por qué pueden matar? ¿Por qué “caen”? ¿Por qué buscan la tierra? ¿Cómo es que no se gastan? ¿De qué están hechos? ¿Por qué tienen esa forma y no van en línea recta?

Se comparten experiencias o historias personales/familiares que puedan comenzar a acotar el problema

Contenidos

El método científico: sus etapas.

Utilización de las tecnologías de la información y la comunicación.

Principales fuerzas de la naturaleza: gravitatoria, eléctrica y magnética.

Objetivos específicos

O.E.7. Manejar diversos canales relacionados con las nuevas tecnologías para recibir y presentar información

O.E.8. Familiarizarse con material presentado en otros idiomas

O.E.9. Expresarse a través de un discurso coherente y cohesionado, formulando los propios argumentos de una manera convincente y adecuada al contexto

O.E.10. Comprender e identificar preguntas o problemas, obtener conclusiones y comunicarlas en distintos contextos

O.E.11. Generar hipótesis científicas a partir de la observación de fenómenos naturales

O.E.15. Analizar fenómenos físicos cotidianos diversos y aplicar el pensamiento científico-técnico para interpretar el entorno y resolver problemas

O.E.26. Vincular el contenido del aprendizaje al entorno familiar/social/natural

Estándares de aprendizaje

Bloque 1: La actividad científica

1.1.; 5.2.; 6.2.

Bloque 4: El movimiento y las fuerzas

9.1.

Metodología, agrupamiento e interacción

Esta actividad sienta las bases de un aprendizaje por indagación basado en la exploración de un fenómeno complejo. Con la espectacularidad del fenómeno no sólo llamamos la atención sobre el tema sino que generamos la necesidad de comprenderlo mejor dado el peligro real que supone en determinadas condiciones. En cierta medida el alumnado va a definir de manera libre y abierta las preguntas a las que quieren responder durante esta secuencia.

Se promueve la participación activa del alumnado tanto en lo recién descrito como en el coloquio informal subsiguiente.

Materiales y recursos

Ordenador y proyector con conexión a internet o pizarra digital

Lugar

Aula

Temporalización

Una sesión, con 20 minutos para la visualización y el comentario de los vídeos, 20 minutos para la definición y anotación de las preguntas que guiarán el aprendizaje y 15 minutos para un coloquio informal. Si sobra tiempo se comenzará a comentar el transcurso de la secuencia para motivar al alumnado a que se impliquen activamente.

Complejidad o conocimientos previos

No se requieren.

Comentarios

Orientación para el profesorado:

La elección del material visual es importante pues, según el esquema de trabajo propuesto, este contacto con el fenómeno físico de referencia va a marcar la necesidad y orientación del resto de la secuencia de aprendizaje. *Youtube* es, a día de hoy, una buena fuente de vídeos para fomentar este primer impacto en el alumnado. Recomendamos utilizar <https://www.youtube.com/watch?v=gQKhIK4pyYo> (Slow Mo Guys, de 3m30s a 5m30s).

Respecto a las preguntas en el segundo ejercicio, pueden surgir muchas otras distintas a las propuestas en la descripción de la actividad. Evidentemente como docentes sabemos que hay algunas con más sentido físico que otras, pero en este momento nos abstendremos de dar respuestas categóricas. Recordemos que en un esquema constructivista el rol del profesorado es servir de andamiaje para el aprendizaje; el objetivo será ir acotando las respuestas con las distintas actividades y que el alumnado pueda ir construyendo su propia comprensión del fenómeno complejo.

Si alguna pregunta toca algún fenómeno físico interesante desde el punto de vista didáctico y

no se ha previsto abordarla en la programación de las actividades se pueden preparar pequeñas demostraciones auxiliares. Por ejemplo, ante las dudas sobre el brillo y el color de los rayos el profesor/a puede hacerse con un tubo fluorescente o una bombilla de bajo consumo; durante las sesiones en que se trabajan con pequeñas descargas eléctricas se puede descargar el condensador o el electróforo a través del gas de la bombilla, hablando del fenómeno de la excitación de los átomos del gas y la emisión de luz (ionización en el caso de la tormenta y las moléculas del aire).

Orientación para el alumnado:

Todos hemos escuchado consejos y recomendaciones para comportarnos en caso de tormenta, pero igual que muchos otros dichos populares, ¿estarán bien fundamentados o serán mitos? ¿Crees que estudiar la electricidad nos puede dar confianza para actuar con seguridad en una tormenta? ¿Piensas que es importante? ¿Qué tipo de cosas querrías aprender del tema? Házselo saber al profesor o profesora.

Actividad B2: Pone los pelos de punta...

Descripción

A partir de un conjunto de materiales de diversa naturaleza el alumnado explorará cómo el frotamiento de un material contra otro produce en ciertos casos fenómenos de atracción-repulsión, pequeños chispazos, etc.

Comenzamos con una demostración por parte del profesorado de un fenómeno muy conocido: cómo al frotar un globo contra el cabello el primero puede quedarse suspendido del techo. Algunas preguntas iniciales pueden abrir la sesión práctica: ¿es necesario frotar el globo para que cambie de comportamiento?; ¿qué puede estar cambiando en el material?; etc.

A continuación y mediante una experimentación libre y en grupos pequeños se les guiará a descubrir que hay materiales que se cargan al frotarlos y otros no; identificar que hay dos tipos de cargas y que los objetos cargados electrostáticamente pueden atraerse o repelerse. Se les animará así mismo a que intenten clasificar los materiales aportados y construir su propia serie triboeléctrica.

El alumnado debe registrar todas sus observaciones, experimentación y resultados en el cuaderno.

¿Podemos relacionar nuestras observaciones con algo que hayamos estudiado sobre la constitución de la materia? ¿Qué modelo se nos ocurre para explicar este comportamiento?

Contenidos

El método científico: sus etapas.

El trabajo en el laboratorio.

Principales fuerzas de la naturaleza: gravitatoria, eléctrica y magnética

Objetivos específicos

O.E.9. Expresarse a través de un discurso coherente y cohesionado, formulando los propios argumentos de una manera convincente y adecuada al contexto

O.E.10. Comprender e identificar preguntas o problemas, obtener conclusiones y comunicarlas en distintos contextos

O.E.11. Generar hipótesis científicas a partir de la observación de fenómenos naturales

O.E.12. Proponer experimentos para comprobar la validez de hipótesis planteadas

O.E.15. Analizar fenómenos físicos cotidianos diversos y aplicar el pensamiento científico-técnico para interpretar el entorno y resolver problemas

O.E.20. Cultivar y emplear la capacidad de imaginación y creatividad para resolver problemas

O.E. 26. Vincular el contenido del aprendizaje al entorno familiar/social/natural

O.E.30. Reconocer y aplicar los principios básicos de la electricidad estática para comprender fenómenos físicos cotidianos y su aplicación tecnológica

Estándares de aprendizaje

Bloque 1: La actividad científica

1.1.; 1.2.; 6.2.

Bloque 4: El movimiento y las fuerzas

8.1.; 8.2.; 9.1.

Metodología, agrupamiento e interacción

Utilizamos una metodología de aprendizaje por indagación desde la perspectiva constructivista. Se trabaja en pequeños grupos, de 3 o 4 personas. La actividad tiene un carácter exploratorio y libre, con el profesorado como guía para orientar los esfuerzos de los grupos y sugerir líneas de exploración.

Materiales y recursos

Necesitaremos organizar previamente cantidad y diversidad de materiales tanto naturales como sintéticos, además de cinta adhesiva y cordel o hilo, para suspender tiras de materiales del pupitre.

Lugar

Aula o laboratorio (opcional)

Temporalización

Una sesión completa de clase, con una puesta en común de 10 o 15 minutos al final de la sesión.

Complejidad o conocimientos previos

No se precisan conocimientos previos, pero el alumnado poco acostumbrado a trabajar por libre puede encontrar dificultad en experimentar de forma enfocada y anotar observaciones en la libreta ordenadamente.

Comentarios

Orientación para el profesorado:

En cuanto a los materiales es importante que nos aseguremos de que el alumnado dispondrá de una buena variedad de materiales para experimentar. Idealmente deberían aportarlos ellos y ellas, para involucrarse más en el proceso de aprendizaje, pero nos aseguraremos de tener material de reserva. Algunos ejemplos son polietileno, cloruro de polivinilo, acetato, lana, algodón... Consultar cualquier tabla de una serie triboeléctrica para inspirarse, por ejemplo, <https://www.alphalabinc.com/triboelectric-series/>

Recordar que en el esquema constructivista el profesorado debe servir como andamiaje al aprendizaje, apoyando y sugiriendo líneas de exploración en este contexto, no proporcionando una receta para seguir en la actividad.

Orientación para el alumnado:

El trabajo de la actividad es sencillo: explorar y sacar conclusiones. La segunda parte es importante; anota en la libreta tanto la cuestión que quieres probar (hipótesis), como qué habéis hecho para comprobarla y el resultado. Quizá ordenar todos los materiales por su capacidad para electrificarse es complicado; podéis empezar por dividirlos en grupos según veáis cómo se comportan... Las fuerzas involucradas van a ser sutiles; en muchos casos ayudará colgar del pupitre una lámina de un material de un hilo con cinta adhesiva, para poder notar el efecto sobre él de otro material. Comparte experiencias con otros grupos, quizá podáis aportaros mutuamente, esto no es ninguna competición.

Actividad B3: Construimos un transporte de electricidad

Descripción

• Primer ejercicio:

En la actividad anterior hemos observado cómo la fricción puede cargar eléctricamente algunos materiales durante un tiempo considerable, pero nos puede surgir la pregunta de

cómo podríamos trasladar la electricidad de un lado a otro sin necesidad de frotar todo el rato. Además, ¿puede generarse carga eléctrica sin necesidad de frotar? ¿Y qué tiene todo esto que ver con los rayos? Para explorar estas y otras cuestiones construimos un electróforo con materiales caseros.

Un electróforo se construye sencillamente con una lámina de polímero que pueda cargarse eficientemente por frotamiento y esté aislada de la superficie de trabajo (por ejemplo, con unos trozos de corcho). Además necesitamos una lámina de un material conductor, en nuestro caso utilizaremos aluminio y algo a modo de mango, aislante, para manejar la lámina conductora.

• **Segundo ejercicio:**

Con nuestro sencillo electróforo terminado podemos comprender mejor la diferencia entre conductores y aislantes, así como explorar fenómenos de inducción y de descarga eléctrica.

Para cargar el electróforo primero se frota la lámina aislante, a continuación se deposita la pieza metálica sobre ella y finalmente se toca la parte superior del conductor.

Podemos acercar y poner en contacto nuestro electróforo a distintos materiales cargados y descargados. ¿Qué diferencia se observa entre los metales y aquellos que se cargan al frotar? colgamos una bola de aluminio con un hilo del pupitre. ¿Qué pasa si acercamos y tocamos repetidamente la bola con nuestra lámina cargada? ¿Qué ocurre si no tocamos la lámina de metal antes de separarla del polímero, funciona igual?

Anotamos todo nuestras observaciones y conclusiones en la libreta antes de ponerlas en común.

Contenidos

El método científico: sus etapas.

El trabajo en el laboratorio.

Principales fuerzas de la naturaleza: gravitatoria, eléctrica y magnética

Electricidad y circuitos eléctricos

Objetivos específicos

O.E.9. Expresarse a través de un discurso coherente y cohesionado, formulando los propios argumentos de una manera convincente y adecuada al contexto

O.E.10. Comprender e identificar preguntas o problemas, obtener conclusiones y comunicarlas en distintos contextos

O.E.11. Generar hipótesis científicas a partir de la observación de fenómenos naturales

O.E.12. Proponer experimentos para comprobar la validez de hipótesis planteadas

O.E.15. Analizar fenómenos físicos cotidianos diversos y aplicar el pensamiento científico-técnico para interpretar el entorno y resolver problemas

O.E.20. Cultivar y emplear la capacidad de imaginación y creatividad para resolver problemas

O.E. 26. Vincular el contenido del aprendizaje al entorno familiar/social/natural

O.E.30. Reconocer y aplicar los principios básicos de la electricidad estática para comprender fenómenos físicos cotidianos y su aplicación tecnológica

Estándares de aprendizaje

Bloque 1: La actividad científica

1.1.; 1.2.; 2.1.; 6.2.

Bloque 4: El movimiento y las fuerzas

8.1.; 8.2.; 9.1.

Bloque 5: Energía

8.1.; 8.3.

Metodología, agrupamiento e interacción

La construcción del instrumento es guiada mediante unas instrucciones precisas. Al final de la actividad, después de la experimentación, se puede analizar por qué cree el alumnado que la construcción sigue ese modelo y no cualquier otro (por ejemplo, ¿por qué usar madera para el mango y no metal?).

La actividad de experimentación es una exploración abierta, de manera que la curiosidad del alumnado

guíe tanto la experimentación como los resultados.
Trabajo en pequeños grupos heterogéneos.

