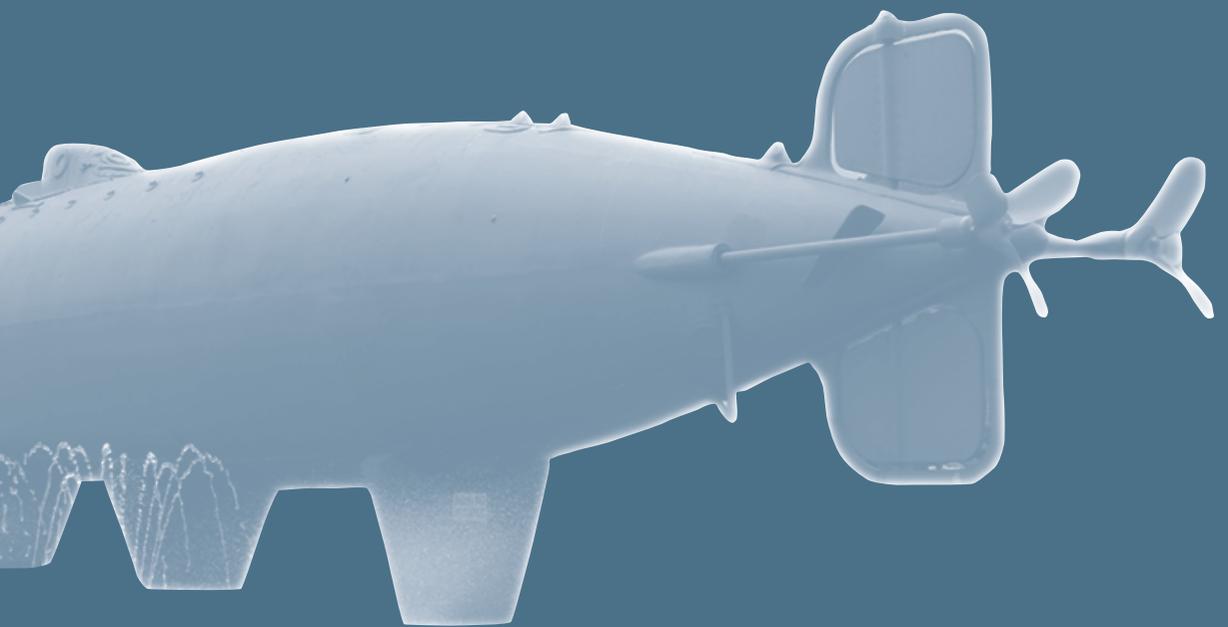




Del principio de Arquímedes al submarino de Peral

M^a Encarnación Salas López

SEGUNDO PREMIO



PRIMERA PARTE: Dirigida al profesor

1. Justificación didáctica

La cultura tecnológica no ha contado generalmente con un reconocimiento social adecuado a pesar de que la tecnología es un fenómeno básico y fundamental del desarrollo de la civilización humana.

No podemos avanzar en nuestra sociedad actual, basada en gran medida en las nuevas tecnologías, sin tener un conocimiento y reconocimiento histórico de nuestra propia cultura tecnológica.

La Región de Murcia cuenta con un caso muy concreto, el del submarino de Isaac Peral, al que es necesario dar el conocimiento y reconocimiento adecuado desde el punto de vista social y educativo

El cartagenero Isaac Peral, nacido en el seno de una familia y una ciudad vinculadas con la Armada, es un caso destacable de un personaje sometido a los avatares de la vida militar y los acontecimientos históricos de la época, que le aportaron en conjunto la formación necesaria para que, contando con su propio ingenio, fuese capaz de construir el submarino, innovador en su momento, que le dio fama nacional, aunque efímera, por las controversias políticas de la época.

El ingenio, que no llegó a ser utilizado a pesar de haber superado con éxito las pruebas necesarias, acabó finalmente inutilizado y abandonado, hasta que finalmente fue rescatado para ser expuesto como monumento en su ciudad natal donde permanece desde entonces.

Por todo ello, creo que en los contenidos curriculares propios de esta Comunidad autónoma se debe incluir de alguna forma el estudio de este acontecimiento que aportó innovaciones trascendentes a la tecnología submarina, que forma parte de la realidad cultural de nuestra Región y que debemos transmitir a nuestros alumnos de forma asequible y con una perspectiva adecuada desde el punto de vista científico-tecnológico, histórico y social.

Teniendo en cuenta las características de este invento, la Física y la Química son las disciplinas que lo pueden abordar más adecuadamente desde el punto de vista científico y con un enfoque C-T-S.

Analizando los currículos de la educación secundaria, encontramos en 4º de ESO una gran cantidad de contenidos relacionados con este tema, de los que posteriormente se hará una descripción detallada.

El tema del submarino de Peral es, desde el punto de vista didáctico, muy adecuado y motivador para el desarrollo de una gran parte del currículo de Física y Química de 4º de ESO, y lo es por varios motivos:

- Resulta conocido y próximo para el alumnado de nuestra región
- Está directamente vinculado con nuestra región y forma parte de la historia y la cultura científico-tecnológica del país
- Muestra claramente aplicaciones prácticas de la ciencia
- Es un claro ejemplo de las implicaciones ciencia, tecnología y sociedad en una época que fue decisiva para el despegue del desarrollo científico, tecnológico e industrial, lo que permite mostrar al alumnado una visión más amplia e integrada de la ciencia
- Está directamente relacionado con una gran parte de los contenidos de física y química de 4º de eso

2. Objetivos del trabajo

1. Conocer y valorar el patrimonio científico-tecnológico de la Región de Murcia y su repercusión nacional
2. Analizar y valorar las aplicaciones y desarrollos tecnocientíficos de forma general mediante el caso concreto del submarino de Peral
3. Entender el conocimiento científico como algo integrado, que se compartimenta en distintas disciplinas para profundizar en los diferentes aspectos de la realidad.
4. Conocer y valorar, a través del caso del submarino de Peral, las interacciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad, así como sus repercusiones políticas e históricas
5. Adoptar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas y tecnológicas y sus repercusiones tanto positivas como negativas en el aspecto social e histórico

3. Etapa y curso al que se dirige

Esta U.D se dirige en principio al 4º curso de Física y Química de la etapa de ESO, ya que como se ha indicado anteriormente, los contenidos de Física y Química incluidos se corresponden con una gran parte de los pertenecientes al currículo de 4º de ESO, fundamentalmente en los bloques que se especifican a continuación:

Bloque 2: Las fuerzas y el equilibrio

Bloque 3: Trabajo, potencia y energía mecánica

Bloque 4: Las reacciones químicas

Por otro lado, la Ley Orgánica de Educación ya en vigor, establece para 4º de ESO la posibilidad de que los alumnos que cursen la opción A (científica) puedan optar por una materia específica de "Ampliación y profundización de Física y Química" que se presenta como otra posibilidad muy adecuada para el desarrollo de esta U.D

Por tanto, son dos las posibilidades de aplicación de esta U.D, que se ha estructurado tomando como referencia los contenidos establecidos en el currículo de Física y Química de 4º de ESO, pero de tal forma que pueda ser desarrollada en la materia de Física y Química o en la de Ampliación de Física y Química, ambas de 4º de ESO adaptando los contenidos según el mayor o menor nivel de profundización que se quiera alcanzar en cada caso.

4. Desarrollo de la Unidad Didáctica

4.1. Objetivos didácticos

Los objetivos didácticos que se pretenden conseguir con el desarrollo de esta U.D son en general los establecidos como objetivos didácticos de etapa, y más específicamente los que se han establecido como objetivos del trabajo y los que se indican a continuación:

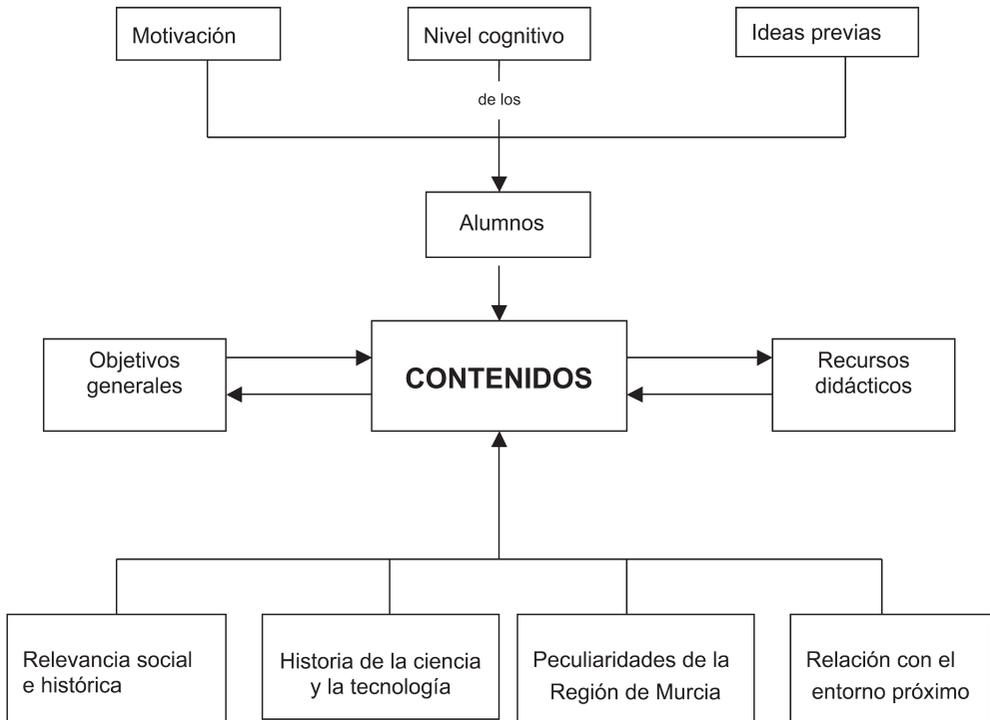
- Reconocer en la realización del submarino de Peral, la aplicación de estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias, tales como la discusión del interés de los problemas planteados, la formulación de hipótesis, la elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales, el análisis de resultados, la consideración de aplicaciones y repercusiones del estudio realizado y la búsqueda de coherencia global
- Utilizar las innovaciones tecnológicas del submarino de Peral como hilo conductor y motivación para desarrollar contenidos básicos de Física y Química
- Comprender y utilizar las estrategias y conceptos básicos de la Física y Química para analizar y valorar las repercusiones de las aplicaciones y desarrollos tecnocientíficos
- Obtener información sobre temas científicos utilizando las tecnologías de la información y la comunicación y otros medios y emplearla, valorando su contenido, para fundamentar y orientar los trabajos sobre temas científicos.