Materiales y recursos

Láminas de algún polímero para cargar por frotamiento, paños o tejidos (idealmente lana) para la carga por fricción, bandejas de aluminio para repostería, barras de madera para el mango (o sencillamente vasos desechables pueden valer), pegamento rápido, papel aluminio, trozos de corcho para aislar el polímero de la superficie de trabajo a modo de pequeñas patas. Además hilo o cordón, cinta adhesiva y materiales diversos para experimentar (latas de refresco vacías, clips, papel, etc.).

Lugar

Preferiblemente el laboratorio o, en su defecto, el aula.

Temporalización

Una sesión completa de clase. Procurar que la construcción del aparato no ocupe más de 20 minutos para tener tiempo suficiente de extraer conclusiones y ponerlas en común al final de la sesión.

Complejidad o conocimientos previos

Haberse familiarizado previamente con la triboelectricidad y el concepto de carga eléctrica.

Comentarios

Orientación para el profesorado:

Aunque la experimentación es libre y abierta se debe apoyar al alumnado en este punto, en particular guiarles a que experimenten tanto con conductores como aislantes, puntas y superficies romas, para que puedan extraer conclusiones significativas al tema de estudio.

Orientación para el alumnado:

A estas alturas puede que no estés convencido o convencida de que lo que estamos haciendo tiene que ver con las tormentas. Has oído hablar de los pararrayos. Experimenta con puntas metálicas (clips) en comparación con objetos romos (lata) ¿Observas alguna diferencia? Observa detenidamente. ¿Necesitan estar literalmente en contacto los dos objetos para descargarse? Cualquier resultado que observes, positivo o negativo, anótalo en la libreta porque puede ser una pista importante en el futuro.

Actividad B4: Construimos una botella para guardar electricidad

Descripción

• Primer ejercicio:

Partimos de cuestiones iniciales planteadas al observar las tormentas: ¿cómo se puede llegar a acumular tanta carga en las nubes?; ¿por qué saltan los rayos a través del aire?; ¿cómo se carga la tierra para que la busque el rayo?

En esta parte de la actividad construimos una botella de Leyden, un tipo de condensador, precursor de ciertos elementos de circuitos eléctricos, todo ello con materiales caseros.

Para ello forramos un tarro de vidrio con papel aluminio por dentro y por fuera, sin que estén en contacto. Un clip deberá además estar en contacto con la parte interna del aluminio y asomar fuera del tarro. A la punta del clip le pinchamos una bolita de papel de aluminio.

• Segundo ejercicio:

Si hemos realizado la actividad anterior ya sabemos cómo funciona un electróforo; si no, es el momento de explorarlo.

El electróforo nos va a servir para “llenar nuestra botella de electricidad”, cargando repetidamente la lámina y haciendo que esta toque la bola de aluminio en la punta de la botella. Hacer esto mientras sujetamos la botella tocando el aluminio pero sin tocar la bola.

Cada vez que tocamos el metal del electróforo al cargarlo y cada vez que éste toca la bola de aluminio oímos un chasquido ¿Qué puede ser?

Usamos unas tijeras para apoyar una punta en la lámina de aluminio externa y aproximar la otra despacio a la bola hasta que salte una chispa. ¿Qué diferencia observamos si repetimos el experimento con distinto número de cargas mediante el electróforo: 2, 3, 4...? ¿Se puede medir la separación entre bola y tijeras a la que salta la chispa? ¿Cómo cambia el experimento cuando dejamos la botella en la mesa al cargarla en vez de sujetarla con la mano? ¿Y si quitamos la bola de aluminio y trabajamos directamente con la punta del clip? ¿Se nota algún olor particular después de varios chispazos?

Anotamos todo nuestras observaciones y conclusiones en la libreta antes de ponerlas en común.

Contenidos

El método científico: sus etapas.

Medida de magnitudes. Sistema Internacional de Unidades. Notación científica.

El trabajo en el laboratorio.

Principales fuerzas de la naturaleza: gravitatoria, eléctrica y magnética.

Electricidad y circuitos eléctricos.

Objetivos específicos

O.E.9. Expresarse a través de un discurso coherente y cohesionado, formulando los propios argumentos de una manera convincente y adecuada al contexto

O.E.10. Comprender e identificar preguntas o problemas, obtener conclusiones y comunicarlas en distintos contextos

O.E.11. Generar hipótesis científicas a partir de la observación de fenómenos naturales

O.E.12. Proponer experimentos para comprobar la validez de hipótesis planteadas

O.E.15. Analizar fenómenos físicos cotidianos diversos y aplicar el pensamiento científico-técnico para interpretar el entorno y resolver problemas

O.E.20. Cultivar y emplear la capacidad de imaginación y creatividad para resolver problemas

O.E. 26. Vincular el contenido del aprendizaje al entorno familiar/social/natural

O.E.30. Reconocer y aplicar los principios básicos de la electricidad estática para comprender fenómenos físicos cotidianos y su aplicación tecnológica

O.E.31. Comprender el origen de la corriente eléctrica como el efecto del movimiento de cargas y su relación con la resistencia eléctrica del medio

O.E.32. Relacionar cualitativamente la fuerza eléctrica que existe entre dos cuerpos con su carga y la distancia que los separa

Estándares de aprendizaje

Bloque 1: La actividad científica

1.1.; 1.2.; 2.1.; 3.1.; 6.2.

Bloque 4: El movimiento y las fuerzas

8.1.; 8.2.; 9.1.

Bloque 5: Energía

8.1.; 8.2.; 8.3.

Metodología, agrupamiento e interacción

La construcción del instrumento es guiada mediante unas instrucciones precisas. Al final de la actividad, después de la experimentación, se puede analizar por qué cree el alumnado que la construcción sigue ese modelo y no cualquier otro (**por ejemplo**, ¿por qué las partes externa e interna no pueden estar en contacto?).

La actividad de experimentación es una exploración abierta, de manera que la curiosidad del alumnado guíe tanto la experimentación como los resultados.

Trabajo en pequeños grupos heterogéneos.

Materiales y recursos

Tarros o vasos (preferiblemente de vidrio pero válidos también de otros materiales aislantes), papel aluminio, clips, tijeras.

Lugar

Preferiblemente el laboratorio o, en su defecto, el aula.

Temporalización

Una sesión completa de clase. Procurar que la construcción del aparato no ocupe más de 20 minutos para tener tiempo suficiente de extraer conclusiones y ponerlas en común al final de la sesión.

Complejidad o conocimientos previos

Haberse familiarizado previamente con la triboelectricidad y el concepto de carga eléctrica. Muy recomendable haber realizado previamente la actividad anterior y haber podido explorar el funcionamiento del electróforo.

Comentarios

Orientación para el profesorado:

La cantidad de carga acumulada en un condensador de este tipo es pequeña, pero se debe extremar la precaución en el caso de que algún alumno o alumna tenga marcapasos o cualquier otro dispositivo electrónico en el cuerpo. Con cuidado y sin cargar excesivamente la botella pueden realizar la práctica como el resto de la clase.

Esta experiencia constituye una oportunidad muy buena para introducir la diferencia de potencial a partir de las medidas de longitud del chispazo y la resistencia dieléctrica del aire.

Tras este experimento estamos en posición ya de vincular todos los elementos estudiados al funcionamiento de una tormenta eléctrica: producción de cargas por fricción en el interior de la nube, acumulación/almacenaje de cargas en distintas partes de la nube, inducción de cargas en la tierra y acumulación en las puntas u objetos prominentes, descarga a través del aire cuando la diferencia de potencial es muy grande... Nosotros proponemos abordar esto en el concurso final de la secuencia de actividades, pero en caso de no tener previsto realizar la actividad B6 merece la pena, llegados a este punto, dedicarle una sesión extra a la modelización del fenómeno físico a partir de todos los elementos introducidos en la secuencia.

Orientación para el alumnado:

De este experimento podemos extraer muchísima información sobre la electricidad, pero hay que hacerlo reflexionando y con rigor. Por ejemplo, podemos hacer una tabla y una pequeña gráfica de cómo cambia la longitud a la que salta la chispa con el número de cargas del electróforo. Observar si llega a un límite y preguntarnos por qué. Por otro lado, hay dos maneras de pensar, construir un modelo, sobre lo que está pasando. Una es imaginar un fluido que se produce al frotar, fluye por el metal y llena la botella; otra es pensar en pequeñas partículas, cargas que se separan de los átomos y se mueven con más libertad por unos materiales que por otros. ¿Cuál piensas que explica mejor los fenómenos? ¿Cuál encaja mejor en un esquema global de la física y la química? Nota cómo es una manera distinta de pensar a “uno es cierto y el otro no”.

Actividad B5: Cometas y tormentas: ¿ideas peregrinas?

Descripción

Vamos a realizar un análisis crítico de un artículo divulgativo sobre historia de la ciencia.

Trabajamos sobre un artículo que versa sobre el famoso experimento de Benjamin Franklin y el vuelo de una cometa durante una tormenta para probar la vinculación del fenómeno de la electricidad con las tormentas (ver Anexo). El artículo cita fuentes que ponen en cuestión la veracidad histórica del experimento o partes de él, así como historiadores que lo defienden.

Exploramos la naturaleza de la polémica en historia de la ciencia, la confiabilidad de diversas fuentes y el sentido crítico, todo ello con el desarrollo del pararrayos como telón de fondo.

Se debate por turnos, primero en grupos reducidos y posteriormente se ponen en común las conclusiones con el gran grupo.

Tratamos de vincular los elementos de una tormenta y los instrumentos presentados en la historia con los artefactos que hemos construido en actividades anteriores.

Contenidos

El método científico: sus etapas.

Utilización de las tecnologías de la información y la comunicación.

Principales fuerzas de la naturaleza: gravitatoria, eléctrica y magnética.

Electricidad y circuitos eléctricos.

Objetivos específicos

O.E.3. Formarse un juicio crítico y ético a partir del análisis de las fuentes de información

O.E. 4. Procesar adecuadamente información abundante, compleja y posiblemente contradictoria

O.E.5. Cotejar e integrar nueva información en esquemas previos de conocimiento

O.E.6. Analizar la información combinando el trabajo autónomo y grupal

O.E.7. Manejar diversos canales relacionados con las nuevas tecnologías para recibir y presentar información

O.E.9. Expresarse a través de un discurso coherente y cohesionado, formulando los propios argumentos de una manera convincente y adecuada al contexto

O.E.10. Comprender e identificar preguntas o problemas, obtener conclusiones y comunicarlas en distintos contextos

O.E.14. Reconocer falacias lógicas e identificar la validez de argumentaciones y razonamientos.

O.E.15. Analizar fenómenos físicos cotidianos diversos y aplicar el pensamiento científico-técnico para interpretar el entorno y resolver problemas

O.E.30. Reconocer y aplicar los principios básicos de la electricidad estática para comprender fenómenos físicos cotidianos y su aplicación tecnológica

O.E.31. Comprender el origen de la corriente eléctrica como el efecto del movimiento de cargas y su relación con la resistencia eléctrica del medio

O.E. 33. Interpretar la ciencia como una actividad realizada por personas con virtudes y defectos, en un contexto social e histórico que condiciona el desarrollo de aquella

Estándares de aprendizaje

Bloque 1: La actividad científica

1.1.; 2.1.; 5.1.; 5.2.; 6.2.

Bloque 4: El movimiento y las fuerzas

8.1.; 8.2.; 9.1.

Bloque 5: Energía

8.1.; 8.2.; 8.3.

Metodología, agrupamiento e interacción

Lectura individual previa del texto. A continuación se trabaja por grupos de 4 o 5 personas se analizan las cuestiones planteadas por el profesor o profesora, que debe fomentar así mismo la proposición de cuestiones por parte del alumnado. Posteriormente se ponen en común las conclusiones con el gran grupo en un debate abierto. Metodología activa, en la que la respuesta y curiosidad del alumnado en gran parte van a dirigir los derroteros de la sesión.

Materiales y recursos

El texto impreso para distribuir entre el alumnado

Lugar

Aula

Temporalización

Una sesión completa de clase, realizando tres ciclos de unos 15 minutos, cada uno con una parte de trabajo en grupo y otra de puesta en común, tras la lectura previa del texto de 10 minutos.

Complejidad o conocimientos previos

Tiene un cierto grado de complejidad al requerir del alumnado que vinculen conocimientos previos a información en el texto, que en ocasiones aparece implícita. Así mismo requiere integrar conceptos nuevos en conocimiento previo y admitir cierto grado de relativismo e incertidumbre en la historia de la ciencia. Es necesario, para un mejor aprovechamiento de la actividad, realizarla tras haber estudiado y asimilado conceptos básicos de electricidad (en nuestro caso la secuencia previa).

Comentarios

Orientación para el profesorado:

Con esta actividad tenemos una gran oportunidad de trabajar multitud de aspectos relacionados con diversas competencias, además de integrar todo el conocimiento previamente generado en la secuencia de actividades.

Esta actividad se plantea de forma intencionadamente abierta para que cada docente lo adapte a sus intereses y objetivos de trabajo. Pensar por ejemplo en aspectos como: ¿sabía Franklin qué habría pasado de haber caído un rayo en la llave?; ¿actuó adecuadamente al llevar a su hijo consigo al experimento?; ¿tuvo un comportamiento ético en cuanto a reconocer el trabajo de investigación de otras personas?; ¿qué parte de su trabajo estaba basado en conocimiento previo y qué parte parece original?; ¿qué opinas de la manera de contar la historia del periodista?; ¿crees que pretende generarte una opinión, dar información, resultar entretenido...?

Puede ser interesante disponer de conexión a internet para ampliar sobre ciertos puntos que surjan en el debate, pero siempre es interesante argumentar con información limitada y aprender a ser consciente de esa limitación.

Orientación para el alumnado:

El objetivo de esta actividad no es contestar acertadamente una serie de preguntas, sino reflexionar y argumentar sobre las conclusiones a las que hemos llegado. Aprovechad el tiempo de trabajo en grupo, no para consensuar la respuesta que creéis correcta a la cuestión a debatir, sino para intercambiar puntos de vista y prepararos para defenderlos, o modificarlos si es preciso, al ponerlos en común con el resto de la clase.

Actividad B6: Concurso STEAM

Descripción

Realizamos un concurso que recogerá y aunará todos los aspectos estudiados sobre la electricidad, con una vinculación optativa al fenómeno complejo que ha servido de hilo conductor para nuestra secuencia. Las siglas STEAM provienen del inglés, aglutinando ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. La idea novedosa es aunar el aspecto artístico/creativo al técnico.

Trabajando en grupos reducidos el alumnado elige un tema que le motive relacionado con lo estudiado. Se les proponen los siguientes a modo de ejemplo:

1. infografía "Los rayos y las tormentas"
2. cómic sobre algún experimento/hito en el desarrollo de la electricidad
3. línea del tiempo con los hitos más importantes relacionados con la electricidad y las tormentas
4. construcción de algún aparato eléctrico y diseño de una demostración pública de su funcionamiento

El trabajo se desarrolla en el formato preferido por cada grupo (digital, papel, modelo/maqueta...), habiendo a este respecto libertad total.

El conjunto de la clase consensua con el profesor o profesora la rúbrica que se utilizará para la evaluación y la fecha de presentación del proyecto.

Los proyectos se presentan en la fecha o fechas elegidas y aparte de la evaluación, todo el alumnado

vota y elige el proyecto artísticamente más destacado, el cual se exhibirá en el centro por el período que se considere oportuno.

Contenidos

El método científico: sus etapas.
Utilización de las tecnologías de la información y la comunicación.
Proyecto de investigación.
Principales fuerzas de la naturaleza: gravitatoria, eléctrica y magnética.
Electricidad y circuitos eléctricos.

Objetivos específicos

O.E.1. Buscar, recopilar y procesar información procedente de diversas fuentes
O.E.2. Utilizar estrategias específicas para buscar, analizar y seleccionar información sobre un tema en internet
O.E.3. Formarse un juicio crítico y ético a partir del análisis de las fuentes de información
O.E.4. Procesar adecuadamente información abundante, compleja y posiblemente contradictoria
O.E.5. Cotejar e integrar nueva información en esquemas previos de conocimiento
O.E.6. Analizar la información combinando el trabajo autónomo y grupal
O.E.7. Manejar diversos canales relacionados con las nuevas tecnologías para recibir y presentar información
O.E.8. Familiarizarse con material presentado en otros idiomas
O.E.9. Expresarse a través de un discurso coherente y cohesionado, formulando los propios argumentos de una manera convincente y adecuada al contexto
O.E.10. Comprender e identificar preguntas o problemas, obtener conclusiones y comunicarlas en distintos contextos
O.E.20. Cultivar y emplear la capacidad de imaginación y creatividad para resolver problemas
O.E.26. Vincular el contenido del aprendizaje al entorno familiar/social/natural
O.E.30. Reconocer y aplicar los principios básicos de la electricidad estática para comprender fenómenos físicos cotidianos y su aplicación tecnológica
O.E.31. Comprender el origen de la corriente eléctrica como el efecto del movimiento de cargas y su relación con la resistencia eléctrica del medio
O.E.32. Relacionar cualitativamente la fuerza eléctrica que existe entre dos cuerpos con su carga y la distancia que los separa
O.E.33. Interpretar la ciencia como una actividad realizada por personas con virtudes y defectos, en un contexto social e histórico que condiciona el desarrollo de aquella

Estándares de aprendizaje

Bloque 1: La actividad científica

1.1.; 2.1.; 5.1.; 5.2.; 6.1.; 6.2.

Bloque 4: El movimiento y las fuerzas

8.1.; 8.2.; 9.1.

Bloque 5: Energía

8.1.; 8.2.; 8.3.

Metodología, agrupamiento e interacción

Trabajamos con ideas básicas del aprendizaje por proyectos, metodología activa en la que el alumnado toma el protagonismo del aprendizaje, eligiendo qué proyecto quiere desarrollar y participando en el proceso de evaluación. Proponemos introducir la coevaluación por medio de una rúbrica, lo que promueve competencias metacognitivas: el alumnado se hace más consciente de las características de su proceso de aprendizaje.
Utilizaremos grupos heterogéneos de unas 4 personas.

Materiales y recursos

Definidos por el alumnado

Lugar

Aula

Temporalización

Una sesión de 30 minutos para definir los grupos, aclarar los objetivos del aprendizaje y definir la rúbrica. Dos sesiones de clase completas para la presentación y evaluación de los proyectos y elegir al ganador.

Complejidad o conocimientos previos

Requiere, para su adecuado aprovechamiento, una buena comprensión de los conceptos básicos del tema tratados en el resto de actividades.

Comentarios

Orientación para el profesorado:

Existe una tendencia muy generalizada por parte del alumnado a interpretar las calificaciones como un método de clasificación que les penaliza o beneficia en cuanto a sus posibilidades laborales posteriores. Sin entrar en lo adecuado de esta interpretación, la sociedad actual ya es suficientemente competitiva como para fomentarlo en el aula. Nuestra propuesta con este concurso es desvincular la votación para elegir un ganador de la calificación, siendo el premio sencillamente un reconocimiento al trabajo, no puntos extra en la nota. Además se pretende aplicar solamente al aspecto creativo/artístico. El trabajo del profesorado será aquí guiar la percepción del alumnado al respecto para fomentar la motivación intrínseca frente a la extrínseca.

SECUENCIA DE ACTIVIDADES PROPUESTA PARA TRABAJAR EN 4ºESO

Finalmente presentamos una tercera secuencia de actividades explorando el campo de la hidrostática, teniendo aplicación directa tanto en el abastecimiento de agua, sanitaria o de riego, como en la eliminación de desperdicios. Las actividades de la secuencia son en gran medida independientes, aunque hemos establecido una profundidad progresiva en los conceptos hidrostáticos, por lo que esta sección puede funcionar como banco de actividades para seleccionar las más apropiadas según el contexto. Con este último enfoque buscamos mostrar cómo transformar por completo la percepción del aprendizaje por parte del alumnado mediante sencillos cambios en la contextualización de las actividades, sin la necesidad de trabajar completamente por proyectos, si así se desea.

La primera actividad se ha diseñado a modo de tarea en sí misma, es decir: está orientada a la elaboración de un producto final relevante para el planteamiento; es abierta, pues no tiene una única solución; es flexible, adaptándose a distintos ritmos de aprendizaje y atendiendo a la diversidad del alumnado; es compleja en tanto que precisa de diversos recursos personales y competencias, además de requerir una reflexión. Así mismo, conecta con el entorno familiar y la realidad cotidiana del alumnado. El resto de actividades en la secuencia complementan y enriquecen aquella.

La última actividad de la secuencia también se puede interpretar como la culminación del proceso de aprendizaje, en tanto que el alumnado debe integrar y poner en práctica los resultados del aprendizaje, así como una serie de competencias científicas para resolver, trabajando en grupo, los enigmas planteados en clase.

Actividad C1: Investigamos el abastecimiento tradicional de agua

Descripción

Planteamos al alumnado llevar a cabo una o varias entrevistas a familiares o vecinos mayores sobre la red de abastecimiento de agua tradicional, tanto para riego como para consumo. Algunas preguntas que pueden guiar la actividad serían las siguientes:

¿De dónde se sacaba agua? ¿Cómo se transportaba? ¿Cómo funcionaban los mecanismos que describen? ¿Puedes/pueden aportar algún dibujo o esquema? ¿Cómo funcionaban las comunidades de riego? ¿Siguen existiendo los sistemas de su juventud (manantiales, fuentes, acequias...)? ¿Cómo han cambiado con el tiempo? ¿Por qué?

Se recomienda al alumnado complementar las entrevistas con investigación independiente en internet. La investigación resultará en uno o varios productos que se deben consensuar en clase. El alumnado tendrá un papel activo tanto en qué quiere hacer con la información que obtengan (cómo la quieren presentar: producir web, blog, infografías interactivas, exposición de carteles, montar la entrevista en audio o vídeo, etc.) y cómo se va a calificar.

Contenidos

La investigación científica
Tecnologías de la información y la comunicación en el trabajo científico
Proyecto de investigación
Presión
Principios de la hidrostática

Objetivos específicos

O.E.1. Buscar, recopilar y procesar información procedente de diversas fuentes
O.E.2. Utilizar estrategias específicas para buscar, analizar y seleccionar información sobre un tema en internet
O.E.3. Formarse un juicio crítico y ético a partir del análisis de las fuentes de información

- O.E.4. Procesar adecuadamente información abundante, compleja y posiblemente contradictoria
- O.E.5. Cotejar e integrar nueva información en esquemas previos de conocimiento
- O.E.6. Analizar la información combinando el trabajo autónomo y grupal
- O.E.7. Manejar diversos canales relacionados con las nuevas tecnologías para recibir y presentar información
- O.E.9. Expresarse a través de un discurso coherente y cohesionado, formulando los propios argumentos de una manera convincente y adecuada al contexto
- O.E.15. Analizar fenómenos físicos cotidianos diversos y aplicar el pensamiento científico-técnico para interpretar el entorno y resolver problemas
- O.E.21. Valorar las soluciones tecnológicas a problemas cotidianos empleadas tradicionalmente en la propia cultura
- O.E.22. Poner en valor la experiencia de nuestros mayores como depositarios de un conocimiento válido y valioso
- O.E.26. Vincular el contenido del aprendizaje al entorno familiar/social/natural
- O.E.34. Reconocer los principios físicos básicos relacionados con el transporte y almacenamiento de agua

Estándares de aprendizaje

Bloque 1: La actividad científica

8.1.

Bloque 4: El movimiento y las fuerzas

13.2.

Metodología, agrupamiento e interacción

Metodología activa; el alumnado se convierte en el centro del aprendizaje, definiendo tanto qué quiere hacer exactamente como participando en la definición de la rúbrica de evaluación, lo que además fomenta el aprendizaje metacognitivo.

Se trabaja por grupos de trabajo heterogéneos.

Materiales y recursos

Sin definir a priori

Lugar

Principalmente en casa y el barrio, más las sesiones en el aula.

Temporalización

Dos sesiones separadas algunos días.

En la primera sesión utilizaremos 15 minutos para proponer el trabajo de investigación y que el alumnado entienda la tarea y las posibilidades.

Una segunda sesión de clase completa para, habiendo madurado el proyecto, definir qué tipo de producto final van a presentar, cómo quieren trabajar y elaborar la rúbrica de evaluación consensuándola con el docente.

Complejidad o conocimientos previos

Actividad inicial. No se requieren conocimientos previos. La posible complejidad tecnológica (uso de las TIC) se puede solventar adaptando el producto final entregable al contexto del alumnado.

Comentarios

Orientación para el profesorado:

Sería ideal complementar esta actividad con una salida de campo, si es posible, relacionada con el tema de estudio, por ejemplo, una ruta a pie por el recorrido de alguna acequia tradicional preservada o recuperada.

No todos los lugares de nuestra geografía tienen la misma conexión con la cultura del agua. Pensemos: ¿hay alguna manera de darle una vuelta de tuerca a la actividad para conectarla

con el contexto del alumnado? ¿Sería más adecuado en nuestro caso centrar la actividad en el Canal de Isabel II, sistemas de riego hidropónico, proyectos de ingeniería de canales de navegación, etc.?

Por sus contenidos transversales esta actividad es ideal para incluirla en un proyecto integrado con tecnología o biología y geología, entre otras posibilidades.

Orientación para el alumnado:

Esta es una investigación abierta, no te quedes en las preguntas sugeridas. ¿Tienen tus mayores y vecinos historias personales que puedan enriquecer a toda la clase al compartirlas? Cuando empezamos a investigar no sabemos dónde terminaremos, sigue cualquier pista que creas interesante.

Puedes comenzar por leer este post: <https://legadonazari.blogspot.com/2015/07/acequia-de-aynadamar.html>

A continuación busca otra información en internet. ¿Qué tipos de proyectos salen en los que te puedas inspirar: podcasts, colección de fotos antiguas, rutas...?

Actividad C2: Mejor repartir la carga...