4.2. Contenidos

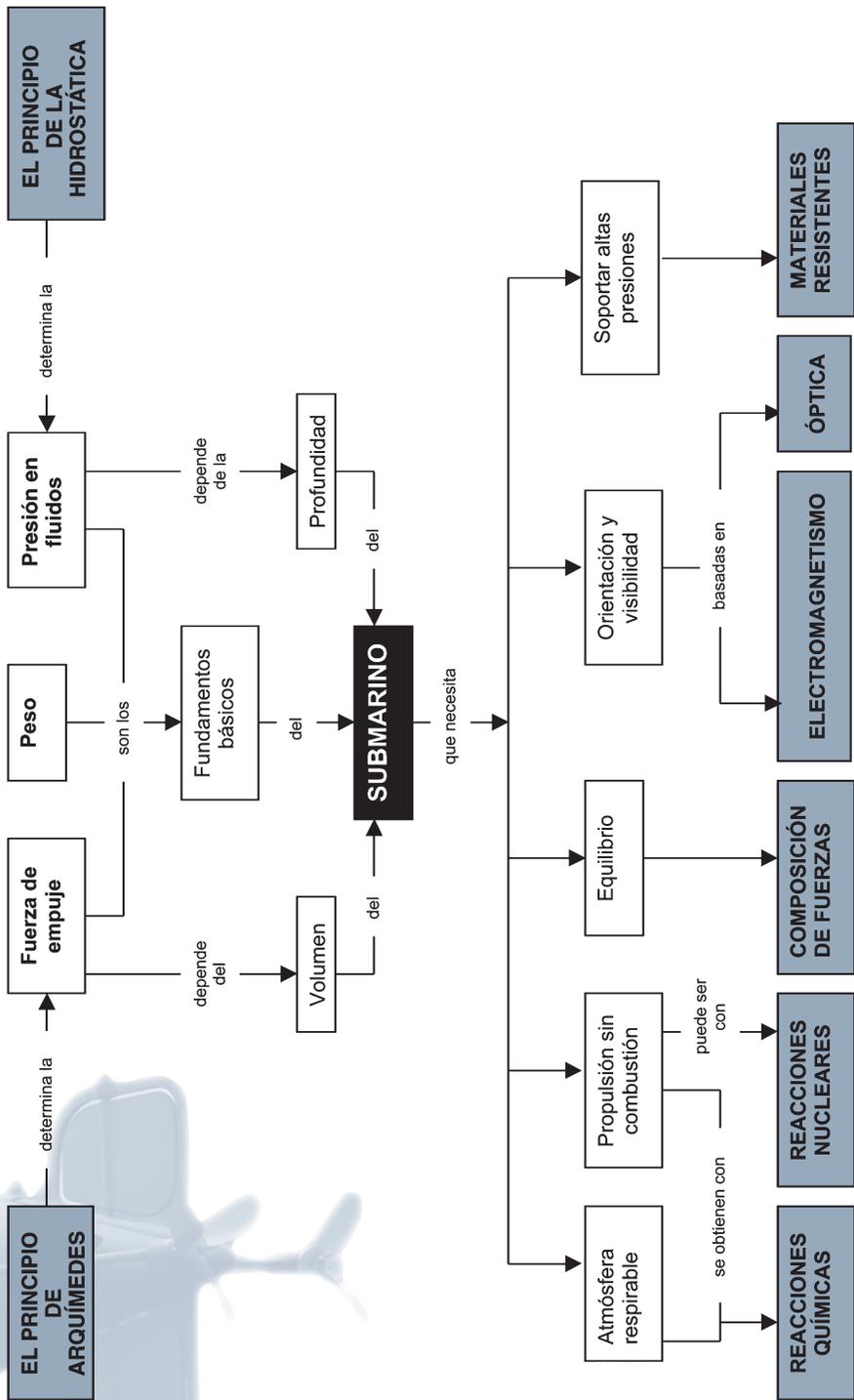
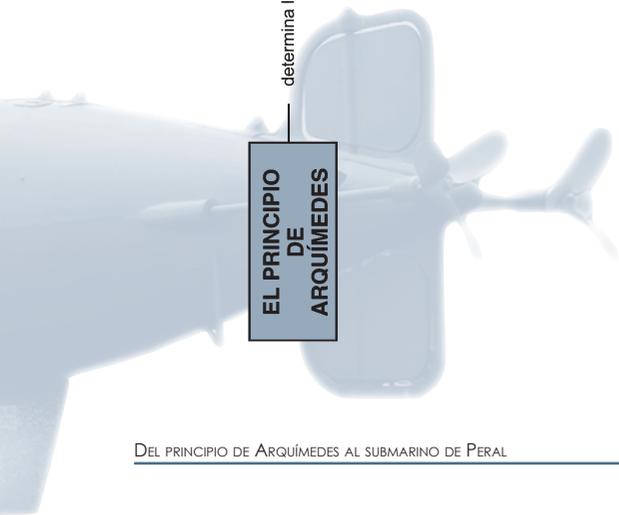
Los contenidos de esta U.D se han establecido teniendo en cuenta:

- Nivel cognitivo y preconcepciones del alumnado
- Interés del alumnado en temas relevantes social e históricamente y en el entorno próximo de la Región de Murcia
- Currículo oficial

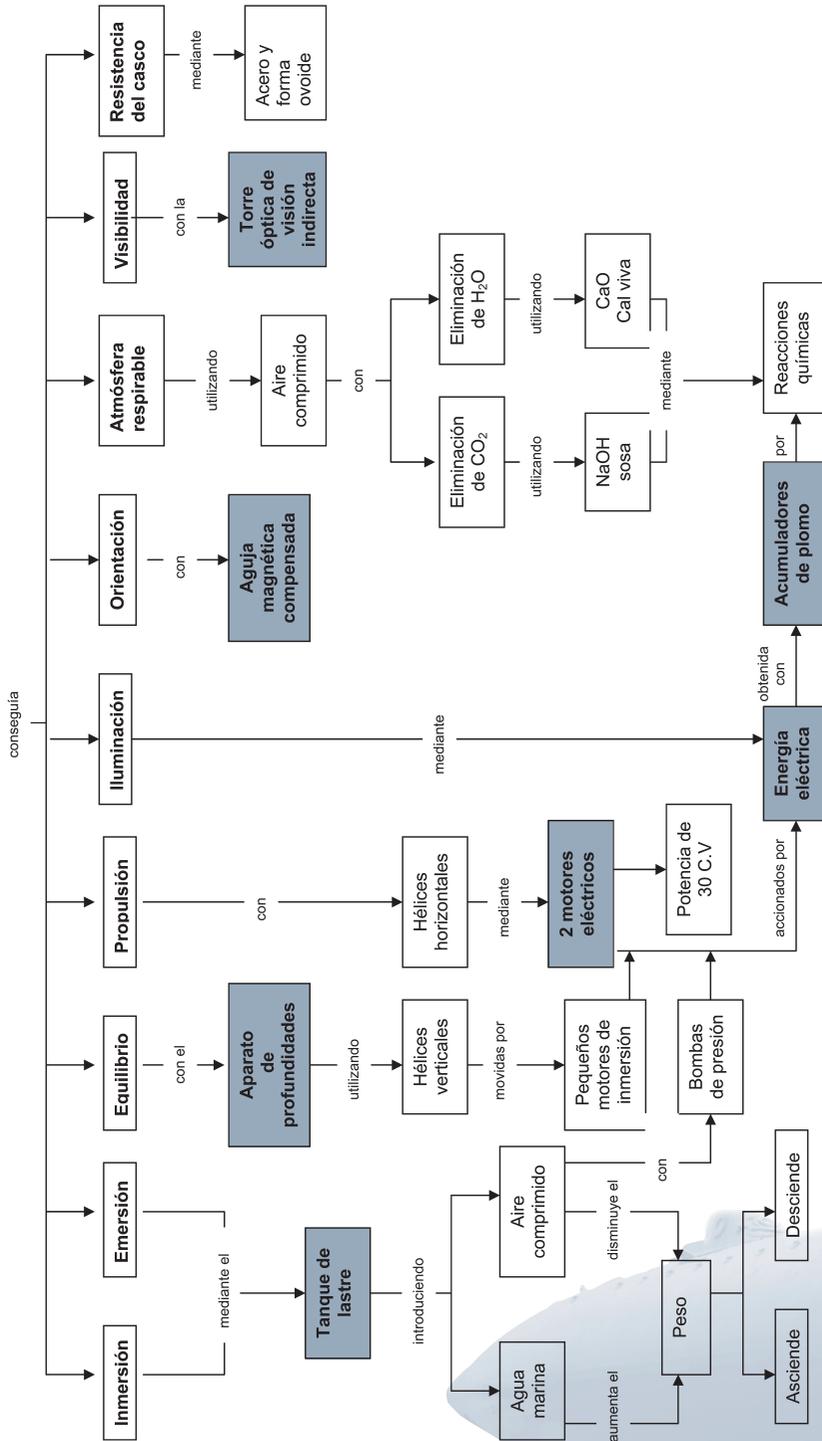
Los criterios de selección y secuenciación de los contenidos se han realizado siguiendo el esquema que se muestra a continuación:



Se ha realizado un análisis científico y didáctico de los contenidos que viene reflejado en los esquemas conceptuales de las siguientes páginas



SUBMARINO DE PERAL



Considerando todo lo anteriormente expuesto se han seleccionado los contenidos de la materia de Física y Química de 4º de ESO (Decreto 291/2007 del BORM) que, en mayor o menor profundidad, se desarrollan en esta U.D, y que partiendo de los Bloques de contenidos correspondientes se desglosan en conceptos, procedimientos y actitudes como se muestra a continuación:

CONTENIDOS	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	ACTITUDES
BLOQUE 1 Introducción al trabajo experimental	<p>El Sistema internacional de unidades.</p> <p>Formulación de hipótesis y diseños experimentales</p>	<p>Transformación de unidades</p> <p>Búsqueda de información sobre las características del Submarino Peral</p> <p>Análisis e interpretación de resultados experimentales del submarino de Peral</p>	<p>Reconocimiento de la importancia del informe científico: Como presentó Isaac Peral su proyecto</p>
BLOQUE 2. Fuerzas y movimiento.	<p>Las fuerzas y el equilibrio: – Las fuerzas y sus efectos estáticos.</p> <p>Fuerzas en los fluidos: Concepto de presión. Presiones hidrostática y atmosférica.</p> <p>El principio de Arquímedes</p>	<p>Equilibrio de fuerzas: Relación entre el centro de gravedad y el centro de empuje o carena en el submarino Aparato de profundidades del submarino Peral</p> <p>Comprobación experimental de los efectos de la presión atmosférica e hidrostática Cálculos de la presión soportada por el submarino Peral según la profundidad alcanzada</p> <p>Práctica experimental: Relación entre los valores del Peso y el Empuje Aplicaciones en el funcionamiento del submarino: Tanque de lastre</p>	<p>Valoración de la importancia del equilibrio de fuerzas para la viabilidad de la navegación en general y más concretamente de la submarina</p> <p>Reconocimiento del problema que representa la profundidad en la navegación submarina</p> <p>Reconocimiento de la relación directa que el peso y el empuje tienen en la inmersión y emersión submarina</p>

<p>BLOQUE 3. Energía, trabajo y calor.</p>	<p>Trabajo, potencia y energía mecánica: - Unidades. Concepto de Potencia.</p> <p>La energía y las ondas: luz y sonido. - La luz y el sonido. Propiedades de su propagación..</p>	<p>Características de estas magnitudes en los motores del submarino Peral. Realización de ejercicios</p> <p>Aplicaciones al submarino: Torre óptica de Peral Aplicaciones posteriores: El sonar y radar</p>	<p>Reconocimiento de la importancia que la potencia tiene en la eficacia de las máquinas y concretamente en la velocidad del submarino</p> <p>Apreciación de las distintas aplicaciones bélicas o pacíficas que se puede dar a un mismo utensilio como p. Ej el sonar</p>
<p>BLOQUE 4. Estructura y propiedades de las sustancias.</p>	<p>El átomo y las propiedades de las sustancias:</p> <p>Las reacciones químicas: Tipos de reacciones químicas: - Reacciones que generan electricidad:</p> <p>- Reacciones de precipitación:</p> <p>- Reacciones nucleares:</p> <p>Calor de reacción.</p> <p>Concepto de exotermia y endotermia.</p>	<p>Interpretación de las propiedades de las sustancias: Efecto del óxido de calcio como desecante atmosférico</p> <p>Acumuladores de plomo como fuente de energía eléctrica en el submarino de Peral Realización experimental de la pila de Volta</p> <p>Aplicación para el mantenimiento de una atmósfera respirable en el submarino. Eliminación del dióxido de carbono y el vapor de agua en la atmósfera del submarino Realización experimental de estas reacciones</p> <p>Identificación de la aplicación de estas reacciones como fuente de energía para los submarinos actuales</p> <p>Identificación de estos efectos en algunas reacciones del submarino Peral</p>	<p>Valoración de la utilidad que algunas sustancias nos pueden aportar</p> <p>Reconocimiento de la importancia de las reacciones químicas como fuente de energía</p> <p>Reconocimiento de la importancia y necesidad de las reacciones químicas para la eliminación de sustancias no deseadas</p> <p>Reconocimiento y valoración de la utilidad y peligrosidad de las reacciones nucleares</p> <p>Reconocimiento del problema de la degradación térmica de la energía y el descenso de rendimiento en las máquinas</p>

<p>BLOQUE 6. La contribución de la ciencia a un futuro sostenible.</p>		<p>Búsqueda de información sobre la utilidad de submarinos y batiscafos en la investigación científica submarina</p> <p>Búsqueda de información sobre la influencia que los primeros submarinos utilizados tuvieron en el resultado de las contiendas</p> <p>Búsqueda de información sobre la historia del submarino Peral</p>	<p>Valoración de la contribución del desarrollo científico-técnico al desarrollo sostenible</p> <p>Identificación, análisis y valoración de la relación entre el desarrollo de la tecnología militar y los desastres y avances sociales científico tecnológicos</p> <p>Reconocimiento de la trascendencia que los ingenios tecnológicos tienen en el desarrollo de la historia y la política mundial</p> <p>- Valoración de la educación científica de la ciudadanía como requisito de sociedades democráticas sostenibles.</p> <p>Reconocimiento y valoración de la obra de Isaac Peral como una contribución importante a la historia tecnocientífica de nuestro país y a nuestra cultura tecnológica</p>
--	--	--	---

4.3. Secuencia de actividades

Esta U.D tiene dos objetivos fundamentales e interactivos que son, por un lado conocer y valorar el patrimonio científico-tecnológico aportado por Isaac Peral con la construcción de su submarino y las interacciones ciencia-tecnología-sociedad que este hecho produjo, y por otro, utilizar este hecho como hilo conductor y motivación para desarrollar contenidos básicos de Física y Química

Teniendo en cuenta los contenidos curriculares establecidos en la LOE para la materia de Física y Química de 4º de ESO, los contenidos que más directamente están relacionados con las características del submarino Peral son los correspondientes a los bloques 2 (Fuerzas en los fluidos), 4 (Las reacciones químicas) y 6 (La contribución de la ciencia a un futuro sostenible), aunque también se trabajan contenidos tan importantes como los de los bloques 1 (Introducción al trabajo expe-

rimental) y 3 (Energía, trabajo y calor), pero en estos se desarrollarán principalmente procedimientos de aplicación una vez que hayan sido desarrollados los conceptos.