Descripción

• Primer ejercicio:

Se plantean una serie de situaciones físicas en las que la superficie sobre la que se ejerza esa fuerza tiene un efecto conocido significativo:

- ponerse de pie en un colchón inflable o tumbarse
- presionar un lápiz contra la piel por la parte de la punta, o por la parte roma, con la misma fuerza
- caminar por la nieve con botas, con raquetas de nieve o con esquís
- caminar por el césped con tacones o descalzo

¿Qué está ocurriendo? ¿Hay alguna diferencia entre las opciones y por qué?

¿Qué experiencias se pueden plantear para comprobar nuestras hipótesis?

Nos planteamos las siguientes situaciones problema:

- si necesitamos romper la ventana de un vehículo para salir tras un accidente, ¿cuál sería la mejor manera?
- si tenemos que pasar sobre agua helada y el hielo no parece excesivamente resistente, ¿cómo podemos arriesgarnos menos?

• Segundo ejercicio:

A partir de los ejemplos anteriores usamos un procedimiento de inducción para definir la presión y sus unidades.

Planteamos el problema abierto de calcular la presión ejercida por la pata de un elefante y la compararla con la presión que ejerce una persona con zapatos de tacón. ¿Quién preferiríamos que nos pisase, si pudiéramos elegir?

Pensamos en otras aplicaciones de la presión (controlar sobre qué superficie ejerce una fuerza) y proponemos nuestros propios cálculos utilizando la fórmula inducida.

Contenidos

Magnitudes escalares y vectoriales.

Magnitudes fundamentales y derivadas. Ecuación de dimensiones.

Presión.

Objetivos específicos

O.E.5. Cotejar e integrar nueva información en esquemas previos de conocimiento

O.E.6. Analizar la información combinando el trabajo autónomo y grupal

O.E.9. Expresarse a través de un discurso coherente y cohesionado, formulando los propios argumentos de una manera convincente y adecuada al contexto

O.E.10. Comprender e identificar preguntas o problemas, obtener conclusiones y comunicarlas en

distintos contextos

O.E.11. Generar hipótesis científicas a partir de la observación de fenómenos naturales

O.E.12. Proponer experimentos para comprobar la validez de hipótesis planteadas

O.E.13. Conocer los elementos básicos del pensamiento lógico-matemático y comprender una argumentación matemática

O.E. 14. Reconocer falacias lógicas e identificar la validez de argumentaciones y razonamientos

O.E.15. Analizar fenómenos físicos cotidianos diversos y aplicar el pensamiento científico-técnico para interpretar el entorno y resolver problemas

O.E.16. Comprender y utilizar herramientas matemáticas como representaciones gráficas, series de datos, tablas y resolución de ecuaciones para resolver problemas con aplicación a la vida cotidiana

O.E.17. Deducir la forma de una ecuación básica comprendiendo los principios físicos y las magnitudes involucrados

O.E.18. Identificar el carácter vectorial o escalar de una magnitud física previamente desconocida

O.E.19. Aplicar el cálculo dimensional para comprobar la homogeneidad de una fórmula

O.E.35. Reconocer que el efecto de una fuerza no solo depende de su intensidad sino también de la superficie sobre la que actúa

O.E.36. Interpretar fenómenos cotidianos en los que se pone de manifiesto la relación entre la superficie de aplicación de una fuerza y el efecto resultante

O.E.37. Calcular la presión ejercida por el peso de un objeto en función de la superficie de aplicación

Estándares de aprendizaje

Bloque 1: La actividad científica

2.1.; 3.1.; 4.1.

Bloque 4: El movimiento y las fuerzas

12.1.; 12.2.

Metodología, agrupamiento e interacción

Durante el primer ejercicio utilizamos una metodología socrática, para que, mediante un proceso de preguntas que induzcan a la reflexión el alumnado sea consciente de cómo algunas posibles ideas previas no dan una explicación satisfactoria al fenómeno. De esta manera se favorece el cambio conceptual. Trabajamos con el gran grupo.

En la parte en la que resolvemos problemas trabajamos por parejas y ponemos en común las resoluciones con el gran grupo. Utilizamos problemas abiertos, sin datos, para fomentar el desarrollo del pensamiento lógico-matemático abstracto y la iniciativa del alumnado.

Materiales y recursos

Calculadora

Lugar

Aula

Temporalización

Una sesión, dividida en dos partes de 15 y 40 minutos, para sendos ejercicios.

Complejidad o conocimientos previos

Esta actividad se basa y requiere una comprensión previa del tema de fuerzas, la relación del peso con la masa y, idealmente, un manejo básico del análisis dimensional para formular la ecuación básica de la presión en relación a la fuerza y la superficie de aplicación.

Comentarios

Orientación para el profesorado:

Se debe guiar al alumnado para que desarrollen el concepto de presión por ellos mismos, a partir de lo que saben de fuerzas y la intuición derivada de los ejemplos propuestos. La idea de trabajar con el método socrático no es formular preguntas para buscar la respuesta correcta y

confirmar estos aciertos, sino generar una reflexión y resaltar las incongruencias en los razonamientos mediante nuevas preguntas. Es un método complejo de manejar pero favorece el cambio conceptual al darse cuenta el propio alumnado de que sus ideas previas pueden no ser satisfactorias, a la vez que se favorece la formulación de nuevas hipótesis.

Actividad C3: Estudio de una presa a partir de una analogía

Descripción

• Primer ejercicio:

La primera parte de esta actividad consiste en una demostración preparada previamente por el profesor con una botella de plástico cerrada llena de agua y tres pequeños agujeros a distintas alturas (pueden hacerse con un clavo o la punta de un compás), también un barreño para recoger el agua. La demostración se visualiza mejor si se colorea ligeramente el agua con colorante alimenticio. Llevamos preparada otra botella igualmente llena de agua coloreada pero sin agujerear.

Destapamos la primera botella y observamos tres chorros de agua, de fuerza decreciente con la altura. Preguntamos al alumnado qué creen que está pasando. ¿Por qué los chorros tienen forma distinta? ¿De qué depende esa forma? ¿Qué hipótesis podemos realizar que sea comprobable y qué experiencia podemos hacer con la segunda botella para comprobarlo?

• Segundo ejercicio:

Utilizamos un buscador de internet para obtener fotos de presas de distinto tipo. Analizamos las estructuras, formas y secciones. ¿Qué relación puede haber con el caso de la botella?

• Tercer ejercicio:

Explicación magistral sobre cómo varía la presión atmosférica con la profundidad en un líquido

• Cuarto ejercicio:

Nos centramos ahora en el estudio de un embalse/presa seleccionado cercano a nuestro entorno educativo. ¿Qué parámetros tiene la construcción? ¿Qué presión tiene que soportar la presa en su máxima profundidad? ¿A cuántos elefantes, uno encima de otro y apoyados sobre cuatro patas, equivaldría esa presión?

Contenidos

La investigación científica

Tecnologías de la información y la comunicación en el trabajo científico

Presión

Principios de la hidrostática

Objetivos específicos

O.E.1. Buscar, recopilar y procesar información procedente de diversas fuentes

O.E.2. Utilizar estrategias específicas para buscar, analizar y seleccionar información sobre un tema en internet

O.E.5. Cotejar e integrar nueva información en esquemas previos de conocimiento

O.E.6. Analizar la información combinando el trabajo autónomo y grupal

O.E.7. Manejar diversos canales relacionados con las nuevas tecnologías para recibir y presentar información

O.E.9. Expresarse a través de un discurso coherente y cohesionado, formulando los propios argumentos de una manera convincente y adecuada al contexto

O.E.10. Comprender e identificar preguntas o problemas, obtener conclusiones y comunicarlas en distintos contextos

O.E.11. Generar hipótesis científicas a partir de la observación de fenómenos naturales

O.E.12. Proponer experimentos para comprobar la validez de hipótesis planteadas

O.E.13. Conocer los elementos básicos del pensamiento lógico-matemático y comprender una argumentación matemática

O.E.14. Reconocer falacias lógicas e identificar la validez de argumentaciones y razonamientos.

- O.E.15. Analizar fenómenos físicos cotidianos diversos y aplicar el pensamiento científico-técnico para interpretar el entorno y resolver problemas
- O.E.16. Comprender y utilizar herramientas matemáticas como representaciones gráficas, series de datos, tablas y resolución de ecuaciones para resolver problemas con aplicación a la vida cotidiana
- O.E.20. Cultivar y emplear la capacidad de imaginación y creatividad para resolver problemas
- O.E.21. Valorar las soluciones tecnológicas a problemas cotidianos empleadas tradicionalmente en la propia cultura
- O.E.26. Vincular el contenido del aprendizaje al entorno familiar/social/natural
- O.E.35. Reconocer que el efecto de una fuerza no solo depende de su intensidad sino también de la superficie sobre la que actúa
- O.E.36. Interpretar fenómenos cotidianos en los que se pone de manifiesto la relación entre la superficie de aplicación de una fuerza y el efecto resultante
- O.E.37. Calcular la presión ejercida por el peso de un objeto en función de la superficie de aplicación
- O.E.38. Comprender la relación entre la profundidad y la presión en el seno de un líquido

Estándares de aprendizaje

Bloque 1: La actividad científica

2.1.; 3.1.

Bloque 4: El movimiento y las fuerzas

12.1. ; 12.2.; 13.1.; 13.2.; 13.3.

Metodología, agrupamiento e interacción

Aprendizaje por indagación. Uso de analogías. Exposición magistral por parte del docente. Trabajaremos sin agrupamientos y fomentando la participación con el gran grupo.

Materiales y recursos

Botellas de plástico, agua, colorante alimenticio (opcional), barreño, clavo o compás.
Conexión a internet.

Lugar

Aula

Temporalización

Los primeros dos ejercicios requieren de 20 minutos, con una buena preparación previa del material. Al tercer ejercicio le dedicaremos 15 minutos y al cuarto otros 20 minutos. Con un buen desarrollo de la sesión la actividad se puede llevar a cabo en una única sesión, pero si por cualquier motivo se requiere separar los ejercicios en dos sesiones el alumnado puede llevar a cabo en casa la parte de indagación sobre un embalse cercano.

Complejidad o conocimientos previos

Recomendable alguna familiaridad con el concepto de presión, idealmente haber realizado la actividad previa o similar.

Comentarios

Orientación para el profesorado:

Mediante el uso de preguntas y la presentación de una incógnita generamos un interés en el alumnado por resolver un problema. La observación del fenómeno físico y la reflexión lleva a producir hipótesis plausibles y comprobables, comenzando a delimitar cómo funciona el fenómeno físico, el objetivo del primer ejercicio.

Mediante el uso de una analogía (botella \leftrightarrow embalse; pared de la botella \leftrightarrow presa) ayudamos a generalizar el fenómeno físico y conectarlo con la vida cotidiana. La introducción de la obra de ingeniería cercana a nuestro entorno profundiza aún más en esta idea de contextualización. De no poseerse conexión a internet en clase se puede traer preparada una batería de imágenes para presentar en clase.

Actividad C4: Un reto pulmonar

Descripción

Realizaremos un concurso en forma de reto en el aula: ¿hasta qué altura puedo hacer subir una bebida sorbiendo por un tubo? Comenzaremos uniendo pajitas de refresco una tras otra uniéndolas con cinta adhesiva. Para el líquido utilizaremos agua con colorante alimenticio o zumo de frutas. Comprobamos que la dificultad crece con la altura. Seguidamente probamos con tubos flexibles de PVC otorgándoles distintas formas a los trazados reforzándolos con alambres (lineales, helicoidales, sinusoidales...). Se fomentará un ambiente lúdico y creatividad en los diseños del recorrido, pero a la vez observaremos y extraeremos conclusiones. ¿La altura máxima alcanzada depende de la forma del tubo, de su longitud o posición, o solamente de la altura? ¿Por qué se llega a una altura máxima y el líquido no puede subir indefinidamente? ¿Qué pruebas podemos hacer para entender qué está pasando?

Apunta en la libreta los valores de la altura alcanzada para cada integrante del grupo y todas las conclusiones de las pruebas que realicéis.

¿Cómo podemos calcular el peso del agua que podemos levantar? ¿Y la fuerza que ejerce esa columna de agua por unidad de superficie si quisiéramos sujetarla una vez que está dentro del tubo?

Contenidos

La investigación científica.
Expresión de resultados.
Presión.
Principios de la hidrostática.

Objetivos específicos

O.E.5. Cotejar e integrar nueva información en esquemas previos de conocimiento
O.E.6. Analizar la información combinando el trabajo autónomo y grupal
O.E.10. Comprender e identificar preguntas o problemas, obtener conclusiones y comunicarlas en distintos contextos
O.E.11. Generar hipótesis científicas a partir de la observación de fenómenos naturales
O.E.12. Proponer experimentos para comprobar la validez de hipótesis planteadas
O.E.13. Conocer los elementos básicos del pensamiento lógico-matemático y comprender una argumentación matemática
O.E.14. Reconocer falacias lógicas e identificar la validez de argumentaciones y razonamientos.
O.E.15. Analizar fenómenos físicos cotidianos diversos y aplicar el pensamiento científico-técnico para interpretar el entorno y resolver problemas
O.E.16. Comprender y utilizar herramientas matemáticas como representaciones gráficas, series de datos, tablas y resolución de ecuaciones para resolver problemas con aplicación a la vida cotidiana
O.E.20. Cultivar y emplear la capacidad de imaginación y creatividad para resolver problemas
O.E.34. Reconocer los principios físicos básicos relacionados con el transporte y almacenamiento de agua
O.E.35. Reconocer que el efecto de una fuerza no solo depende de su intensidad sino también de la superficie sobre la que actúa
O.E.36. Interpretar fenómenos cotidianos en los que se pone de manifiesto la relación entre la superficie de aplicación de una fuerza y el efecto resultante
O.E.37. Calcular la presión ejercida por el peso de un objeto en función de la superficie de aplicación
O.E.38. Comprender la relación entre la profundidad y la presión en el seno de un líquido
O.E.39. Argumentar razonadamente el efecto que la presión atmosférica tiene en un sistema físico

Estándares de aprendizaje

Bloque 1: La actividad científica

2.1.; 6.1.

Bloque 4: El movimiento y las fuerzas

12.1.; 13.1.; 13.3.

Metodología, agrupamiento e interacción

Aprendizaje por indagación basado en un problema práctico que se resuelve de forma activa. Trabajamos por grupos heterogéneos de unos 4 alumnos y con interacción continua con el gran grupo.

Materiales y recursos

Pajitas, cinta adhesiva, tubo de PVC flexible, alambre, recipientes para líquidos, agua, colorante alimenticio, cinta métrica, tijeras, calculadora.

Lugar

Idealmente en el exterior, aunque se puede adaptar al laboratorio, en un espacio con desnivel o, mejor, con escaleras. Puede que algunos alumnos o alumnas consigan levantar el agua varios metros, lo que hay que tener previsto.

Temporalización

Una sesión de clase completa.

Complejidad o conocimientos previos

Idealmente conocimiento previo de la presión como medida de la fuerza por unidad de superficie y su variación con la altura/profundidad en el seno de un fluido (C2 y C3), aunque esta actividad podría también utilizarse para introducir el tema.

Comentarios

Orientación para el profesorado:

Esta actividad no es compleja de desarrollar pero sí de controlar las dinámicas de trabajo en grupo intercalando períodos de puesta en común, debido a que no hay un guión de laboratorio con toda la intención de que el aprendizaje sea más activo.

Según el contexto nos podemos encontrar con que parte del alumnado o las familias mencionen una presunta falta de higiene. Nos podemos curar en salud preparando boquillas individuales del mismo material que los tubos de aspirar, con un pequeño corte en un extremo para reducir el diámetro y acoplar en el tubo principal.

Orientación para el alumnado:

Algunas preguntas planteadas por el profesorado pueden tener más profundidad de lo que parece de primeras. Pista: hemos visto en actividades anteriores que la presión en el interior de un líquido (por ejemplo, en una presa) puede llegar a ser muy grande. ¿Crees que pasará lo mismo en el interior de un gas, como nuestra atmósfera?

Actividad C5: No se puede escapar de la presión

Descripción

Preparamos una mini feria de la ciencia. Trabajando por grupos se preparan demostraciones científicas relacionadas con la presión y la flotabilidad. Las demostraciones se exponen un día a convenir con el alumnado y la dirección del centro, preferiblemente un viernes por la tarde. Durante la feria se realizan tres turnos, para que aparte de atender a las familias todo el alumnado tenga oportunidad de ver el trabajo de sus compañeros y compañeras.

Algunas ideas para inspirarse:

- Implosión de una lata caliente
 - Meter un huevo en una botella
 - Agua que sube por un vaso invertido donde arde una vela
 - Un modelo del funcionamiento de los pulmones
 - Explicación de fenómenos físicos: cómo funcionan una aspiradora, una ventosa..., qué le pasa a una bolsa de patatas cuando subes a la Sierra o a una botella medio-llena cuando bajas...
 - Diablillo de Descartes
 - Reloj de agua
 - Reloj de distintos fluidos en dos botellas conectadas
-

O cualquier otra basada en fenómenos físicos o químicos que se puedan vincular con el tema que estamos estudiando.

Contenidos

La investigación científica.
Tecnologías de la información y la comunicación en el trabajo científico.
Proyecto de investigación.
Presión.
Principios de la hidrostática.

Objetivos específicos

O.E.1. Buscar, recopilar y procesar información procedente de diversas fuentes
O.E.2. Utilizar estrategias específicas para buscar, analizar y seleccionar información sobre un tema en internet
O.E.5. Cotejar e integrar nueva información en esquemas previos de conocimiento
O.E.6. Analizar la información combinando el trabajo autónomo y grupal
O.E.9. Expresarse a través de un discurso coherente y cohesionado, formulando los propios argumentos de una manera convincente y adecuada al contexto
O.E.10. Comprender e identificar preguntas o problemas, obtener conclusiones y comunicarlas en distintos contextos
O.E.15. Analizar fenómenos físicos cotidianos diversos y aplicar el pensamiento científico-técnico para interpretar el entorno y resolver problemas
O.E.20. Cultivar y emplear la capacidad de imaginación y creatividad para resolver problemas
O.E.26. Vincular el contenido del aprendizaje al entorno familiar/social/natural
O.E.34. Reconocer los principios físicos básicos relacionados con el transporte y almacenamiento de agua
O.E.35. Reconocer que el efecto de una fuerza no solo depende de su intensidad sino también de la superficie sobre la que actúa
O.E.36. Interpretar fenómenos cotidianos en los que se pone de manifiesto la relación entre la superficie de aplicación de una fuerza y el efecto resultante
O.E.37. Calcular la presión ejercida por el peso de un objeto en función de la superficie de aplicación
O.E.38. Comprender la relación entre la profundidad y la presión en el seno de un líquido
O.E.39. Argumentar razonadamente el efecto que la presión atmosférica tiene en un sistema físico

Estándares de aprendizaje

Bloque 1: La actividad científica

2.1.; 8.1.

Bloque 4: El movimiento y las fuerzas

12.1. ; 13.1.; 13.4.; 13.5.; 14.1.; 14.2.

Metodología, agrupamiento e interacción

Trabajamos con órdenes altos en la taxonomía de Bloom, implicando procesos cognitivos más complejos que deberían hacer el aprendizaje más significativo y perdurable.

Es un pequeño proyecto definido por el alumnado, por lo que supone, además de una metodología activa, poner al alumnado y sus intereses en el centro del aprendizaje.

Los grupos de trabajo serán de 3 personas.

Materiales y recursos

Sin definir; dependientes del proyecto particular.

Lugar

Casa (preparación) y algún lugar amplio del centro educativo, como el patio o el gimnasio, para la exposición.

Temporalización

Sesión de 20 minutos para la propuesta del proyecto y resolución de dudas

Complejidad o conocimientos previos

Asimilación previa de los conceptos básicos de presión e hidrostática.

Comentarios

Orientación para el profesorado:

Esta actividad es importante, además de por la vinculación del contenido a la vida cotidiana del alumnado, por su potencial para fomentar la relación de las familias con el centro, trabajando sobre lo sembrado en la actividad C1.

El rol del profesorado es uno de supervisor y coordinador de la actividad, además de tener la responsabilidad de que las familias se sientan partícipes de la feria el día de la exposición.

Se recomienda así mismo enriquecer esa tarde con alguna exhibición extra, como el lanzamiento de cohetes de agua, por ejemplo.

Actividad C6: La cisterna

Descripción

Desmontamos la cisterna del váter de casa, investigamos cómo funciona, apoyándonos con una búsqueda por internet si es preciso, y realizamos un dibujo/esquema en un papel. Para medir el impacto medioambiental estimamos el gasto de agua mensual en casa por el uso de la cisterna.

¿Cómo podemos estimar el volumen de agua que se gasta al mes en casa por el uso de la cisterna?

Posteriormente debemos grabar un vídeo con el teléfono móvil explicando y mostrando el funcionamiento con la cisterna desmontada, y mostrar también el esquema realizado. El vídeo se entrega por el medio digital elegido (correo electrónico, nube, plataforma de enseñanza online...) para su evaluación. Los cálculos del impacto medioambiental se entregan aparte en un pequeño informe.

Contenidos

La investigación científica.

Expresión de resultados.

Análisis de los datos experimentales.

Tecnologías de la información y la comunicación en el trabajo científico.

Proyecto de investigación.

Principios de la hidrostática.

Objetivos específicos

O.E.1. Buscar, recopilar y procesar información procedente de diversas fuentes

O.E.2. Utilizar estrategias específicas para buscar, analizar y seleccionar información sobre un tema en internet

O.E.5. Cotejar e integrar nueva información en esquemas previos de conocimiento

O.E.9. Expresarse a través de un discurso coherente y cohesionado, formulando los propios argumentos de una manera convincente y adecuada al contexto

O.E.10. Comprender e identificar preguntas o problemas, obtener conclusiones y comunicarlas en distintos contextos

O.E.12. Proponer experimentos para comprobar la validez de hipótesis planteadas

O.E.13. Conocer los elementos básicos del pensamiento lógico-matemático y comprender una argumentación matemática

O.E.20. Cultivar y emplear la capacidad de imaginación y creatividad para resolver problemas

O.E.21. Valorar las soluciones tecnológicas a problemas cotidianos empleadas tradicionalmente en la propia cultura

O.E.23. Entender las consecuencias para el medioambiente de distintas soluciones técnicas, proponiendo soluciones a problemas medioambientales

O.E.25. Juzgar las consecuencias éticas de determinadas acciones y entender la necesidad de

responsabilizarse de ellas

O.E.26. Vincular el contenido del aprendizaje al entorno familiar/social/natural

O.E.34. Reconocer los principios físicos básicos relacionados con el transporte y almacenamiento de agua

O.E.40. Analiza aplicaciones tecnológicas de los principios fundamentales de la hidrostática

Estándares de aprendizaje

Bloque 1: La actividad científica

8.1.

Bloque 4: El movimiento y las fuerzas

13.2.; 13.5.; 14.1.; 14.2.

Metodología, agrupamiento e interacción

Pequeño proyecto de investigación que se enmarca en una metodología activa de aprendizaje. Se trabajará individualmente en esta ocasión, haciendo uso de las TIC al menos para grabar y entregar el vídeo.

Si lo permite el contexto del alumnado toda la comunicación de esta actividad (instrucciones, entrega, y resolución de dudas) se puede plantear totalmente en un aula virtual como Moodle o Google Classroom, trabajando a nivel profundo la competencia digital.

Materiales y recursos

Cisterna del váter, cinta métrica, calculadora, teléfono móvil, material de dibujo para el esquema.

Lugar

Casa

Temporalización

Una sesión de 15 minutos en clase para darles las instrucciones del ejercicio y resolver dudas.

Complejidad o conocimientos previos

Tanto los cálculos como los conceptos involucrados son sencillos, pero una base de hidrostática, como presión y vasos comunicantes, es interesante para comprender el mecanismo de funcionamiento de la cisterna.

Comentarios

Orientación para el profesorado:

Es posible que alguna cisterna moderna, de las que pueden vaciar medio depósito para ahorrar agua, tenga un funcionamiento complejo de entender a simple vista; en este caso advertir al alumnado de no preocuparse tanto por describir exactamente el funcionamiento como por el proceso de análisis (sugerir algunas líneas para atacar el problema: ¿qué modos de funcionamiento tiene?; ¿qué diferencias se observan?; ¿se puede aventurar alguna hipótesis para explicar el comportamiento mecánico que no se entiende?; ¿podrías imaginar algún experimento para comprobarlo?; etc.)

Depende de la experiencia previa del alumnado en la resolución de problemas abiertos es posible que haya que suministrarles un pequeño guión para redactar un informe de investigación sencillo.

Orientación para el alumnado:

Una estimación es un cálculo aproximado, no quiere decir a ojo, quiere decir que se pueden hacer aproximaciones para tener una idea del resultado. Por ejemplo, no hace falta contar todas las veces que se vacía la cisterna del váter en un mes, podemos analizar 3 o 4 días para ver, en promedio, cuántas veces se usa al día y multiplicar por 30.

Otra pista: si tienes la cisterna desmontada y una cinta métrica no debe ser difícil calcular qué volumen de agua se desaloja cada vez, ¿no?

Actividad C7: *Hidro-enigmas griegos*

Descripción

• Primer ejercicio:

Comenzamos con una demostración del funcionamiento de una “copa del codicioso” o copa de Pitágoras. El alumnado debe proponer hipótesis sobre el funcionamiento. ¿Por qué se puede llenar la copa sin problema hasta un cierto punto? ¿Por qué comienza a vaciarse? ¿Y por qué una vez que empieza no para hasta casi tirar todo el líquido que tenía?

Si el alumnado no consigue llegar a un modelo explicativo satisfactorio del funcionamiento del artilugio, demostramos el principio de los vasos comunicantes con dos botellas conectadas y agua coloreada con distintos colores, montaje este también preparado previamente por el docente. Seguidamente se muestra el principio del sifón con un montaje similar pero el tubo comunicando dos botellas a distintas alturas por encima del nivel del líquido. Una vez comprendido el funcionamiento del sifón se revisita el artilugio original para asegurarnos de la comprensión completa del fenómeno.

• Segundo ejercicio:

Se muestra al alumnado una fuente de Herón, que queda instalada y funcionando durante el ejercicio.