Por tanto, teniendo en cuenta estas características, la secuenciación de la U.D. se adaptará al orden de los bloques de contenidos establecidos en el currículo oficial, y en cada caso se relacionarán en mayor o menor profundidad los contenidos, procedimientos y actitudes de cada bloque con los derivados de las características del submarino de Peral, siendo en los bloques 2, 4 y 6 donde se aplicará casi integralmente el tema del submarino como hilo conductor para su desarrollo.

4.3.1 Clasificación de las actividades

Las actividades se han clasificado según sus características y objetivos en:

- 1) Actividades de iniciación **(AI)**
 - Para poner de manifiesto ideas previas del alumnado
 - Para cuestionarse sus propias ideas y que se hagan nuevas preguntas.
- 2) Actividades de aplicación **(AA)**
 - Para consolidar conceptos.
 - Para establecer relaciones entre la ciencia “teórica” y la ciencia “real”.
- 3) Actividades de descubrimiento **(AD)**
 - Para que el alumnado conozca por sí mismo y contraste contenidos, partiendo de la realidad fuera del aula, en casos del “mundo real”.
- 4) Actividades experimentales **(AEx)**
 - Experiencias de laboratorio para conocer, comprobar o contrastar contenidos tanto conceptuales como procedimentales
- 5) Actividades de recapitulación y reestructuración **(AR)**
 - Para revisar y reforzar conceptos.
 - Para contrastar el posible cambio de actitudes ante la ciencia.
 - Para debatir, analizar, reflexionar y sacar conclusiones sobre las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad.
 - Para establecer interacciones de contenidos conceptuales y entre ciencia, tecnología y sociedad.

6) Actividades de evaluación (AE)

- Para que el alumnado reflexione sobre el proceso de aprendizaje y sobre el cambio conceptual que ha experimentado.
- Para que el profesor pueda conocer el nivel sobre el proceso de aprendizaje y el cambio conceptual experimentado por el alumno.

También hay que hacer notar que, a pesar de los planteamientos señalados, hay un problema: el escaso número de horas lectivas que tiene asignada la asignatura en el currículum actual. Ello condiciona esta propuesta pues se deben impartir otros contenidos a lo largo de la materia. En estas condiciones, resulta importante incidir en el tipo de actividades que se desarrollarán para que sean lo más eficaces posibles pero también factibles de ser aplicadas de forma real en el aula. Por todo ello, teniendo en cuenta la forma de realizar las actividades, se clasifican como:

EPr: Exposición de la profesora con el fin de facilitar o clarificar información.

TGG: Trabajo en gran grupo conducido por la profesora.

TPG: Trabajo en pequeño grupo, en el aula o fuera de ella.

TI: Trabajo individual, en el aula o fuera de ella

EPG: Experiencias en pequeño grupo, en el laboratorio con hoja de trabajo que les servirá de guía para realizar la experiencia en la que la profesora interactúa para hacerles reflexionar, opinar o informar en determinados momentos.

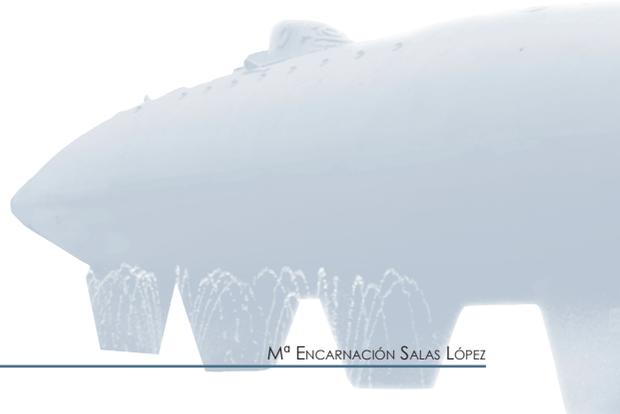
EGG: Experiencias en gran grupo, en las que la profesora, en el laboratorio o en clase, conduce la experiencia e interactúa con los alumnos situados alrededor, que observan, anotan, a veces manipulan, opinan y reflexionan y finalmente se sacan conclusiones en grupo o se les plantea que lo hagan de forma individual después de la experiencia.

En el diseño de esta unidad didáctica cada actividad está incluida en las clasificaciones expuestas, señaladas por las iniciales correspondientes. Cuando no se indique es porque el tipo de actividad no deja dudas sobre su clasificación

En los bloques de contenidos 1 y 3 en los que, como se ha indicado anteriormente, solo se desarrollan principalmente procedimientos de aplicación una vez hayan sido desarrollados los conceptos, no se indica la temporalización, ya que se trata de actividades de aplicación puntuales. Será en los bloques 2, 4 y 6 donde se establezca claramente una secuenciación y temporalización tomando como hilo conductor el

submarino de Peral. Con todo lo expuesto, la secuenciación realizada es la que se muestra a continuación:

CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS
<p>BLOQUE 1. Introducción al trabajo experimental</p> <p>El Sistema internacional de unidades.</p> <p>Formulación de hipótesis y diseños experimentales</p>	<p>1.1: (AI) (AA). TI Transformación de unidades manejadas en el submarino: Velocidad en nudos, tamaño, volumen de tanques etc...</p> <p>1.2: (AI) (AD).TI Reconocimiento de la importancia del informe científico: ¿Como presentó Isaac Peral su proyecto? Búsqueda de información sobre las características del Submarino Peral:</p>	<p>Ejercicios de papel y lápiz</p> <p>TIC y bibliografía</p>
<p>BLOQUE 2. Fuerzas y movimiento.</p> <p>Fuerzas en los fluidos: Concepto de presión. Presiones hidrostática y atmosférica.</p>	<p>2.1: (AI) Exploración de ideas previas</p> <p>2.2: (Epr)</p> <p>2.3: (AEx) (AD). EGG -Comprobación experimental de los efectos de la presión atmosférica e hidrostática</p> <p>2.4: (AA) Cálculos de la presión soportada por el submarino Peral según la profundidad alcanzada</p> <p>2.5: (AD) Reconocimiento del problema que representa la profundidad en la navegación submarina</p>	<p>Documento</p> <p>Prácticas de laboratorio con documento-guía</p> <p>Ejercicios numéricos</p> <p>Búsqueda de información con las TIC</p>



<p>BLOQUE 3. Energía, trabajo y calor.</p> <p>Trabajo, potencia y energía mecánica: - Unidades. Concepto de Potencia.</p> <p>La energía y las ondas: luz y sonido. - La luz y el sonido. Propiedades de su propagación..</p>	<p>3.1: (Epr)</p> <p>3.2: (AA). TI Características de estas magnitudes en los motores del submarino Peral. Realización de ejercicios</p> <p>3.3: (AD). TGG Reconocimiento de la importancia que la potencia tiene en la eficacia de las máquinas y concretamente en la velocidad del submarino</p> <p>3.4: (Epr)</p> <p>3.5: (AD) (AA) Aplicaciones al submarino: Torre óptica de Peral</p> <p>3.6: (AD) (AA). TI Aplicaciones posteriores: El sonar y el radar</p>	<p>Ejercicios numéricos</p> <p>Documentación del submarino</p> <p>Documentación del submarino</p> <p>Libro de texto y TIC</p>
<p>BLOQUE 4. Estructura y propiedades de las sustancias.</p> <p>El átomo y las propiedades de las sustancias:</p> <p>Las reacciones químicas:</p> <p>Tipos de reacciones químicas: - Reacciones que generan electricidad:</p> <p>- Reacciones de precipitación:</p>	<p>4.1: (AI) Exploración de ideas previas</p> <p>4.2: (AD). TI Propiedades de materiales utilizados en el submarino Peral (casco, baterías)</p> <p>4.3: (Epr) (AR)</p> <p>4.4: (AD) (AEx). EGG</p> <p>¿Cómo se obtenía la energía para el funcionamiento del submarino? Experiencias de formación de una pila Volta</p> <p>¿Cómo se conseguía un aire respirable en el submarino?:</p> <p>Reacción de identificación del dióxido de carbono expulsado en la respiración. Reacciones de eliminación del dióxido de carbono y el agua</p>	<p>Documento</p> <p>Libro de texto Documentación del submarino Información cotidiana</p> <p>Prácticas de laboratorio con documento-guía</p>

<p>- Reacciones nucleares:</p> <p>Calor de reacción. Concepto de exotermia y endotermia.</p>	<p>4.5: (Epr) (AR). TI</p> <p>4.6: (AD) Búsqueda de información sobre la utilización de energía nuclear en los submarinos actuales</p> <p>4.7: (Epr) (AR) (AA). TGG Revisión de las reacciones de las experiencias anteriores y de los problemas o ventajas que el calor desprendido presentaba en el submarino</p>	<p>TIC y bibliografía</p> <p>Documentación del submarino y revisión del documento-guía anterior</p>
<p>BLOQUE 1 Introducción al trabajo experimental</p> <p>Análisis e interpretación de resultados experimentales del submarino de Peral:</p>	<p>1.3: (AA) (AR). TPG Revisión de los métodos de trabajo de Peral y su consonancia con el Método científico</p> <p>1.4: (AD) (AR). TPG, TGG Revisión histórica de los problemas y soluciones en la construcción de submarinos</p>	<p>Documentación general conseguida a lo largo de la UD y documento</p> <p>Cuadro cronológico</p>
<p>BLOQUE 6. La contribución de la ciencia a un futuro sostenible.</p> <p>El desafío medioambiental: - Gestión racional de los recursos naturales</p> <p>Participación ciudadana en la toma de decisiones</p>	<p>6.1: (AD). TI Búsqueda de información sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la utilidad de submarinos y batiscafos en la investigación científica submarina - las distintas aplicaciones bélicas o pacíficas que se puede dar a un mismo instrumento como el sonar y el radar <p>6.2: (AD). TI Búsqueda de información sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la historia del submarino Peral - la influencia que los primeros submarinos utilizados tuvieron en el resultado de las contiendas del siglo XX 	<p>TIC y bibliografía</p> <p>Textos sobre el submarino</p> <p>Información a través de la asignatura de Ciencias sociales</p>

<p>La cultura científica como fuente de satisfacción personal.</p>	<p>6.3: (AR). TGG Realización de un debate general para hacer una recapitulación final en la que se valore la obra de Isaac Peral por su contribución a la historia tecnocientífica de nuestro país, y a nuestra cultura tecnológica</p> <p>6.4: (AE). TI Revisión del cuestionario inicial de ideas previas y de los mapas conceptuales elaborados en la unidad didáctica</p> <p>6.5: (AE) Comprobación de los contenidos adquiridos por los alumnos</p> <p>6.6: (AE) Comprobación de la eficacia e idoneidad del desarrollo de la unidad didáctica</p> <p>6.7: (AR) Exposición final en el Centro sobre la U.D: "Del principio de Arquímedes al submarino de Peral"</p>	<p>Información general del tema y cuadro cronológico de A 1.4</p> <p>Documentación inicial</p> <p>Prueba escrita, trabajos realizados por los alumnos, exposiciones orales y diario de clase del profesor</p> <p>Encuesta final a los alumnos y diario de clase del profesor</p> <p>Material elaborado en la unidad didáctica y otros (fotos, gráficos, etc., aportados por alumnos y profesor)</p>
--	--	---

4.3.2 Comentarios a las actividades

A 1.1. Es una sencilla actividad de aplicación en la que comienzan a utilizarse datos relacionados con el submarino del que los alumnos todavía no tienen información

A 1.2. Es la primera actividad de búsqueda de información del alumnado sobre el submarino Peral, que tiene como objetivo resaltar la importancia de los informes científicos y técnicos y comenzar a recabar información sobre el tema.

A 2.1. El test se hace con la intención de que los alumnos expliciten sus ideas y se vuelva a revisar al final de la unidad didáctica para que le sirva al alumno de autoevaluación.

A 2.2. La profesora introduce el concepto de presión

A 2.3. A 2.4 y A 2.5. Se pretende que los alumnos “visualicen”, cuantifiquen y conozcan ejemplos reales sobre los efectos de la presión atmosférica y de las altas presiones existentes bajo el mar donde actúa la presión atmosférica y la hidrostática.

A 2.6. Se pretende que los alumnos comprueben y diferencien entre peso, y empuje, y que identifiquen todos los factores que pueden modificar el empuje, así como la relación de la flotabilidad de un cuerpo con el volumen sumergido, la densidad del sólido y el líquido

A 2.7. Esta actividad permite que relacionen las observaciones anteriores con la aplicación práctica del submarino de Peral, para que el alumno perciba directamente los aspectos reales de la ciencia y sus implicaciones

A 2.8. Basándose en la información de las actividades anteriores (A 2.3 a A 2.7) y con la motivación conseguida, la profesora desarrolla el Principio de Arquímedes y deduce sus ecuaciones

A 2.9. Sirve para destacar la importante aplicación tecnológica del Principio de Arquímedes en el funcionamiento del submarino

A 2.10. Con ellas se estudian las características de los sistemas de fuerzas, el equilibrio y la composición de fuerzas como fundamentos del equilibrio estático y la relación entre el centro de gravedad y el centro de empuje o carena en el submarino

A 2.11, A 2.12 y A 2.13. Permiten que identifiquen, comprueben y valoren la importancia de la situación del centro de gravedad y el centro de carena (punto de aplicación del empuje) en la flotación y estabilidad de barcos y submarinos

A 3.1 a A 3.3. Se introducen los conceptos de trabajo, potencia y energía. Se pretende que los alumnos realicen aplicaciones prácticas y cuantitativas, partiendo de los hechos y datos reales por ellos conocidos del submarino de Peral para, de esta manera, establecer una mayor relación entre ciencia “teórica” y tecnología, valorando la importancia de estas magnitudes en el rendimiento y eficacia de las máquinas, como puede ser, por ejemplo, la velocidad del submarino .

A 3.4. a A 3.6. Se explican los conceptos de reflexión y refracción y se reconocen en la aplicación de la Torre óptica de Peral en su submarino. Del mismo modo, se identifican el radar y el sonar como aplicaciones tecnológicas de estos fenómenos que son de capital importancia en la navegación submarina.

A-4.1. El test se hace con la intención de que los alumnos expliciten sus ideas y se vuelva a revisar al final de la unidad didáctica para que le sirva al alumno de autoevaluación.

A-4.2. Se hace con la intención de que los alumnos identifiquen materiales y propiedades de estos como características importantes que tienen aplicaciones cotidianas o tecnológicas como las del submarino

A-4.3. Se explican los fundamentos de las reacciones químicas

A-4.4. Realización de experiencias de laboratorio para identificar diversos tipos de reacciones (redox, ácido-base, precipitación ...) y comprobar como se podía conseguir energía eléctrica y aire respirable en el submarino

A-4.5. y A-4.6. Explicación básica de reacciones nucleares como fuente de energía y comprobación documental de su aplicación en los submarinos actuales

A-4.7. Recapitulación de las actividades anteriores sobre reacciones químicas, sus efectos caloríficos y la repercusión en el funcionamiento de las máquinas como el submarino Peral utilizando la documentación recopilada

A-1.3. y A-1.4. Con toda la información obtenida hasta este momento y el cuadro cronológico que se aporta, se hace una revisión histórica de la evolución del submarino desde sus inicios, como un proceso continuo de revisión y aplicación de nuevos conocimientos y como un ejemplo de aplicación del método científico

A-6.1. Pretende conseguir que los alumnos analicen, reflexionen y saquen conclusiones sobre las repercusiones, en direcciones opuestas, que los diferentes usos de la ciencia y la tecnología pueden tener en la sociedad, utilizando el ejemplo de los submarinos, batíscafos, sonar y radar, fomentando el respeto medioambiental y la participación ciudadana en la toma de decisiones

A-6.2. Su objetivo es analizar la relación entre ciencia, tecnología y política partiendo del caso particular del submarino de Peral y el abandono del proyecto para generalizar posteriormente y analizar la relación entre el desarrollo de la tecnología militar y los desastres y avances sociales científico-tecnológicos. Para la búsqueda de información se establece relación interdisciplinar con Ciencias sociales

A-6.3. Se trata de conseguir que los alumnos recapitulen sobre las conclusiones sacadas con la información recogida y el trabajo realizado a lo largo de la U.D y que participen en conjunto y activamente en la elaboración de un esquema conceptual en el que se plasme todo lo visto

A-6.4. La comparación de las respuestas del pre-test y post-test, así como la revisión de los mapas conceptuales elaborados, permitirá a los alumnos reconocer el cambio conceptual que han experimentado.

A-6.5. Mediante la prueba escrita, los trabajos realizados y las observaciones del diario de clase se pretende comprobar el nivel de contenidos científicos y C-T-S alcanzado por los alumnos. El documento de la prueba escrita presentado muestra especialmente cuestiones relacionadas con el enfoque CTS de la U.D pero se pueden añadir también según lo crea conveniente en cada caso el profesor otras cuestiones de contenido conceptual así como ejercicios de papel y lápiz

A-6.6. Se pretende tener información para reformar y mejorar la puesta en práctica de la unidad didáctica en aquellos aspectos que sea conveniente

A-6.7. La exposición final tiene varias funciones:

- Consolidar en Tgg los contenidos de la unidad.
- Que los alumnos se sientan verdaderos protagonistas de los resultados del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Fomentar la actitud participativa del alumnado.
- Motivar y hacer partícipes a toda la comunidad escolar de un hecho importante de la historia científico-tecnológica del país y de la Región de Murcia

4.4. Metodología

La unidad didáctica se ha diseñado para desarrollar los contenidos establecidos en el currículo utilizando el submarino de Peral como hilo conductor en los bloques que se ha indicado anteriormente, y con un

enfoque que establezca claramente la relación de la ciencia con la tecnología y sus implicaciones sociales, así como con una orientación interdisciplinaria y de ciencia integrada.

Se realiza un desarrollo de contenidos, fundamentalmente procedimentales, que permitirán la consolidación por parte del alumnado de contenidos conceptuales introducidos partiendo de situaciones reales y la adquisición o evolución hacia nuevos contenidos actitudinales.

Teniendo en cuenta que la construcción del aprendizaje es un proceso secuencial y recurrente, la metodología utilizada es de enfoque constructivista, por lo que la secuenciación y el tipo de actividades está encaminado a promover que el alumnado, a partir de sus ideas previas y las situaciones reales de partida fuera del aula, consolide y construya nuevos conceptos y desarrolle actitudes nuevas de su visión sobre las implicaciones de la ciencia y la tecnología en nuestra sociedad.

Como herramienta de trabajo fundamental, se recurre a la elaboración de esquemas conceptuales al hacer puestas en común, que nos permiten clarificar las relaciones entre los distintos contenidos tratados

4.5. Actividades e instrumentos de evaluación del proceso

El alumno debe hacer una autoevaluación sobre lo aprendido y sobre el proceso que ha seguido en su aprendizaje, entendiendo que el proceso y las técnicas que lo componen entran dentro del mismo aprendizaje a evaluar. Es importante que el alumno sea consciente de su propio aprendizaje, delimite los conceptos adquiridos, los integre en los anteriores y tenga la oportunidad de mejorar los aspectos más débiles del proceso.

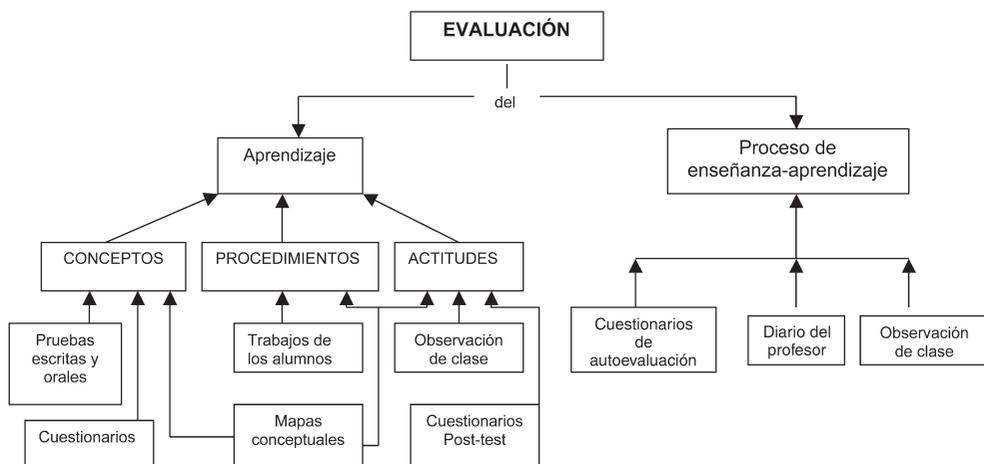
El profesor debe evaluar, por una parte, al alumno (en todos sus aspectos), por otra parte, el proceso seguido en el desarrollo de la unidad y, por otro lado, los distintos elementos de la unidad.

Considerando que en esta unidad didáctica se desarrollan contenidos conceptuales pero, sobre todo procedimentales y actitudinales, se deben diseñar actividades para la evaluación de los tres tipos de contenidos, teniendo en cuenta que predominarán, fundamentalmente, los procedimentales y actitudinales.

Por otro lado, es también fundamental realizar una evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje.

El cuadro del final de la página ilustra las actividades e instrumentos aplicados para la evaluación:





4.5.1. Actividades de evaluación del aprendizaje de los alumnos

Teniendo en cuenta que se pretende conseguir un aprendizaje significativo en el que muchas actividades cumplirán la doble función de servir como actividades de aprendizaje y de evaluación (actividades de aplicación o de revisión de nuevas ideas) será conveniente:

a) Para la evaluación de conceptos:

- Introducir actividades de evaluación formativa a lo largo de todo el proceso de enseñanza y reconducirlo, modificando y diseñando nuevas actividades.
- Elaborar pruebas evaluativas sumativas que contengan actividades que supongan el uso y aplicación de los conceptos adquiridos a las nuevas situaciones conocidas y a la resolución de problemas prácticos, que permitan constatar los cambios conceptuales que hayan podido operarse.
- Diseñar actividades de evaluación que supongan el análisis, comprensión y valoración de los aspectos sociales y tecnológicos del tema (noticias de prensa, valoración de las implicaciones sociales de la tecnología y la industria desarrollada en esta zona, etc.)

b) Para la evaluación de procedimientos:

El aprendizaje de dichos procedimientos debe ser evaluado, del mismo modo que se hace con los contenidos conceptuales, con la par-

ticularidad de que las actividades apropiadas para el aprendizaje y la evaluación de los procedimientos son actividades prácticas. Estas actividades pueden ser algunas de las ya programadas con fines de aprendizaje o ser introducidas con fines evaluativos.

Los instrumentos de evaluación más utilizados serán:

- Observación directa de las exposiciones y debates.
- Revisión de los informes escritos iniciales y finales realizados por los alumnos.
- Cuestionarios.

c) Para la evaluación de actitudes:

Hay que tener en cuenta que es difícil evaluar este tipo de contenidos, pero es necesario hacerlo si queremos valorar realmente el trabajo desarrollado en la U.D.

Para ello, se pueden utilizar plantillas de observación en las que se evalúen las actitudes que se pretenden promover en el alumnado, graduadas en niveles educativos, basándose en las tablas de Victor Host modificadas por Giordan (Giordan, 1.982). Las actitudes científicas que se evaluarán fundamentalmente serán: Uso del conocimiento científico para tener opiniones fundamentadas y críticas, capacidad de relación ciencia-tecnología-sociedad, actividad investigadora, valoración del trabajo en equipo, rigor y objetividad.