Se trabaja en grupos heterogéneos de 3 o 4 personas con el objetivo de comprender el funcionamiento de la fuente; qué impulsa al agua; cómo empieza o por qué necesita algo de agua para comenzar; de qué depende la fuerza con que sale la fuente; por qué las botellas inferiores tienen que estar cerradas; por qué tienen que estar a distinta altura; etc. Los grupos se pueden ir acercando a la fuente por turnos para interactuar con ella e ir comprobando sus hipótesis.

Aunque el trabajo de indagación es grupal todo el mundo tiene que tomar notas de todo, incluyendo un esquema de la circulación del agua y otro del funcionamiento de la fuente además de explicarlo de palabra. Todo ello se entregará al final de la sesión para su evaluación.

Contenidos

La investigación científica.

Presión.

Principios de la hidrostática.

Objetivos específicos

O.E.5. Cotejar e integrar nueva información en esquemas previos de conocimiento

O.E.6. Analizar la información combinando el trabajo autónomo y grupal

O.E.9. Expresarse a través de un discurso coherente y cohesionado, formulando los propios argumentos de una manera convincente y adecuada al contexto

O.E.10. Comprender e identificar preguntas o problemas, obtener conclusiones y comunicarlas en distintos contextos

O.E.11. Generar hipótesis científicas a partir de la observación de fenómenos naturales

O.E.12. Proponer experimentos para comprobar la validez de hipótesis planteadas

O.E.14. Reconocer falacias lógicas e identificar la validez de argumentaciones y razonamientos.

O.E.15. Analizar fenómenos físicos cotidianos diversos y aplicar el pensamiento científico-técnico para interpretar el entorno y resolver problemas

O.E.20. Cultivar y emplear la capacidad de imaginación y creatividad para resolver problemas

O.E.21. Valorar las soluciones tecnológicas a problemas cotidianos empleadas tradicionalmente en la propia cultura

O.E.34. Reconocer los principios físicos básicos relacionados con el transporte y almacenamiento de agua

O.E.38. Comprender la relación entre la profundidad y la presión en el seno de un líquido

O.E.39. Argumentar razonadamente el efecto que la presión atmosférica tiene en un sistema físico

O.E.40. Analiza aplicaciones tecnológicas de los principios fundamentales de la hidrostática

Estándares de aprendizaje

Bloque 1: La actividad científica

2.1.

Bloque 4: El movimiento y las fuerzas

13.1.; 13.2.; 13.3.; 13.4.; 14.1.; 14.2.

Metodología, agrupamiento e interacción

En el primer ejercicio trabajamos con un método socrático, en el que el profesorado no da explicaciones o respuestas al alumnado, sino que les reta con más preguntas haciéndoles reflexionar sobre los puntos débiles de su razonamiento. Trabajamos con el gran grupo en esta parte.

El segundo ejercicio implica un aprendizaje por indagación trabajando en grupos heterogéneos de 3 o 4 personas.

Materiales y recursos

Para las demostraciones y la construcción de los artefactos necesitaremos: garrafas y botellas de plástico, barreños y otros recipientes para los líquidos; varios tubos flexibles de PVC transparente; colorante alimenticio; cúter/tijeras; pistola de pegamento caliente; jcubo y fregona!

Lugar

Aula o, preferiblemente, el laboratorio.

Temporalización

Una sesión completa, con 25 minutos para el primer ejercicio y 30 para el segundo.

Complejidad o conocimientos previos

Actividad compleja en la que se requiere integrar todo el conocimiento previo sobre presión e hidrostática con la nueva información obtenida durante la actividad, además de competencia en razonamiento lógico-matemático, resolución de problemas y trabajo en grupo.

Comentarios

Orientación para el profesorado:

Esta actividad requiere un poco de preparación por nuestra parte. Debemos asegurarnos de que la fuente de Herón que preparemos sea fácilmente desmontable y ensamblable por si se necesitan varios ciclos de funcionamiento en el segundo ejercicio. Hay multitud de diseños posibles pero recomendamos el uso de botellas de plástico transparente conectadas por tubo de PVC flexible y agua con colorante alimenticio para esta actividad, todo ello para facilitar la visualización del circuito que sigue el agua. En los Anexos de este documento incluimos un esquema del artefacto.

Si hubiera posibilidad, sería enriquecedor ampliar esta actividad con un estudio histórico de las figuras de Ctesibio y Herón en el Egipto Helenístico, lo que permitiría vincular también esta secuencia con materias de humanidades.

Orientación para el alumnado:

A primera vista puede parecer imposible que el agua suba sin bombas ni electricidad, pero también lo hace en algunos manantiales, los géiseres, etc. Inspírate en el funcionamiento del sifón, los vasos comunicantes y lo que has estudiado sobre la presión para entender cuál es la fuerza que empuja al agua en cada recorrido. Observa que las botellas están cerradas salvo por los tubos que las conectan entre sí y al exterior.

SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

Como se ha comentado arriba, nuestro planteamiento implica que las anteriores actividades se pueden utilizar en bloque, en partes conectadas o de manera aislada. Esto implica que dependiendo del contexto tendrán distinto encaje dentro de cada programación docente. Es por ello que no hemos explicitado la forma de evaluar cada una de las actividades, dejando esto a criterio de la persona que lo vaya a poner en práctica, con la excepción en algunos casos en que hemos juzgado especialmente interesante dar algunas orientaciones para el profesorado como, por ejemplo, la participación en la evaluación por parte del alumnado.

Mencionar, sin embargo, que para ser consistentes con un planteamiento que coloca al alumnado en el centro del aprendizaje, la evaluación debería ser continua y formativa, en el sentido de ir proporcionando al alumnado retroalimentación continua de cómo avanza su proceso de aprendizaje, qué metas debe alcanzar y qué puntos debe ir mejorando, que le ayude a desarrollar estrategias para mejorar su aprendizaje y que, en definitiva, desarrolle la competencia de aprender a aprender. Esta aproximación tiene la ventaja además de proporcionar información al profesorado de cómo está funcionando el planteamiento didáctico y si es necesario realizar algunos cambios.

Recomendamos considerar para al menos la actividades más complejas la evaluación mediante rúbricas. Existen muchos recursos abiertos en internet para obtener y compartir material educativo abierto, incluyendo rúbricas de evaluación, entre los que podemos recomendar, por ejemplo, la del proyecto EDIA en el Centro Nacional de Desarrollo Curricular en Sistemas no Propietarios (Fernández A. , 2015). En los anexos de este documento adjuntamos algunos ejemplos de rúbricas de elaboración propia.

REFLEXIÓN Y VALORACIÓN FINAL

Partimos del problema, ampliamente reconocido a nivel institucional, de que mientras aumenta el consenso mundial sobre la importancia de la ciencia y la educación científica, el interés por la ciencia por parte del alumnado parece estar disminuyendo. Diversos autores han reconocido las causas de este desinterés en las prácticas docentes alrededor de la educación científica o, al menos, en la percepción del alumnado de estas. Trabajamos con la tesis de que la desconexión de los contenidos con la vida cotidiana y entorno del alumnado tiene un papel muy importante en la situación comentada, y que modificar este aspecto posee un gran potencial para ayudar a solventar el problema descrito.

Este trabajo trata de aportar a la mejora de la educación científica mediante una propuesta didáctica consistente en tres secuencias de actividades para implementar en las asignaturas de física y química de segundo, tercero y cuarto de ESO. Inspirados en esquemas que se están poniendo en práctica con éxito en otros contextos, como la reforma de los *New Generation Science Standards* en los Estados Unidos, nos basamos en un fenómeno natural complejo para vincular toda la secuencia de aprendizaje por medio de preguntas que incitan a la indagación sobre ciertos aspectos del fenómeno en cuestión.

Por añadidura, y como innovación, hemos mostrado que se puede hacer lo mismo y de manera efectiva con un fenómeno o problemática social, explorando los aspectos éticos y culturales de la ciencia y la tecnología.

Esta elección del tema principal en torno al que gira el aprendizaje implica que el resultado del aprendizaje tiene una aplicación real a la vida cotidiana del alumnado, estimulándose la motivación intrínseca por el aprendizaje y mejorando la autoestima debido a la satisfacción de la necesidad psicológica de competencia.

Sinceramente creemos que la aproximación seguida en este trabajo es adaptable a cualquier nivel y materia de la enseñanza secundaria, aunque aquí, por razones de preferencia y competencia personal, nos hayamos limitado a desarrollar unos ejemplos en la física y química de secundaria.

Así mismo sugerimos el potencial que tiene esta metodología para trabajar por proyectos y unidades didácticas integradas en cooperación con otros departamentos, especialmente, biología y geología (por ejemplo en las secuencias A y B), matemáticas y tecnología (en todas), pero también por supuesto con humanidades, como geografía e historia (en la secuencia C), o arte (presente también en todas las secuencias). Constatamos que este tipo de enfoques didácticos no sólo fomenta la creatividad del alumnado sino también lo hace en el profesorado.

Las secuencias de actividades pueden utilizarse completas o como un banco de actividades independientes. Aunque en el desarrollo de las secuencias hemos tenido en cuenta esta flexibilidad para facilitar su puesta en práctica, recomendaríamos al menos utilizar las actividades iniciales de contextualización para no perder el anclaje que proporcionan al aprendizaje y que pensamos es una de las aportaciones más significativas de este trabajo.

El siguiente paso natural de este trabajo sería crear Recursos Educativos Abiertos a partir del material presentado y posiblemente ampliándolo, para aumentar las posibilidades de implementación real y obtener retroalimentación significativa de otros docentes, lo que esperamos poder abordar en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- Ajello, A. M. (2003). La motivación para aprender. En C. P. (coord), *Manual de psicología de la educación* (págs. 251-271). Editorial Popular.
- Atkins, M., & Brown, G. (2002). *Effective teaching in higher education*. Londres: Routledge.
- Bybee, R. W. (2014). NGSS and the next generation of science teachers. *Journal of science teacher education, 25*(2), 211-221.
- Chinn, C. A., & Brewer, W. F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science education. *Review of Educational Research 63*, 1-49.
- Comas Camps, M. (1925). Las ciencias en la escuela. *Revista de Pedagogía, 38*, 56-64.
- Comisión Europea. (2015). *Science Education for Responsible Citizenship: Report to the European Comision of the expert group on sience education*. Luxemburgo: Publications Office of the European Union.
- De Miguel Díaz, M. (., Alfaro Rocher, I., Apodaca Urquijo, P., Arias Blanco, J., García Jiménez, E., & Lobato Fraile, C. y. (2005). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Orientaciones para promover el cambio metodológico en el marco del EEES*. Oviedo: Ediciones Universidad de Oviedo.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum Publishing Co.
- Deci, E. L., Koestner, R., & Ryan, R. M. (1999). A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. *Psychological bulletin, 125*(6), 627.
- DECRETO 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía. (14 de junio de 2016). *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*. Sevilla, España: Consejería de Educación.
- DECRETO 182/2020, de 10 de noviembre, por el que se modifica el Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía. (10 de noviembre de 2020). *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*. Sevilla, España: Consejería de Educación.
- Domenech, F., & Abellán, L. (2017). *Guía práctica para mejorar la motivación del alumnado de educación secundaria y formación profesional*. Casterlló de la Plana: Publicacions de la Universitat Jaume I.
- Dörnyei, Z. (1994). Motivation and Motivating in the Foreign Language Classroom. *The Modern Language Journal, 78*(3), 273-284.
- Duit, R., & Treagust, D. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education 25*:6, 671-688.
- Duit, R., & Treagust, D. (2012). How Can Conceptual Change Contribute to Theory and Practice in Science Education? En T. K. Fraser B., *Second International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Springer.
- Esteve, A. R., & Solbes, J. (2017). El desinterés de los estudiantes por las Ciencias y la Tecnología en. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, (Extra)*, 573-578.