4.5.2. Actividades e instrumentos de evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje

Respecto al proceso seguido en el desarrollo de la U.D y de los distintos elementos de esta, se deberá evaluar:

- La dificultad que ha supuesto para los alumnos llegar a un cambio conceptual y actitudinal.
- La dificultad de su aplicación práctica.
- La adecuación del tiempo.
- La carencia o exceso de materiales y de actividades propuestas.
- El interés que el tema y el trabajo han despertado en los alumnos.
- El nivel en el cambio actitudinal con fundamento científico sobre el tema.
- El nivel de capacidad adquirida para establecer relaciones ciencia-tecnología-sociedad.

Las técnicas utilizadas para la evaluación de estos procesos serán fundamentalmente:

- Cuestionarios y sondeos al alumnado.
- Observación directa en el aula con utilización de plantillas.
- Diario del profesor.

Bibliografía

- Nieto-Galán, Narcís. (2001). La seducción de las máquinas. Madrid: Editorial Nivola.
- Agustín Ramón Rodríguez. (1993). Isaac Peral. Historia de una frustración. Murcia: Ayuntamiento de Cartagena.
- Isaac Peral y Caballero. (1955). La memoria del submarino Peral
- Monturiol, Narcís. (1891). Ensayo sobre el arte de navegar por debajo del agua. Barcelona: Imprenta de Heinrich Y Cia. Edición facsímil: Altafulla.
- ENOSA. (1963). Manual de experiencias de mecánica. Madrid. Artes Gráficas
- Caamaño, A. - Huerto, A. (1992). Orientaciones teórico-prácticas para la elaboración de Unidades Didácticas. Ministerio de Educación y Ciencia.

Sitios web

- <http://www.geocities.com/micartagena/peral.htm> Biografía de Peral
- <http://www.coiirm.es/isaac-peral.htm> Descripción del submarino de Peral
- <http://www.ingenierosnavales.com>
- <http://www.cienciafacil.com>
- www.lomejordemurcia.com
- <http://www.hispanismo.org>
- <http://www.inicia.es/de/nuestros/monturio.htm>

Créditos fotográficos

- García Salas, I



SEGUNDA PARTE: Dirigida al alumno

Actividad 1.1

El cuadro que tienes a continuación contiene algunas de las características del submarino construido por Isaac Peral en 1887. Completa estos datos expresándolos en unidades del S.I.

CARACTERÍSTICAS DEL SUBMARINO DE PERAL	DATOS ORIGINALES	DATOS EN EL S.I.
Desplazamiento	77 toneladas en superficie	
	85 toneladas en inmersión	
Dimensiones	Eslora total 22 m	
	Manga 2,87 m	
	Puntal 2,76 m	
Baterías	30 toneladas	
Propulsión	2 motores eléctricos de 30 CV	
Inmersión-emersión	2 motores eléctricos de 4 C.V	
Bombas de achique	2 de 6 y 0,5 C.V	
Tanques de lastre	Capacidad de 8.000 litros	
Velocidad	10 nudos en superficie	
	11 millas /h sumergido	
Cota máxima	30 metros	
Autonomía	200 millas a bajo régimen	
	132 millas a 6 nudos	

A.1.2. Busca información sobre el proyecto original del submarino Peral, responde con Sí/No a las siguientes cuestiones y guarda la información obtenida para trabajos posteriores:

Isaac Peral en los informes del proyecto de su submarino presentaba:

- a) Información concreta de sus características
- b) Datos cuantitativos
- c) Esquemas y planos
- d) Informes sobre los ensayos realizados y los fallos observados
- e) Las revisiones realizadas a partir de la experimentación
- f) Toda la información sobre el submarino y su construcción era de dominio público
- g) Indica si presentaba otras características no señaladas

A 2.1. Cuestionario de ideas previas

- 1. ¿Por qué caen los cuerpos?
- 2. ¿Crees que caen igual en el aire que en el agua?
- 3. ¿Por qué se hunden las piedras?
- 4. ¿Por qué flotan los barcos?
- 5. ¿Es fácil hundir un balón de playa?
¿Por qué?
- 6. ¿Qué ocurre con él si cuando lo hemos sumergido lo soltamos?
¿A qué crees que es debido esto?
- 7. ¿Se puede hundir un barco? ¿A qué crees que es debido esto?
- 8. ¿Cómo crees que puede un submarino flotar, sumergirse y emerger?
- 9. ¿Has visto alguna vez un globo aerostático? ¿Qué hacen para ascender?
¿Qué pueden hacer para descender?



10. Indica si crees que hay alguna relación entre el fundamento de los submarinos y el de los globos aerostáticos
11. ¿Conoces algún efecto de la presión atmosférica? Indícalo/s
12. ¿Crees que los submarinos se pueden sumergir a cualquier profundidad? ¿Por qué?
13. ¿Crees que pueden los submarinos utilizar motores como los de los coches? ¿Por qué?
14. ¿Cómo crees que consiguen respirar los tripulantes de los submarinos?
15. ¿Conoces o has leído alguna obra literaria en la que aparezcan submarinos o globos aerostáticos? ¿Son de ciencia-ficción? Indícalas
16. ¿Crees que en la actualidad pueden existir los ingenios que se describen en ellas?
17. ¿Crees que hay actualmente submarinos que puedan pasar días sin salir a la superficie?
18. ¿Conoces algún submarino famoso? ¿Y a su autor? Nómbralos

A 2.2. Introducción del Principio fundamental de la hidrostática por la profesora

A 2.3. Experiencias sobre presión atmosférica e hidrostática

1.- Efectos de la presión atmosférica

La profesora va a introducir en una lata vacía un poco de agua hirviendo, y después de dejar salir algo de vapor la introduce rápidamente boca abajo en un recipiente con agua fría.

Observa las experiencia realizada y responde:

- ¿Qué ha sucedido?

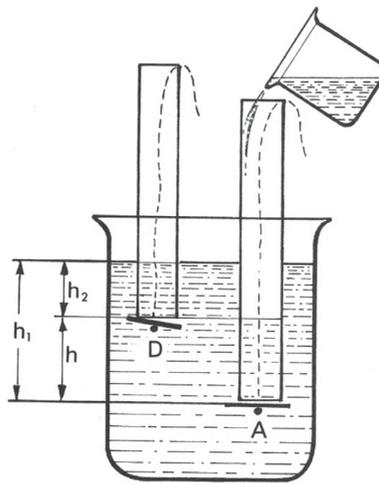


- ¿Tienes alguna explicación para ello?
- ¿Percibimos habitualmente la presión atmosférica? ¿Por qué?
- ¿Crees que deben ser tenidos en cuenta los efectos de la presión atmosférica? ¿Por qué?

2.- Relación entre presión y profundidad

Realiza la experiencia indicada por la profesora y responde:

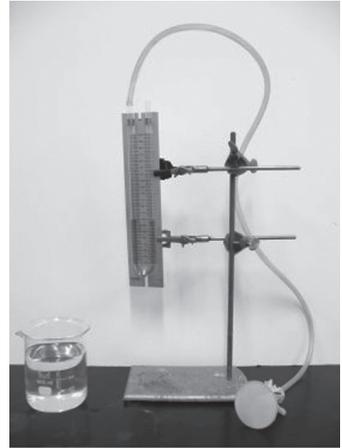
- ¿Qué le ocurre a la placa metálica del fondo cuando comienzas a añadir agua cuidadosamente en el interior del tubo pero sin alcanzar la altura exterior?
- ¿Qué altura de agua has tenido que introducir en el tubo para que la placa metálica del fondo se desprenda?
- ¿Qué conclusiones sacas con estos datos respecto a la influencia de la profundidad en la presión hidrostática?
- ¿Cómo será la presión en dos puntos que se encuentren a distinta profundidad?
- ¿Qué ocurrirá con la presión al aumentar la profundidad?
- Comparativamente, ¿qué presión crees que es mayor, la atmosférica o la hidrostática? ¿Por qué?
- ¿Crees que será importante tener en cuenta la acción conjunta de la presión atmosférica e hidrostática para diseñar cualquier aparato que se quiera sumergir?



3.- Deducción del Principio fundamental de la hidrostática

Utilizando el dispositivo de la imagen vamos a realizar diversas experiencias para determinar los factores de los que depende la presión hidrostática

El dispositivo consta de un embudo cubierto con látex bien tensado (puede ser de un guante o un globo) que va unido a un tubo de plástico que finalmente se dobla en U sobre una escala.



En el interior del tubo se introduce una altura aproximada de agua coloreada como la que se aprecia en la imagen y ya tenemos dispuesto el manómetro para medir presiones.

- Introduce el embudo en un vaso con agua y anota la variación de altura de las ramas en función de la profundidad
- Repite la operación utilizando alcohol y aceite, comparando la variación de altura de las ramas en cada líquido para una misma profundidad

Profundidad en el vaso	Altura en las ramas		
	Agua	Alcohol	aceite
8 cm			
6 cm			
4 cm			

- ¿Ejerce la misma presión un mismo líquido a diferentes profundidades?
- ¿Ejercen la misma presión líquidos diferentes a una misma profundidad? ¿A qué crees que es debido?
- Anota las densidades del agua alcohol y aceite
- ¿Qué conclusiones podemos obtener de esta experiencia?

A 2.4 y A 2.5. Ejercicios numéricos y búsqueda de información

1. Calcula la presión que tendría que soportar el casco del submarino Peral según los datos de la actividad A.1.1
2. Busca información sobre las profundidades máximas alcanzadas actualmente por submarinos y batíscafos, calcula las presiones que soportarán y compáralas con la soportada en la superficie terrestre.
3. ¿Crees que este factor puede ser peligroso en submarinos y batíscafos si no se tiene en cuenta?
4. ¿Cómo crees que se debe contrarrestar este factor al fabricar submarinos o batíscafos?

A 2.6. Experiencias sobre el Principio de Arquímedes

1. Determinación del Empuje

- a) Pesa el cilindro que tienes con el dinamómetro: P_1
- b) Mide en la probeta el volumen de agua indicado por la profesora: V_1
- c) Sumerge el cilindro en el agua colgando del dinamómetro para comprobar su peso: P_2
- d) y mide el nuevo volumen que marca el agua en la probeta: V_2
- e) Calcula el volumen del cilindro sumergido: $V_2 - V_1$
- f) ¿Cómo son P_1 y P_2 ? ¿A qué crees que es debido?
Calcula su diferencia: $P_1 - P_2$ Este valor es llamado **Empuje** ¿Por qué crees que se le da ese nombre?
- g) Calcula cuanto pesaría un volumen de agua igual al del cilindro ($V_2 - V_1$)
Compáralo con el valor de $P_1 - P_2$. ¿Qué conclusiones se obtienen?

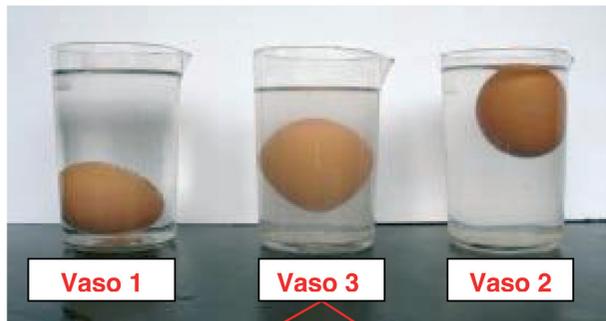
2. Influencia de la densidad del líquido

- a) Repite la experiencia 1 pero utilizando alcohol en vez de agua, anota y compara los datos en el siguiente cuadro:

Datos	P_1	V_1	P_2	V_2	Vol.cuerpo V_2-V_1	Empuje P_1-P_2	Densidad
Agua							
Alcohol							

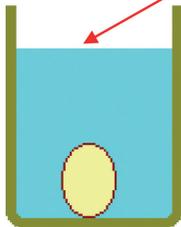
■ ¿A qué crees que son debidas las diferencias observadas?

b) Observa la experiencia realizada por la profesora al introducir un huevo en cada una de los siguientes líquidos y anota los datos que observes respecto a la flotación del huevo

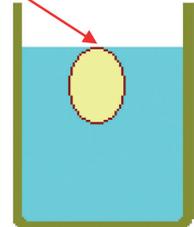


Le añadimos agua destilada

Le añadimos agua con sal



Vaso 4



Vaso 5

1	Agua destilada
2	Agua salada
3	Destilada + salada
4	3 + destilada
5	3 + salada

Intenta establecer relaciones con el apartado a)

- ¿Crees que influye la densidad del líquido en la flotabilidad?
¿Por qué?
- ¿Qué condición crees que se debe cumplir para que un cuerpo flote?

3. Influencia de la densidad del sólido

Experiencia práctica: Realización casera de un submarino:

Con una botella de plástico, plastilina, un tubo de plástico, monedas y cinta adhesiva puedes fabricar un submarino casero y comprobar el Principio de Arquímedes de la siguiente forma:

Haz dos o tres agujeros pequeños en un lado de la botella. Pega con la ayuda de la cinta adhesiva tres o cuatro monedas en el mismo lado de la botella. Estos pesos harán que la botella se hunda. Coloca el tubo en el tapón de la botella cerrándolo con plastilina. Coloca el submarino en la bañera, déjalo llenarse de agua y hundirse. Sopla el tubo para enviar aire a la botella. Esto hace que el agua salga por los agujeros y permite que el submarino se llene de aire. El submarino sube a la superficie.

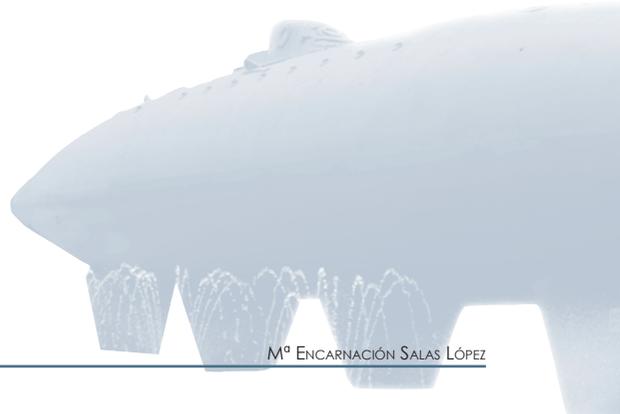
Una vez hecha la experiencia explica basándote en el Principio de Arquímedes:

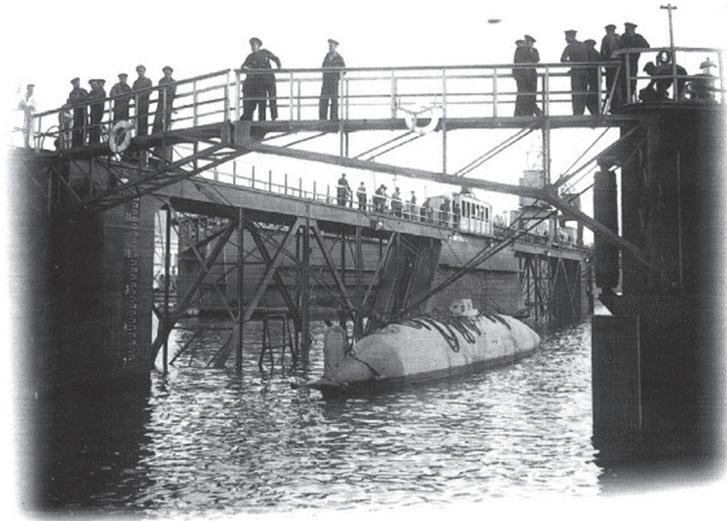
- Por qué se hunde el submarino
- Por qué emerge
- Por qué la botella puede estar flotando con diferentes volúmenes sumergidos

A 2.7. ¿Cómo se modifica la densidad de un submarino?

.....

- Busca información sobre la forma en que Peral conseguía modificar la densidad del submarino y qué instrumentos utilizaba para ello





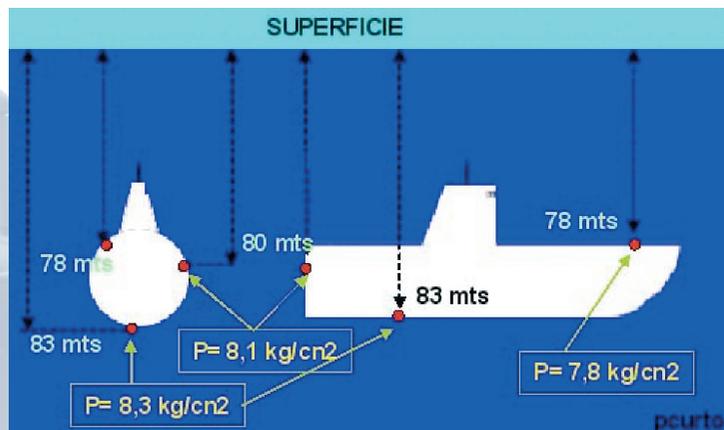
El submarino Peral en el puerto de Cartagena a finales de los años 20.

A 2.8. Deducción del Principio de Arquímedes

Basándonos en la información de las actividades anteriores, vamos a desarrollar el Principio de Arquímedes y deducir sus ecuaciones utilizando los siguientes esquemas:

En el esquema siguiente se pueden ver los valores de las presiones hidrostáticas ejercidas en diferentes puntos del casco de un submarino sumergido:

La diferencia de altura entre unos puntos y otros de un cuerpo sumergido, produce presiones diferentes que dan lugar a una **fuerza resultante vertical y hacia arriba denominada "Empuje"**



Como ya comprobamos en la actividad experimental A.2.6-1 (apartado g) esa fuerza corresponde al peso del fluido desalojado por el cuerpo sumergido, como podemos ver en los siguientes esquemas:



Figura 1

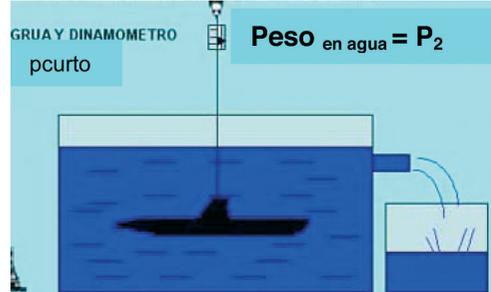


Figura 2

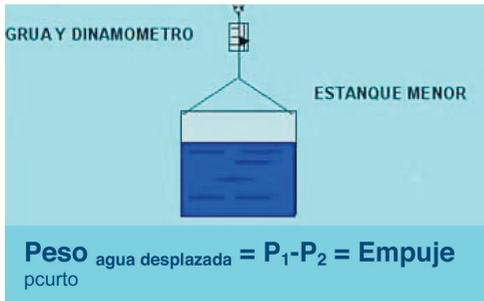


Figura 3

En estas tres figuras se muestran las operaciones que supuestamente se realizarían para:

Fig 1: Pesar el submarino en el aire.

Fig 2: Medir el volumen de agua desplazada y el peso del submarino en el agua.

Fig 3: Pesar el agua desplazada por el submarino

A 2.9. Aplicaciones del Principio de Arquímedes en el submarino de Peral

Las frases siguientes corresponden a las características del submarino de Peral:

“El submarino era de un solo casco, los lastres estaban situados en la parte inferior central y a proa, bajo el tubo lanzatorpedos, estos tanques tenían una capacidad de 8 t. que al inundarlos se conseguía la inundación hasta la torreta. Para achicarlos se utilizaban dos bombas, una de 6 CV, y otra de 0,5 CV, además se podían vaciar mediante soplado de aire comprimido incluso aire almacenado para la respiración de la dotación”.

“El buque estaba calculado para que inundados los dobles fondos, conservara una flotabilidad de cincuenta kilos, que era el peso de su torreta,

donde llevaba las escotillas de entrada, el puesto del timonel y más abajo, el de mando con su caseta de derrota. Podía flotar con la torreta fuera”.

- Busca más información sobre el submarino Peral y los actuales, respecto a los métodos de inmersión y emersión

De lo visto hasta ahora podemos deducir que sobre un submarino en inmersión actúan constantemente dos fuerzas:

El peso P , aplicado en su centro de gravedad que tiende a llevar al buque “hacia el fondo”.

El empuje E , aplicado en su centro de carena, que tiende a llevar al buque “hacia la superficie”.

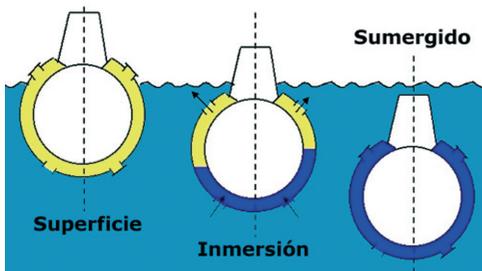


Figura 1

Si el peso es mayor que el empuje, tenderá a descender hacia el fondo. (buque pesado. Fig. 1).

Si el empuje es mayor que el peso, tenderá a ascender hacia la superficie. (buque ligero. Fig. 2).

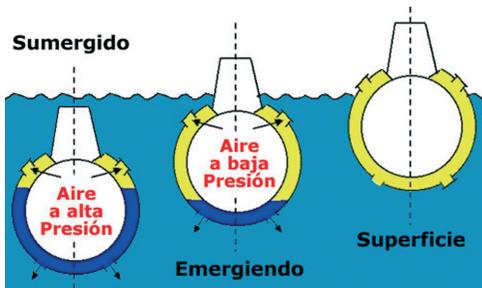


Figura 2

Si el peso es igual al empuje, el submarino se mantendrá inmóvil entre dos aguas. (buque trimado)

Teniendo en cuenta los esquemas anteriores, razona que factor varía cuando se inundan los tanques de un submarino y se produce la inmersión y qué tiene que hacer para emerger

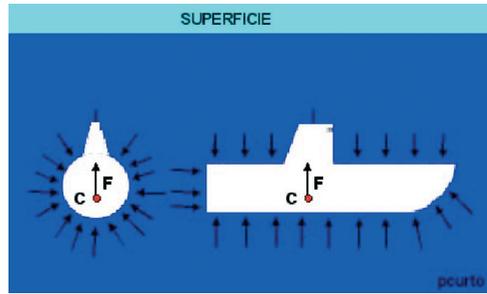
A 2.10. Las fuerzas y el equilibrio. Relación entre el Centro de gravedad y el Centro de Empuje

Vamos a revisar las características de los sistemas de fuerzas, el equilibrio y la composición de fuerzas como fundamentos del equilibrio estático utilizando el ejemplo del submarino:

Las dos fuerzas que actúan sobre un cuerpo sumergido tienen puntos de aplicación diferentes.

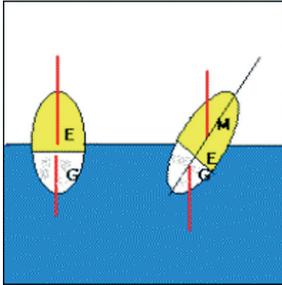
El peso en el centro de gravedad del cuerpo, el empuje en el centro de gravedad del líquido desalojado. Para que haya equilibrio es necesario que ambos centros se encuentren en la misma vertical y que sean iguales.

El punto de aplicación del empuje se denomina centro de carena "C" o centro de empuje, y es el centro de gravedad del volumen de agua desplazado por un cuerpo flotante.



Cuando los puntos de aplicación del empuje y del peso no tienen la misma vertical, se pierde el equilibrio

Cuando el cuerpo se inclina, el centro de empuje cambia de situación. Volverá a su posición si el metacentro, que es el punto que corta la vertical trazada por el centro de empuje a la vertical primitiva que pasa por el centro de gravedad, está encima del centro de gravedad.



Los barcos de superficie están diseñados de manera que el metacentro quede siempre por encima del centro de gravedad en caso de que se muevan o desplacen lateralmente. El submarino no cambia de volumen pero sí de peso, adquiere agua para sumergirse y la expulsa con aire para disminuir su peso y subir.

A 2.11. Experiencias sobre el C.d.G y su influencia en el equilibrio

La imagen que observas no tiene truco y se ha conseguido simplemente echando un poco de agua en el bote. Observa como lo realiza la profesora y hazlo tú mismo.

- ¿Por qué no se consigue esa posición de equilibrio con el bote vacío?

Busca botes similares a los de la imagen de la derecha (son los que tienen normalmente en los hoteles) y hazlos caer dándoles un ligero golpe.

- ¿Ocurre lo mismo si el bote está vacío que si está lleno?
- ¿A qué crees que es debido?



A 2.12 y A 2.13. El equilibrio en la navegación submarina. El aparato de profundidades de Peral

En las actividades anteriores hemos podido comprobar los factores que influyen en el equilibrio de un sólido sumergido. En el caso de un submarino, este equilibrio es todavía más complejo, y este fue uno de los problemas que Peral resolvió de forma más innovadora con su **“aparato de profundidades”**

Era el dispositivo más original y sobresaliente de los ideados por Peral.

Fue probado con notable éxito y sin problemas ante la Reina Regente y los ministros de Marina y de la Guerra en 1885.



La inmersión total del submarino, se conseguía mediante este aparato que accionaba simultánea o independientemente dos hélices de eje vertical, situadas en ambos extremos del buque, movidas por dos motores eléctricos de 4 CV. que eran las encargadas de hacer sumergir o emerger el submarino y mantener la cota de inmersión (profundidad) automáticamente.