- Fensham, P. (2008). *Science education Policy-Making: Eleven emerging issues*. París: UNESCO .
- Fernández, A. (8 de Mayo de 2015). *CEDEC*. Obtenido de Centro Nacional de Desarrollo Curricular en Sistemas no Propietarios: <https://cedec.intef.es/rubricas/>
- Fernández, J., Elórtogui, N., Rodríguez, J., & Moreno, T. (1997). ¿Qué idea se tiene de la ciencia desde los modelos didácticos? *Alambique*, 12, 87-99.
- Fortea, M. (2019). Metodologías didácticas para la enseñanza/aprendizaje de competencias. *Materiales para la docencia universitaria de la Universitat Jaume I*, nº 1.
- Furió Más, C. J. (2005). La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la Química. Una cuestión. *Educación Química*, 17, 222-227.
- Gallagher, J. (1991). Prospective and practicing secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science. *Science Education*, 75, 121-133.
- Hasni, A., & Potvin, P. (2015). Student's Interest in Science and Technology and Its Relationships with Teaching Methods, Family Context and Self-Efficacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 10(3), 337-366.
- Hewson, P., Beeth, M. E., & Thorley, N. R. (1998). Teaching for conceptual change. En B. Fraser, & K. Tobin, *International handbook of science education* (págs. 199-218). Springer.
- Hipkins, R., Bolstad, R., Baker, R., Jones, A., Barker, M., Bell, B., . . . Taylor. (2002). *Curriculum and Effective Pedagogy: a literature review in science education*. Auckland: New Zealand Ministry of Education.
- Holgersson, I. (2001). Young Children and Molecules: examples from a longitudinal study on children's views of matter. *Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society* (págs. 89-91). Tesalonica: European Science Education Research Association.
- Lederman, N. (2007). Nature of science: Past, present and future. En S. Abell, & N. Lederman, *Handbook of research on science education* (págs. 831-879).
- Like, C., Morgan, J., Escalada, L., & Burns, L. (2019). Teaching Phenomena with NGSS—A Complete Unit. *The Physics Teacher*, 57(3), 152-156.
- Lyons, T. (2006). Different countries, same science classes: Students' experiences of school science in their own words. *International Journal of Science Education*, 591-613.
- Naranjo Pereira, M. (2009). Motivación: perspectivas teóricas y algunas consideraciones de su importancia en el ámbito educativo . *Revista Educación* 33(2), 153-170.
- Nieswandt, M. (2001). Students' understanding of changes of substances: A longitudinal study. *Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society* (págs. 573-575). Tesalonika: European Science Education Research Association.
- OECD Global Science Forum. (2008). *Encouraging Student Interest in Science and Technology Studies*. OECD.
- Orden de 15 de enero de 2021, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la etapa de Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan

- determinados aspectos de la atención a la diversidad, se establece la orde. (18 de enero de 2021). *BOJA Extraordinario nº 7, 18-01-2021*. Sevilla, España: Consejería de Educación.
- ORDEN ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. (21 de enero de 2015). *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, España: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Peterson, S., & Tytler, R. (2001). Young children's growing understandings of evaporation: Insights from longitudinal study. *Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society*. Tesalonika: European Science Education Research Association.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P., & Gertzog, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- Pozo, J., & Gómez Crespo, M. (1997). ¿Qué es lo que hace difícil la comprensión de la ciencia? Algunas explicaciones y propuestas para la enseñanza. En L. M. Carmen, *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria* (págs. 73-105). ICE-Horsori.
- REAL DECRETO 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. (26 de diciembre de 2014). *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, España: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Reiser, B. J. (2014). Designing coherent storylines aligned with NGSS for the K-12 classroom. *National Science Education Leadership Association Meeting*. Boston, MA.
- Royal Society. (2008). *Science and Mathematics Education, 14 – 19: A 'state of the nation' report on the participation and attainment of 14-19 year olds in science and mathematics in the UK, 1996-2007*. London: The Royal Society.
- Ryan, C. (2010). *Current challenges in basic science education*. París: UNESCO Education Sector.
- Santrock, J. (2002). *Psicología de la educación*. México: Mc Graw-Hill.
- Savater, F. (2004). *El valor de educar*. Barcelona: Ariel.
- Singer, P. (2019). *The life you can save: How to do your part to end world poverty*. <https://www.thelifeyoucanlive.org/>.
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (67), 53-61.
- US National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington DC: The National Academies Press.
- Vázquez Alonso, A., Manassero Mas, M. A., Acevedo Díaz, J., & Acevedo Romero, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la comunidad tecnocientífica. *Revista electrónica de enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 331-363.

II. VINCULACIÓN DE LAS COMPETENCIAS CLAVE CON LAS ACTIVIDADES

Tabla 6: Matriz de relación entre las actividades planteadas en nuestra propuesta didáctica y las competencias clave (CL: competencia en comunicación lingüística; CMCT: competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología; CD: competencia digital; AA: competencia de aprender a aprender; CSC: competencias sociales y cívicas; SCIE: sentido de iniciativa y espíritu emprendedor; CA: competencia para la conciencia y expresión cultural).

		CL	CMCT	CD	AA	CSC	SCIE	CA
A1	Cuestión de supervivencia: el agua	X	X	X	X	X	X	X
A2	Investigamos un problema vital	X	X	X	X	X	X	X
A3	Estudiando el agua	X	X		X	X	X	X
A4	Mantenerse a flote	X	X		X	X	X	X
A5	La mar salada	X	X	X	X	X	X	X
A6	Sustancias puras y mezclas	X	X		X	X	X	X
A7	Tarea final	X	X	X	X	X	X	X
B1	Un súper-poder de la naturaleza: los rayos	X	X	X	X	X	X	X
B2	Pone los pelos de punta...	X	X		X	X	X	X
B3	Construimos un transporte de electricidad	X	X		X	X	X	X
B4	Construimos una botella para guardar electricidad	X	X		X	X	X	X
B5	Cometas y tormentas: ¿ideas peregrinas?	X	X	X	X	X	X	X
B6	Concurso STEAM	X	X	X	X	X	X	X
C1	Investigamos el abastecimiento tradicional de agua	X	X	X	X	X	X	X
C2	Mejor repartir la carga...	X	X		X	X	X	X
C3	Estudio de una presa a partir de una analogía	X	X	X	X	X	X	X
C4	Un reto pulmonar	X	X		X	X	X	X
C5	No se puede escapar de la presión	X	X	X	X	X	X	X
C6	La cisterna	X	X	X	X	X	X	X
C7	<i>Hidro-enigmas griegos</i>	X	X	X	X	X	X	X

III. VINCULACIÓN DE LOS ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE CON LAS ACTIVIDADES

Tabla 7: Matriz de relación entre los estándares de aprendizaje de la legislación y las actividades de nuestra propuesta en las que se trabajan (2ª ESO: secuencia A).

2º ESO	Estándares aprendizaje	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Bloque 1: La actividad científica	1.1			X	X			
	1.2			X	X	X	X	
	2.1		X					X
	3.1				X	X		
	4.2			X	X	X	X	
	5.1	X	X					
	5.2	X	X					
	6.1		X			X		X
	6.2		X	X	X	X	X	X
Bloque 2: La materia	1.1			X				X
	1.2			X	X			X
	1.3				X			X
	4.1						X	X
	4.2					X	X	X
	4.3					X		X
	5.1						X	X

Tabla 8: Matriz de relación entre los estándares de aprendizaje de la legislación y las actividades de nuestra propuesta en las que se trabajan (3ª ESO: secuencia B).

3º ESO	Estándares aprendizaje	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Bloque 1: La actividad científica	1.1	X	X	X	X	X	X
	1.2		X	X	X		
	2.1			X	X	X	X
	3.1				X		
	5.1					X	X
	5.2	X				X	
	6.1						X
6.2	X	X	X	X	X	X	
Bloque 4: El movimiento y las fuerzas	8.1		X	X	X	X	X
	8.2		X	X	X	X	X
	9.1	X	X	X	X	X	X
Bloque 5: Energía	8.1			X	X	X	X
	8.2				X	X	X
	8.3			X	X	X	X

Tabla 9: Matriz de relación entre los estándares de aprendizaje de la legislación y las actividades de nuestra propuesta en las que se trabajan (4ª ESO: secuencia C).

4º ESO	Estándares aprendizaje	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Bloque 1: La actividad científica	2.1		X	X	X	X		X
	3.1		X	X				
	4.1		X					
	6.1				X			
	8.1	X				X	X	
Bloque 4: El movimiento y las fuerzas	12.1		X	X	X	X		
	12.2		X	X				
	13.1			X	X	X		X
	13.2	X		X			X	X
	13.3			X	X			X
	13.4					X		X
	13.5					X	X	
	14.1					X	X	X
	14.2					X	X	X

IV. ARTÍCULO PERIODÍSTICO (ACTIVIDAD A1)

ODISEA EN BORNEO: LOS DOS ESPAÑOLES RESCATADOS EN MALASIA SOBREVIVIERON DESTILANDO AGUA MARINA

Marta Miguel y David Hernández, localizados este jueves tras 10 días a la deriva, se alimentaron de peces y moluscos pegados a su precaria embarcación

“Estamos a tope”, aseguran pletóricos desde el hospital Marta Miguel y David Hernández, los dos españoles rescatados del mar en Malasia tras permanecer 10 días a la deriva. Este viernes llegaron por fin a tierra y pasaron un reconocimiento médico tras reencontrarse con algunos de sus familiares, que viajaron expresamente a recibirlos a Kota Kinabalu, capital del estado malasio de Sabah, en el noroeste de la isla de Borneo.

La pareja se encuentra en buen estado de salud y de ánimo, y no para de mirarse con complicidad, sonriendo y bromeando en todo momento. Nadie diría que pasaran ningún miedo durante su odisea. Las quemaduras del sol parecen el único rastro de haber estado tanto tiempo a la deriva a bordo de una embarcación averiada.

“Ha habido momentos difíciles, de frustración y de impotencia absoluta, pero miedo de [pensar] se ha acabado: no”, afirma David, de 29 años, a la agencia Efe, sentado en la camilla del hospital Greneagles de Kota Kinabalu. “Siempre tuvimos esperanza”, apostilla.

La pareja, junto al chino Tommy Lam y la malasia Armella Ali Hassan, regresaban el 2 de mayo de una excursión a la isla de Balambangan, en Sabah, cuando su embarcación volcó por el fuerte oleaje y acabó a la deriva. Las corrientes marinas les alejaron de la costa, que vieron durante los primeros días. El cuarto, ya no. “Fueron casualidades encadenadas que nos llevaron cada vez más a la deriva”, cuenta Marta, de 30 años.

PESCADORES VIETNAMITAS

Los dos jóvenes solo se ponen serios al recordar cómo el mismo día del accidente pasaron dos barcos por su lado sin ayudarles. “Fueron varias las oportunidades que tuvimos de ser rescatados, pero siempre se nos escaparon. Hasta que al noveno día nos rescataron los pescadores vietnamitas”, rememora Miguel. Los vietnamitas faenaban de manera ilegal en aguas de Malasia, por lo que no avisaron inmediatamente a las autoridades ni al amplio operativo que les buscaba: nueve buques, tres aviones, un helicóptero y un equipo de buceadores.

La Marina malasia tuvo que interceptar a otros pescadores vietnamitas para enterarse del rescate y poder enviar dos navíos, el ‘Bistari’ y el ‘Baung’, a recoger a los cuatro naufragos. Durante dos días, los vietnamitas les ofrecieron agua y comida, además de atender sus heridas y ayudarles a lavarse. “Sabíamos que antes o después ellos nos iban a dejar (...) en Vietnam. Eso significaba estar con ellos diez días. Ya nos habíamos hecho a la idea”, relata Marta.

PECECITOS VOLADORES

Los naufragos lograron sobrevivir alimentándose de peces y moluscos pegados a su precaria embarcación. “El mar es implacable, pero fue generoso con nosotros y nos metió la tercera noche en el barco tres pececitos voladores a los que al menos les pudimos dar un bocado”, contó David a la cadena

COPE. A uno de sus compañeros “se le ocurrió la idea de comer los pequeños moluscos que se van haciendo debajo del barco, hasta que encontró un palo también a la deriva con un montón de mejillones”.

Para hidratarse, a Marta se le ocurrió la idea de destilar agua marina. Le sonaba de haberlo visto en una película, tal vez fuera ‘La vida de Pi’ o ‘Invencible’, de Angelina Jolie. Recogieron agua de mar con una bolsa de plástico y la cubrieron, a su vez, con otra impermeable de mayor tamaño. Con la evaporación, el agua restante quedaba potabilizada. “Haciéndolo cada hora cuatro veces, todos podíamos beber una vez”, explica la joven. El ‘invento’ acabó por salvarles la vida.

Noticia publicada el 13 de mayo del 2016 en www.elperiodico.com

(<https://www.elperiodico.com/es/internacional/20160513/los-espanoles-rescatados-sobrevivieron-bebiendo-agua-del-mar-filtrada-con-una-bolsita-y-sin-comida-5128473> - consultada el 07/06/2021)

V. ARTÍCULO DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA (ACTIVIDAD B5)

Rayos y centellas: ¿existió la cometa de Benjamin Franklin?

Cada edición de un periódico sale a la calle con vocación de pasar a la historia, y el *Pennsylvania Gazette* lo logró el 19 de octubre de 1752. Aquel día el propio dueño de la publicación firmaba un artículo, no para editorializar sobre algún asunto político, sino con otro propósito más inusual: informar del éxito de un experimento que había **empleado utensilios cotidianos como una cometa y una llave para demostrar “la semejanza de la materia eléctrica con la del rayo”**.

Aquel editor era también político, inventor, científico y uno de los padres fundadores de EEUU. Pero pese a las incontables actividades de Benjamin Franklin (17 de enero de 1706 – 17 de abril de 1790), **el experimento de la cometa ha perdurado en todo el mundo como su hazaña más conocida**, considerada el nacimiento de la ciencia eléctrica. De hecho, está muy extendida la idea de que aquel día Franklin descubrió la electricidad gracias a un rayo que cayó sobre su cometa, una prueba de que el devenir de la historia ha creado una amalgama de realidades, mitos e incógnitas.