En la imagen se puede apreciar indicada por la flecha, una de las hélices verticales del submarino

El elemento sensible era un lámina flexible, en una de cuyas caras actuaba la presión del agua, en tanto que en la otra lo hacía un muelle, previamente regulado a la tensión correspondiente a la profundidad deseada

Independiente del aparato de profundidades había un péndulo de nivelación que al inclinarse longitudinalmente el submarino, ponía en funcionamiento las hélices hasta colocarlo horizontal



En esta perspectiva del submarino se puede apreciar la otra hélice vertical así como las hélices horizontales de propulsión

- Busca información ampliada sobre las características del “aparato de profundidades” de Peral

A 3.1, A 3.2 y A 3.3. Explicaciones y aplicaciones sobre Trabajo, Potencia y Energía

- Atiende a las explicaciones de la profesora y utiliza el libro de texto
- Revisa los datos utilizados en la actividad 1.1
- Lee detenidamente los textos sobre las características del submarino

El 8 de septiembre es botado su submarino en el Arsenal de San Fernando, recogiendo el suceso toda la prensa que rivaliza en elogios hacia el inventor. Tenía 24 metros de eslora, 2,80 de manga y puntal en la cuaderna maestra y podía desplazar 79 toneladas a flote y 87 sumergido. Su máxima velocidad en la prueba alcanzó las once millas navegando en superficie y 10 sumergido, llegando su radio de acción a las 335 millas a tres nudos y a las 132 a seis nudos

La propulsión eléctrica dio la respuesta adecuada al problema de la propulsión submarina, empleando para ello, por primera vez, motores eléctricos alimentados por una batería de 480 acumuladores. Lo que verdaderamente le daba valor militar al submarino era su capacidad para lanzar torpedos debajo del agua. Llevaba tres torpedos que se lanzaban desde un tubo único situado en la Proa y en la dirección del eje del buque, provisto de mecanismo de seguro para abrir sus puertas, interior y exterior, análogos a los que se emplean hoy.

En el proyecto final, respecto a la propulsión se pasó de un motor eléctrico de 40 CV que accionaría una sola hélice a dos motores de 30 CV que impulsaban dos hélices gemelas.

En la imagen se pueden observar las dos hélices gemelas de propulsión de la popa del submarino

La refrigeración de los motores consistía en soplar sobre ellos el aire comprimido almacenado en el submarino.

Para la batería de acumuladores que suministraba la energía a los motores principales y a los auxiliares, en principio consideró necesarios 430 acumuladores pero al final instaló 613, de 50 kg cada uno. Por tanto, el peso total de la batería era de unas 30 toneladas.

La velocidad variaba dependiendo de la carga de las bate-



rías, a $\frac{1}{4}$ de tensión 4,7 nudos, a $\frac{1}{2}$ 6,9 n. a $\frac{3}{4}$ 8,9 n. y con la carga completa se podían alcanzar 10,9 nudos.

En cuanto a la autonomía, dependía tanto de la carga de los acumuladores como de la velocidad, Peral consideraba que el buque podría recorrer 132 millas a 6 nudos y 396 millas a 3 nudos con un solo motor.

- ¿Qué tipo de energía utilizaba el submarino?
- ¿Por qué había que refrigerar los motores?
- ¿De qué factores dependía la velocidad del submarino?

A 3.4, A 3.5 y A 3.6. Explicaciones y aplicaciones sobre reflexión y refracción. La torre óptica de Peral

Vamos a estudiar los conceptos de reflexión y refracción y a ver las aplicaciones que de ellos hizo Peral en su submarino mediante su "Torre óptica".

La óptica permite modificar la dirección de la luz. Esto se logra mediante el empleo de instrumentos ópticos, que están formados básicamente por piezas de cristal (espejos, prismas y lentes) dotadas de ciertas formas y distribuidas a fin de regular la dirección de la luz en el sentido deseado. Los cambios de dirección se logran de dos maneras: Por Reflexión: La luz retrocede desde la superficie. Por Refracción: La luz pasa a través de las superficies de cristal.

Espejos: Su función consiste en reflejar la luz

Prismas: Gran parte de la reflexión de los instrumentos ópticos militares está controlada por medio de prismas. Cuando el prisma está orientado de modo adecuado actúa de la misma forma que si se tratara de la superficie plana de un espejo.

Lentes: Se emplean únicamente para la refracción de la luz y por lo general para la formación de imágenes.

El antecedente del periscopio está basado en la óptica del telescopio de Galileo.

Un aparato semejante al periscopio se empleó en el siglo XIX con fines militares. Con él se podía vigilar al enemigo sin necesidad de sacar la cabeza de la trinchera ni de exponerse a su fuego.

El periscopio se basa en la reflexión de la luz, ésta debe recorrer una distancia que va desde su ingreso al cuerpo del instrumento (tubo óptico) hasta llegar al ojo del observador. Si esta distancia se incrementa reduce el campo visual. Para aumentar este campo se montan cristales ópticos – lentes – en el instrumento

Peral ideó una especie de periscopio, la **"torre óptica de visión indirecta"** que era un tubo fijo sobre la torreta, que mediante una serie

de prismas y lentes reflejaba la imagen exterior sobre una mesa óptica instalada en el interior del casco del submarino.

- El sónar y el radar son también aparatos basados en la reflexión de ondas:
¿Cuál es la diferencia fundamental entre ellos?
- Busca información sobre la aplicación práctica de estos inventos

Peral también ideó un compás magnético y brújula, que gracias a un ingenioso sistema de compensaciones anulaba la perturbación de los propios hierros y aparatos eléctricos del buque, haciendo que la aguja marcara el Norte magnético, así como reflectores eléctricos de arco, cuya luz, recogida por lentes y espejos, iluminaba las aguas hasta 150 metros de distancia.

- Indica qué relación tienen estos aparatos con las ondas luminosas

A 4.1. Cuestionario de ideas previas

Contesta a las siguientes preguntas relacionadas con los submarinos:

1. ¿Qué propiedades crees que debe tener el material para construir el casco?
2. ¿Cómo crees que se puede obtener energía para su funcionamiento?
3. ¿Cómo crees que se consigue el aire para respirar en su interior?
4. ¿Qué sustancia necesitamos para poder respirar?
¿Cómo crees que se puede obtener?
5. ¿Qué sustancias expulsamos como producto de la respiración?
¿Será necesario eliminarlas? ¿Por qué?
6. ¿Crees que el funcionamiento de las máquinas del submarino puede generar calor? ¿Por qué?
7. ¿Crees que el submarino de Peral fue un invento que surgió de forma aislada?

8. Indica qué tipo de aplicaciones crees que pueden tener los submarinos
9. ¿Crees que los batiscafos tienen algo que ver con los submarinos?
¿Por qué?
10. ¿Crees que los submarinos han influido o pueden influir en el desarrollo social e histórico de la humanidad? ¿Por qué?

A 4.2. Propiedades de las sustancias

- Atiende a las explicaciones de la profesora y utiliza el libro de texto
- Lee el siguiente texto sobre las características del submarino de Peral e indica todas las sustancias que identifiques como importantes en la composición o funcionamiento del submarino relacionándolas con las columnas del cuadro que tienes a continuación

“El submarino tenía 22 metros de eslora, el casco estaba realizado en plancha de acero y su forma era fusiforme. En el interior tenía capacidad para 12 hombres. El suelo se forró con una alfombra de goma que actuaba como aislante de la electricidad que envolvía la nave. El exterior del submarino se pintó de color gris.

Iba equipado con dos motores eléctricos de 30 c.v. que funcionaban gracias a la energía proporcionada por 600 acumuladores de plomo de 50 kg. cada uno. Estos motores movían las dos hélices situadas a ambos lados del casco, las cuales permitían el desplazamiento del submarino.

Un sistema de regeneración de aire hacía posible la respiración en inmersiones prolongadas. El anhídrido carbónico era absorbido por un regenerador a base de sosa cáustica y cal viva. El oxígeno consumido era renovado mediante unas botellas de oxígeno a presión, y cuando en el interior del casco ésta aumentaba, una válvula de retención permitía el escape del aire viciado al exterior.

Resistencia	Electrización	Energía	Respiración	Corrosión

- ¿Crees que es una cuestión de estética el que se pintara el caso del submarino? ¿Por qué?
- ¿Sabes qué es un acumulador de plomo?

A-4.3. Fundamentos de las reacciones químicas

- Atiende a las explicaciones de la profesora y utiliza el libro de texto

A-4.4. Experiencias de laboratorio para identificar diversos tipos de reacciones

1) Reacciones que producen energía eléctrica

Utilizando un hilo metálico, un trozo de magnesio de un sacapuntas y un trozo de tubería de cobre sumergidos en vinagre vas a realizar una reacción química como se indica en la figura siguiente

- Une los dos metales mediante un hilo también metálico colocando entre ellos un LED
- Introduce los dos metales en el vaso con vinagre
- Observa lo que ocurre
- ¿Se obtiene energía de esta reacción?

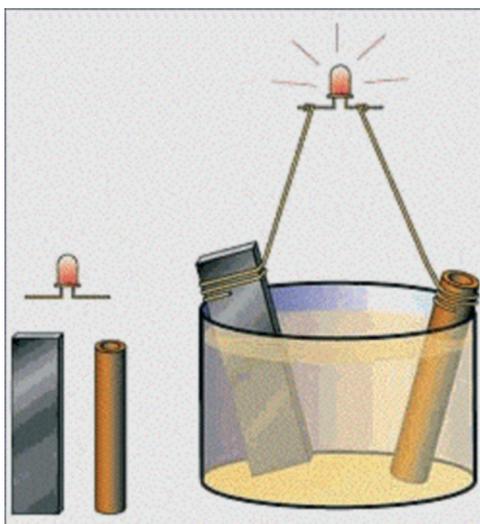
Explicación:

Los metales pueden producir reacciones que son denominadas de oxidación-reducción en las que ganan o pierden electrones que producen una corriente eléctrica.

En este caso las reacciones producidas han sido:



- ¿Cómo se denominan los dispositivos que generan energía eléctrica a partir de reacciones químicas?
- Busca información sobre la pila de Volta



- Los dispositivos que almacenan energía eléctrica mediante reacciones químicas se denominan acumuladores : ¿conoces alguno?
- ¿Conoces alguna reacción de oxidación cotidiana? ¿Crees que puede tener algo que ver con la necesidad de pintar los cascos metálicos de los barcos?

2) Otros tipos de reacciones: Como obtener aire respirable en el submarino

- Producción e identificación de CO₂
 - a) Introduce en el tubo de ensayo un trozo de mármol (CaCO₃) y añade ácido clorhídrico. Indica lo que observas y escribe la reacción producida

$$\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{CaCl}_2$$
 - b) Repite la operación pero colocando en el tubo de ensayo un tapón con un tubo que dirija el CO₂ desprendido hasta una disolución de hidróxido de calcio. Indica lo que observas y escribe la reacción producida:

$$\text{CO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 (\text{s}) + \text{H}_2\text{O}$$
 - c) Utiliza un tubo de ensayo abierto que contenga disolución de hidróxido de calcio y sopla en ella con una pajilla. Indica lo que observas.
 ¿Encuentras algún parecido con la reacción anterior?
 ¿A qué crees que es debido?

- Eliminación de vapor de agua:

El óxido de calcio o cal viva es un desecante debido a que reacciona con facilidad con el agua formando hidróxido de calcio o cal apagada según la reacción:



Observa esta reacción realizada por la profesora e indica si hay algo que te llame la atención

¿Qué aplicación crees que podría tener el uso de esta sustancia en el submarino?

A-4.5. y A-4.6. ¿Qué son las reacciones nucleares?

- Atiende a las explicaciones de la profesora, busca información y contesta:
- ¿Qué aplicación tienen estas reacciones en los submarinos actuales?

A-4.7. Calor de reacción

¿Qué has observado en la reacción anterior del óxido de calcio con el agua?

Hay reacciones que desprenden calor (exotérmicas) y otras que lo absorben (endotérmicas)

- ¿De qué tipo será la del óxido de calcio?
- ¿Conoces alguna utilización cotidiana de la cal viva?
- ¿Crees que el desprendimiento de calor de algunas reacciones químicas es beneficioso o perjudicial?
- Indica algún ejemplo concreto en el submarino de Peral

A-1.3. El trabajo experimental

- Lee el siguiente texto sobre los trabajos de Peral:

Realizó los estudios y experimentos necesarios, antes de presentar un proyecto completo de embarcación submarina. La primera prueba consistió en comprobar la respiración humana en un recinto cerrado durante varias horas. Para ello se habilitó una Habitación de 58 m² con un acumulador de aire, cargado a 79 atmósferas y una capacidad de medio metro cúbico, además de instrumentos para medir la temperatura y la humedad, así como un tubo que expulsaría el aire viciado al exterior, a través de una capa de agua de 4 mm y tres baldes de agua para mantener la humedad adecuada. Se encerraron en ella seis personas, una de ellas tuvo que salir, hora y cuarto después, pero el resto continuaron durante un total de cinco horas y media, considerándose la prueba todo un éxito"

- ¿Crees que Peral aplicaba métodos de trabajo científicos?
- Indica argumentos basados en el texto, que apoyen tu respuesta

A-1.4. Revisión histórica de la evolución del submarino

Vamos a analizar el siguiente cuadro cronológico y a continuación debes contestar a las cuestiones que le siguen:

**CUADRO HISTÓRICO-CRONOLÓGICO DE ACONTECIMIENTOS
RELACIONADOS CON EL SUBMARINO**

FECHA Y AUTOR	ACONTECIMIENTO	REPERCUSIONES Y/O APLICACIONES POSTERIORES
Arquímedes 287-212 a.c	Principio de Arquímedes	Náutica y aerostática
Van Drebbel (Holanda) 1620	Primer intento histórico de submarino. Bote submarino de madera forrado con piel. Accionado por remos y utilizando por primera vez reacciones químicas para regenerar el aire	El norteamericano Jhon Day construye otro bote submarino en el que muere aplastado por la presión a 30 m. de profundidad
Pascal 1653	Escribe su "Tratado sobre el "Equilibrio de los Líquidos" donde establece el "principio de Pascal"	Prensa hidráulica y dispositivos hidráulicos en general
Watt 1769	Patenta su máquina de vapor	Revolución industrial
"Turtle" Bushnell (EEUU) 1775	Construcción de la "Turtle" que se puede considerar el "primer submarino": Era un monoplaza de casco de madera forrado con plancha de cobre que se manejaba con pedales	Aplicó en 1776, hélices conocidas como "tornillos de Arquímedes", propuestas por Bernoulli como motores de navío unos años antes, consiguiendo el primer submarino operativo de la historia
"Nautilus" Fulton (en Francia) 1798.	Construyó, apoyado por Napoleón, un buque de vela que podía navegar bajo el agua con hélices movidas a mano. Tenía forma elipsoide, más hidrodinámica que la del "Turtle", casco de madera y llevaba bombonas con aire de reserva para respirar en inmersión.	La marina francesa rechazó el invento por considerarlo una forma "bárbara" de hacer la guerra. Fulton ofreció el "nautilus" a Inglaterra al Almirantazgo británico, que lo rechazó porque de tener éxito podría acabar con el poderío naval inglés.
Volta 1800	Presenta su pila electroquímica ante Napoleón en París	Producción de energía eléctrica "transportable"

1808 -1814	Napoleón invade España	Se paralizan las actividades educativas y científicas
Joule 1843	Determina el equivalente mecánico del calor	Determinación del rendimiento de máquinas térmicas
Wilhelm Bauer (Bavaria) 1850	Con apoyo de Prusia construyó un submarino de casco metálico, el "Brandtaucher", movido, por energía humana, que en las pruebas se hundió aplastado por la presión del mar	Fue recuperado del fondo y hoy, restaurado, se encuentra en un museo de Alemania como una de las piezas más valiosas de la historia del submarino
1851	Nace Isaac Peral en Cartagena	Futuro inventor de un submarino innovador
Ictíneo I y II Monturiol 1859	Prueba el Ictíneo I, propulsado por dos personas en el puerto de Barcelona	1867 Fracasan los intentos de Monturiol para instalar una máquina de vapor en el Ictíneo II
"PLONGEUR" Bourgois y Brun (Francia) 1861	Casco totalmente de hierro de 43 mts. de eslora y de 10 cm. de espesor y estaba movido por aire comprimido	Militarmente fracasó ya que las burbujas de aire de la máquina lo hacían visible y muy poco estable.
Julio Verne 1870	Publica "Veinte mil leguas de viaje submarino"	Ambiente social de apoyo y confianza en la ciencia y la tecnología
Peral 1882	Es nombrado profesor de Física y Química en la nueva escuela de la Armada de San Fernando	Tiene los conocimientos y el ambiente propicio para desarrollar su proyecto
Campbell y Ash 1885	Ensayan por primera y única vez el sistema de inmersión disminuyendo el volumen de carena por medio de émbolos que se alojan en los costados.	Se sigue la técnica de aumentar o disminuir el peso para modificar la resultante de peso y empuje
Peral 1885-1889	Inicia el diseño de su submarino	Pruebas oficiales en 1889 con éxito y aclamación popular
Peral 1890	El nuevo gobierno de España abandona el proyecto	España queda descolgada de las innovaciones de la marina. Pérdida sucesiva de las colonias de ultramar
1914	Utilización de submarinos en la primera guerra mundial	Las grandes potencias aumentan su flota submarina

1924	Invencción del radar	Incorporación a los submarinos.
1939	Gran influencia de las flotas submarinas en la II guerra mundial	Desarrollo de numerosas aplicaciones tecnológicas
Piccard 1948	Primera inmersión de un batiscafo sin tripulantes, llegando hasta una profundidad de 1.080 m	Se inicia la investigación del fondo submarino
Nautilus 1954	Entra en funcionamiento el Nautilus como primer submarino de propulsión nuclear	En 1958 realiza una travesía por debajo del casco polar
Tritón 1960	El Tritón realiza la primera vuelta al mundo por debajo del agua navegando sumergido durante 84 días	Submarinos con gran autonomía y radio de acción
Batiscafo Trieste 1960	Alcanza la máxima profundidad sumergiéndose hasta 10.916 m.	Gran ampliación de las posibilidades de conocimiento e investigación del fondo submarino
Batiscafos MIR-1 y MIR-2 2.007	Se posan en el fondo marino bajo el Polo Norte a 4.261 m de profundidad	Investigaciones científicas geológicas para demostrar que el lecho marino de una zona del Polo Norte pertenece a Rusia.

Rojo: Acontecimientos científicos o tecnológicos

Verde: Acontecimientos sociales

Azul oscuro: Tipos de submarinos

Azul claro: Tipos de batiscafos

¿Crees que el submarino de Peral fue algo que surgió aisladamente?

¿Qué factores crees que ayudaron a que Peral ideara y llevara a cabo la construcción del submarino?

¿Cuáles fueron los problemas más importantes que hubo que superar en los diversos intentos de construcción de submarinos a lo largo de la historia?

¿Encuentras alguna relación entre la historia y evolución del submarino con el método científico?

¿Qué relaciones encuentras entre Arquímedes, Volta, Napoleón, Julio Verne y Peral?

A-6.1. El medioambiente y la ciencia sostenible

- Busca información sobre:
 - La utilidad de submarinos y batíscafos en la investigación científica submarina
 - Las distintas aplicaciones bélicas o pacíficas que se puede dar a un mismo instrumento como el sonar y el radar

A-6.2. Ciencia, tecnología y sociedad

- Lee los siguientes fragmentos de textos sobre el submarino de Peral que nos servirán de base para un análisis y debate posterior sobre la promoción desarrollo y abandono de este proyecto

El primer submarino militar completamente útil fue el construido por el ingeniero, marino y profesor, Isaac Peral y Caballero para la Armada Española, prototipo que iba a ser usado en la Guerra Hispano-Estadounidense.

Se botó el 8 de septiembre de 1888 pero la armada española terminó cancelando el proyecto como consecuencia de las controversias políticas de la época.....

Según declaró el almirante norteamericano Dewey: "Si España hubiera tenido solo dos submarinos como el de Peral en La Habana, yo no hubiera podido realizar el bloqueo que mantuve...Tal vez Cuba sería todavía posesión hispana, si España hubiera sabido aprovechar el gran adelanto que le aseguraban los trabajos de Peral y prever el gran papel que podían desempeñar los submarinos en la defensa de sus colonias".....

Echegaray, Premio Nóbel, dramaturgo, ingeniero, matemático y político, escribió las siguientes palabras: "El señor Peral ha hecho algo útil para la ciencia y para España, la Historia le hará justicia y todos, inventor, jueces y público tendrán que comparecer ante ella".

La construcción de este torpedero supuso un gran avance en el desarrollo de la navegación submarina. Algunos países extranjeros como Inglaterra estuvieron muy interesados en su diseño y funcionamiento, sin embargo el gobierno español desestimó finalmente la viabilidad del proyecto.

El submarino se desarmó y quedó arrumbado en el puerto de Cádiz. Posteriormente en 1930 fue remolcado a Cartagena

- Realización de un pequeño debate, con los portavoces de los alumnos agrupados de la misma forma en la que hayan trabajado anteriormente en la búsqueda de información
- Con las conclusiones que hayas obtenido en el debate anterior, realiza un esquema conceptual con todos los factores (científico-tecnológicos, y sociales) que crees que influyeron en la realización del proyecto, en su abandono y en las repercusiones que habría tenido si se hubiese utilizado finalmente
- Continuamos con el debate anterior pero generalizando a las interrelaciones que en todos los casos se dan entre ciencia, tecnología y sociedad
- Realización de un esquema conceptual sobre las conclusiones obtenidas

A-6.3. Valoración de la obra de Isaac Peral

- Basándonos en toda la información y análisis realizados hasta ahora y en el cuadro cronológico de la actividad 1.4 realizaremos un debate general para hacer una recapitulación final en la que se valore la obra de Isaac Peral por su contribución a la historia tecnocientífica de nuestro país, y a nuestra cultura tecnológica
- Realiza un esquema conceptual en el que relaciones los fundamentos científicos y tecnológicos del submarino de Peral , así como las interacciones sociales del mismo

A-6.5. Prueba escrita

1.- Para investigar el relieve de los fondos marinos se sumerge un pequeño submarino de 5 toneladas y 40 m^3 y llega hasta una profundidad de 150 m. Sabiendo que la densidad del agua en ese lugar es de 1,2 g/l, calcula:

- a) La presión a la que estará sometido debido al agua del mar
- b) El empuje que recibirá y el peso que tendrá sumergido
- c) La fuerza de resistencia que presentará el material de su casco por m^2

2.- Deduce razonablemente:

- Por qué flota mejor un objeto en agua salada que en agua dulce
- Por qué flota un trozo de corcho de 2 kg y se hunde uno de acero de 200 g
- Por qué flotan los barcos si están hechos de acero
- Por qué a veces los barcos se hunden
- Cuales son los problemas técnicos más importantes que se tienen que superar para conseguir que funcione un submarino

3.- Explica:

- Cuales son las fuentes de energía que se utilizan normalmente en los submarinos
- Cuales son las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas
- Por qué no se utilizan motores de combustión

4.- Indica mediante qué tipo de reacciones químicas se obtenía la energía y se eliminaba el dióxido de carbono en el submarino de Peral.

5.- Opina argumentadamente:

- Si crees que Peral trabajaba aplicando métodos científicos
- Si su invento fue un hecho aislado consecuencia única de su gran ingenio
- Si crees que el desarrollo de la ciencia y la tecnología han sido útiles o perjudiciales para la humanidad
- Qué relación puede existir entre Arquímedes, Volta, Napoleón, Julio Verne, Isaac Peral y Fernando Alonso

A-6.6. Encuesta para la evaluación del proceso

- El desarrollo de esta U.D te ha parecido:
Interesante Aburrido Indiferente
- ¿Has modificado tus conceptos sobre los temas tratados?
Si No
- ¿Crees que los temas tratados te pueden resultar útiles?
Si No
- Su desarrollo te ha parecido: Lento Normal Rápido
- ¿Te ha resultado interesante el deducir las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad? Si No
- Esto te ha ayudado a entender la Física y Química:
Mejor Peor Igual

7. Esto te ha ayudado a conocer algo relacionado con nuestra Comunidad Autónoma: Mejor Peor Igual
8. ¿Te gustaría que las demás U.D de la programación se trabajasen con el mismo enfoque CTS que esta?: Si No
9. ¿Qué es lo que más te ha gustado del desarrollo de esta U.D?
10. ¿Qué es lo que menos te ha gustado del desarrollo de esta U.D?
11. ¿Qué contenidos crees que habría que eliminar de esta U.D?
12. ¿Qué contenidos crees que habría que trabajar más?