Lo cierto es que en aquel artículo Franklin no se atribuía la ejecución del experimento, lo que junto a los escasos detalles ha llevado a algunos estudiosos a asegurar que ni la cometa ni su vuelo existieron jamás. Tras el escueto artículo de Franklin, la única referencia contemporánea detallada apareció en 1767 en *History and Present Status of Electricity*, obra del químico inglés Joseph Priestley, quien presuntamente recabó los datos del propio Franklin.

En 2003, Tom Tucker publicó *Bolt of Fate: Benjamin Franklin and His Electric Kite Hoax* (Public Affairs Books), donde argumentaba que **la historia de la cometa había sido una broma de Franklin hacia la Royal Society británica** por no tomarle en serio como científico. Tucker llegó a tratar de reproducir el experimento siguiendo las instrucciones publicadas por Franklin, al parecer sin éxito: ni la cometa volaba, ni podía hacer lo que Franklin aseguró que hacía.

El origen del pararrayos

Pero ¿qué era lo que presuntamente hacía? Conviene subrayar que **Franklin no descubrió la electricidad**. Este fenómeno natural se conocía al menos desde el antiguo Egipto a través de las descargas de ciertos peces, y en 1600 el médico inglés William Gilbert acuñó el término en latín *electricus* —que significa “como el ámbar”— en referencia a la propiedad de este material de atraer objetos cuando se frotaba. En el siglo XVIII la electricidad estática era ya una materia de estudio para varios científicos, y Franklin comenzó a interesarse en ella en la década de 1740 gracias a un regalo de su amigo el botánico inglés Peter Collinson: un simple tubo de vidrio que se cargaba de electricidad al frotarse.

Sin embargo, aún no se había probado la relación entre esta curiosidad y los mortíferos rayos causados por las tormentas. Entre 1749 y 1750, Franklin escribió a Collinson sugiriendo esta relación y un método para demostrarla: **colocando una barra de hierro afilada sobre un edificio** y conectándola a tierra por un cable, proponía, se lograría transmitir la electricidad de las nubes al suelo y así disiparla para evitar la caída de los rayos.

Así, **Franklin inventó el pararrayos**, pero en un curioso semifallo: en realidad el ingenio no podía prevenir los rayos como su inventor creía, sino que ofrecería un camino de mínima resistencia para que cayeran sobre él y no sobre los edificios, logrando en cualquier caso el objetivo de preservar las construcciones. Interesado en la propuesta de Franklin, Collinson leyó sus cartas a la Royal Society, de la que era miembro, y pronto las ideas del americano se extendieron por la comunidad científica europea.

A raíz de ello, en mayo de 1752 el francés Thomas-François Dalibard llevaba a la práctica por primera vez el *experimento de Filadelfia*, probando que el pararrayos era capaz de **robar electricidad a las nubes**. En los meses siguientes lo mismo se repetía en Inglaterra. Por su parte y sin conocimiento de estos avances, en junio Franklin decidía abandonar su idea de esperar a la colocación de una nueva aguja en la iglesia de Christ Church, en Filadelfia, optando en su lugar por una solución más audaz: elevar su pararrayos al cielo en una cometa.

El experimento de Franklin

Tal vez Franklin habría desistido de haber sabido que un rayo **podía impactar en su artefacto y costarle la vida**. Pero “no cayó ningún rayo en su cometa”, aclara a OpenMind el arqueólogo e historiador Michael Brian Schiffer, autor de *Draw the Lightning Down: Benjamin Franklin and Electrical Technology in the Age of Enlightenment* (University of California Press, 2003). En su lugar, el cordel mojado de la cometa transmitió la electricidad de las nubes a la llave de hierro y de ahí a una botella de Leyden, un primitivo condensador. “Creo que Franklin hizo el experimento, pero ha sido mal entendido por críticos y escépticos, probablemente porque no se describió bien”, añade Schiffer.

Esta continúa siendo hoy la versión aceptada por la mayoría de los expertos. “No creo que Franklin hubiera mentado a Priestley, a quien admiraba”, señala a OpenMind el historiador Henry W. Brands, autor de *The First American: The Life and Times of Benjamin Franklin* (Doubleday, 2000). Por su parte, el científico atmosférico E. Philip Krider, especialista en tormentas eléctricas y autor de diversos estudios sobre la ciencia de Franklin, apunta a OpenMind que el experimento fue después repetido y publicado por otros científicos, como John Lining en 1753. “No tengo duda de que Franklin hizo el experimento de la cometa justo del modo en que dijo que lo hizo”, afirma. Pero en el fondo y como advierte Brands, “no hay ninguna prueba, así que uno no puede estar seguro”.

(Autor: Javier Yanes; Publicado en OpenMind BBVA el 18 de octubre de 2018; fuente: https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/grandes-personajes/rayos-y-centellas-existio-la-cometa-de-benjamin-franklin/?utm_source=materia&utm_medium=web&utm_content=pildora_redirect&tipo=elabora – consultado el 21/05/2021)

VI. LA FUENTE DE HERÓN (ACTIVIDAD C7)

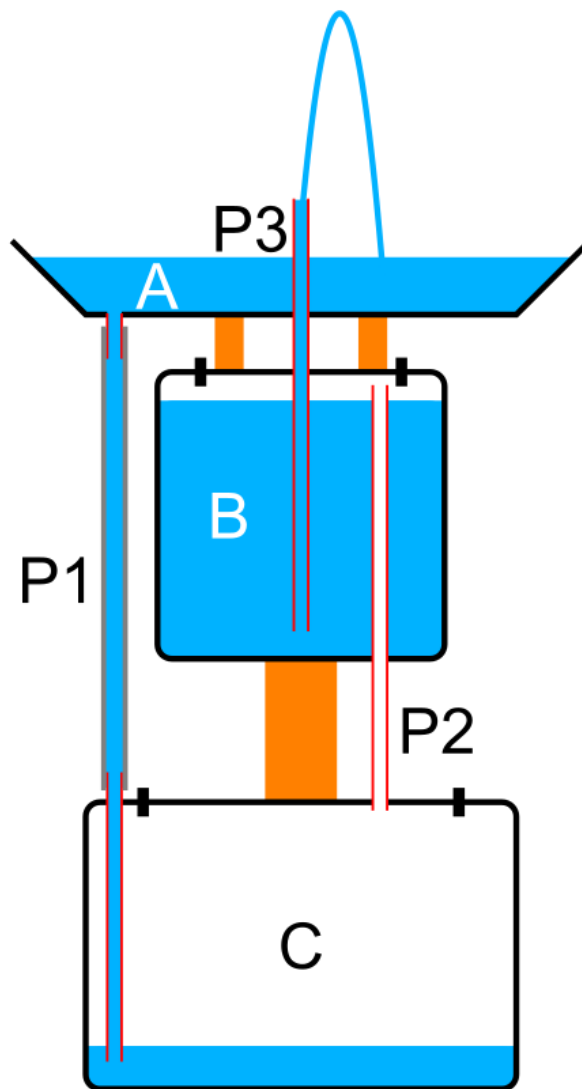


Figura 1: Esquema básico de una fuente de Herón (Actividad C7) – Fuente: wikimedia (https://en.wikipedia.org/wiki/File:Heron%27s_fountain.svg)

En la figura mostramos un sencillo esquema para la construcción de una fuente de Herón. Se recomienda utilizar recipientes de plástico transparente y tubos flexibles de PVC, así como agua coloreada, para una mejor visualización de su estructura y funcionamiento.

Los recipientes B y C deben estar sellados salvo por los tubos P1, P2 y P3 que los conectan entre sí y con un tercer recipiente abierto, A.

Para que la fuente empiece a funcionar hay que verter una cierta cantidad de agua en A, de tal manera que en el interior de C aumente la presión del aire que, conectado con B impulsará el agua de B hacia A. La fuente funciona transfiriendo de forma neta el agua de B a C a costa de la energía potencial de la primera.

VII. EJEMPLOS DE RÚBRICAS DE EVALUACIÓN

Rúbrica para prácticas de laboratorio			
Aspectos a valorar	Nivel avanzado	Nivel medio	Nivel inicial
Comprensión global de la práctica (hasta 1.5 puntos)	Muestra una buena comprensión global de la actividad a un gran nivel de detalle	Muestra una comprensión global de la actividad suficiente	Hay varios aspectos de la actividad que no se han comprendido adecuadamente
Material de laboratorio (hasta 0.75 puntos)	Cuida y maneja correctamente el material de laboratorio	Tiene despistes leves respecto al manejo del material y debería prestar más cuidado en este aspecto.	Muestra una actitud negativa o negligente respecto al manejo del material de laboratorio
Normas de seguridad e higiene (hasta 0.75 puntos)	Sigue las normas de seguridad e higiene.	Muestra algún despiste en cumplir las normas de seguridad e higiene	Incumple de manera reiterada las normas de seguridad e higiene
Trabajo en equipo (hasta 2 puntos)	Se muestra una buena integración en el equipo. Muestra apoyo a los compañeros y respeto a las ideas de los demás	La integración en el equipo muestra carencias por exceso de individualismo o faltas de respeto leves a las opiniones de los demás	Necesita claramente mejorar en este ámbito, o bien por mostrar una actitud negativa respecto al trabajo en equipo o bien totalmente pasiva
Desarrollo de la práctica (hasta 2 puntos)	Se ha procedido de forma metódica y cuidadosa, aplicando correctamente el marco conceptual	Se ha omitido algún paso en el procedimiento o se ha demostrado fallos conceptuales menores	Se han omitido pasos importantes o el método seguido muestra carencias graves
Expresión escrita en el cuaderno de prácticas (hasta 1 punto)	Se expresa de manera precisa, con frases bien construidas y sin faltas de ortografía	Su expresión escrita es a veces imprecisa o vaga o muestra faltas de ortografía menores	Utiliza frases incoherentes o presenta faltas de ortografía graves
Complejidad del cuaderno de prácticas (hasta 2 puntos)	Las cuestiones planteadas en el práctica se abordan de manera completa y se llega a conclusiones bien argumentadas	Las cuestiones planteadas en el práctica se abordan de manera superficial o la argumentación de las conclusiones es poco rigurosa	El cuaderno se entrega incompleto o no se entrega

Rúbrica para un trabajo de investigación			
Aspectos a valorar	Nivel avanzado	Nivel medio	Nivel inicial
Planteamiento de la investigación (hasta 2.5 puntos)	La investigación está bien planteada en fondo y forma	Hay carencias menores en la forma o el fondo del planteamiento	La investigación se ha planteado de manera superficial o errónea
Uso de fuentes y datos (hasta 2.5 puntos)	Se han utilizado fuentes diversas y se ha integrado correctamente la información	Se han utilizado datos o fuentes limitados. Se trabaja de manera superficial pero correcta	No se ha puesto cuidado en la selección de las fuentes. Se ha copiado la información sin sentido crítico
Comunicación de resultados (hasta 2.5 puntos)	Se transmiten los resultados de la investigación de forma lógica y coherente y se extraen conclusiones relevantes	La comunicación de los resultados es algo superficial y se extrae al menos una conclusión o implicación de los datos	La comunicación es desestructurada y las conclusiones no quedan claras
Trabajo en equipo (hasta 2.5 puntos)	Se muestra una buena integración en el equipo. Muestra apoyo a los compañeros y respeto a las ideas de los demás	La integración en el equipo muestra carencias por exceso de individualismo o faltas de respeto leves a las opiniones de los demás	Necesita claramente mejorar en este ámbito, o bien por mostrar una actitud negativa respecto al trabajo en equipo o bien totalmente pasiva

Rúbrica para un proyecto			
Aspectos a valorar	Nivel avanzado	Nivel medio	Nivel inicial
Planteamiento del proyecto (hasta 1.25 puntos)	Se aborda claramente uno de los problemas sugeridos u otro similar justificándolo adecuadamente.	La justificación o planteamiento del proyecto no está clara, aunque se trabaja correctamente sobre un tema vinculado con el tema de estudio.	El proyecto se ha planteado de manera superficial o errónea
Aplicación del proyecto (hasta 1.25 puntos)	La orientación del proyecto es hacia una aplicación social, comunitaria, medioambiental o de supervivencia en la naturaleza		No se muestra ningún aspecto de la orientación ética sugerida por el profesor
Resultado (hasta 2 puntos)	El modelo o prototipo funciona de forma correcta y es escalable para su uso real	El modelo o prototipo construido funciona aunque con carencias importantes	El modelo o prototipo construido es inoperante o se ha puesto muy poco esfuerzo en el diseño
Creatividad (hasta 1.25 puntos)	La solución encontrada es creativa o se ha puesto un especial empeño en presentarlo de forma atractiva	La solución propuesta es poco creativa pero se le ha dado un toque personal	El modelo es básicamente una copia de internet con muy poca personalización
Contenido (hasta 1.5 puntos)	Se aplican los conceptos vistos en clase y se vinculan con los contenidos	Los contenidos vistos en clase aparecen de forma tangencial	No se muestra ninguna vinculación evidente con el material estudiado en la tarea
Coherencia y organización (hasta 1.25 puntos)	Se presenta y explica el proyecto de forma coherente y organizada, con fluidez y estructura lógica	Se presenta el proyecto de forma un poco desorganizada pero bastante completa	La presentación es incoherente y desestructurada