**Apéndice 1**

**Casos empleados para ilustrar diferentes secuencias didácticas de Física y Química**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **CASO A**  **Los líquidos ejercen presión**  Conectar dos tubos de vidrio o dos tubitos transparentes para beber refrescos, de 15 cm de largo, mediante un tubo de goma y montarlos sobre un tablero vertical, como indica la figura. Poner agua coloreada en los tubos hasta una altura de 6 u 8 cm. El conjunto constituye un medidor de presión o manómetro. Extender sobre la boca de un embudo pequeño un rectangulito de papel de celofán o de film plástico adherente para envolver, atada con una gomita elástica, de modo que el film quede tenso. Unir el embudo al manómetro mediante un tubo de goma o de plástico de unos 30 cm.     * Sumerge ahora el embudo en un vaso largo con agua, observando lo que ocurre en el manómetro. Compara lo que sucede en el manómetro cuando lo sumerges o cuando lo dejas en la superficie. ¿A qué crees que se debe la diferencia? * Realiza ahora la experiencia sumergiendo el embudo a distintas profundidades, comprobando qué sucede. ¿Qué diferencias observas? ¿A qué crees que se deben estas diferencias? Anota todo en tu cuaderno. * Utilizaremos ahora una botella de plástico grande, en vez de un vaso para evitar que el agua se salga (puede valer una de refresco de 2 L. Utiliza una regla para medir el desnivel de agua en el manómetro y otra para medir la profundidad a la que sumerges el embudo. * Completa una tabla de datos como ésta:  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Profundidad (cm) | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | | Desnivel en el manómetro (cm) |  |  |  |  |  |  |  * Realiza una representación gráfica con desnivel en ordenadas y la profundidad en abscisas. ¿Qué gráfico resulta?   Introducir ahora el dispositivo construido en una palangana grande con agua. Manteniendo la misma profundidad del embudo, cambia ahora su orientación situándolo de distintas formas: vertical bocabajo, bocarriba, horizontal, inclinado….   * Anota en tu cuaderno tus observaciones e indica qué le ocurre a la presión medida. ¿Qué conclusiones extraes? * Construye ahora un aparato similar pero empleando otro líquido, por ejemplo aceite. Anota de nuevo tus observaciones en el cuaderno. * Realiza un resumen de las conclusiones obtenidas a lo largo de esta experiencia. | **CASO B**  **El comportamiento de cuerpos sumergidos**  Vamos a estudiar qué ocurre cuando sumergimos un cuerpo en un líquido. Frecuentemente habrás realizado experiencias en las que esto sucede y habrás comprobado qué efectos se produce. Es importante que recojas ordenadamente en tu cuaderno todas las reflexiones argumentos y datos que vayas aportando.   * Analiza experiencias de la vida diaria en los que hayas sumergido un cuerpo en agua e indica qué le ocurre al nivel del agua al introducir o sacar el cuerpo. * Señala de qué crees que depende que el agua suba más o menos en un vaso cuando se sumerge objetos, como monedas, canicas, etc.   Vamos a hacer algunas experiencias para comprobar si las ideas que has formuladas son o no adecuadas:   * Te proponemos que sumerjas en agua dos bolas iguales, una de aluminio y otra de acero. Antes que ello te pedimos que las peses e indicas qué va a suceder en un caso y en otro.      * Realiza la experiencia anotando los resultados. Señala en qué medida se cumplen tus predicciones. ¿Podrías dar algún argumento para explicarlo? * Compara tus predicciones y los resultados obtenidos con los de otros compañeros. ¿Todos pensáis del mismo modo o hacíais predicciones distintas? * Busca en un libro o pregunta al profesor por qué sucede esto.   Realizaremos ahora otra experiencia, como es sumergir dos bolas del mismo peso y distinto tamaño. Evidentemente, para hacer esto necesitamos emplear bolas de distintos materiales.   * Antes debes de predecir qué va a suceder, empleando para ello la idea que traías y la nueva que ha surgido de la experiencia anterior. Comprueba luego qué ocurre.      * Compara la idea que traías con la que tienes ahora: ¿ha variado? Argumenta por qué. * Utiliza la nueva idea construida para explicar algunos fenómenos como: a) por qué sube el nivel de agua al introducirte en una bañera, b) por qué es peligroso del deshielo por calentamiento global…. |
| **CASO C**  **¿Cuánto pesa esta manzana?**  (Esta actividad se puede plantear o bien antes de estudiar la ley de Hooke o bien después).  *Planteamiento del problema*  Debes idear algún procedimiento para realizar esta medida sin usar ninguna báscula ni balanza. Dispones solo de un muelle elástico, hilos, alambre, una colección de abundantes monedas y acceso a Internet.  Problema  Hipótesis  Diseño experimental  Análisis de resultados  Conclusiones  *Formulación de hipótesis*   * Realiza alguna estimación previa acerca de cuánto puede pesar aproximadamente la manzana. * ¿De qué factores crees que depende el estiramiento de un muelle? Según esto, si colgamos distintas pesas, ¿qué le ocurre al muelle? Imagina cómo podría utilizarse esta idea para fabricar una báscula. ¿Qué datos necesitarías en función del material del que dispones. * Indica, a modo de hipótesis, qué ecuación podría emplearse para relacionar fuerza (F) y alargamiento de muelle (x).   *Búsqueda de información bibliográfica*   * ¿A dónde podríamos recurrir para saber cuánto pesan las monedas? Si lo supiéramos, ¿podríamos construir con el muelle una báscula? ¿Cómo? * Realiza una búsqueda de información para obtener aquella que has señalado que necesitas.   (Se puede permitir que los alumnos busquen dicha información o también podemos proporcionar alguna web como la siguiente:  <http://www.ieslaasuncion.org/fisicaquimica/eleuro.htm>)  *Diseño y realización de experimentos*   * Diseña algún experimento para comprobar cómo varía el estiramiento del muelle al aumentar el peso que se cuelga de él. Completa una tabla de resultados. * Realiza la experiencia. Indica qué monedas te serían más útiles para hacer las pesadas de aquellas que dispones. Realiza la pesada y los cálculos que estimes oportunos.   *Análisis de resultados*   * Realiza una representación gráfica para representar mediante puntos los datos de la tabla.   *Emisión de conclusiones*   * Calcula, a partir de esta gráfica, el peso de la manzana. * Indica en qué medida se cumplen las hipótesis iniciales. * ¿Crees que serviría el estudio planteado para medir el peso de tu mochila? ¿Qué necesitarías? | **CASO D ¿Qué cinta adhesiva comprarías?**  Habitualmente compramos cosas movidos por la publicidad y no analizamos críticamente las cualidades de lo que compramos. Realizaremos una investigación científica a continuación para decidir por qué marca de cinta adhesiva te inclinarías entre las que te proporcionará el profesor. Trabajarás en grupo de tres.   * Analiza qué criterios utilizarías para decidir con qué cinta adhesiva te gustaría quedarte. ¿Qué factores serían para ti los determinantes? Seleccionar varios, a ser posible, pero seleccionando solo las que verdaderamente consideréis significativas. Argumentar aquellas que rechacéis.   (Es probable que surjan algunas como: precio, resistencia, poder de adhesión, longitud del rollo….)  Empezaremos por la capacidad adhesiva.   * Diseña una experiencia para comparar la capacidad adhesiva de las distintas marcas proporcionadas. * Realiza la experiencia anotando resultados. (no debemos proporcionar el diseño, a menos que sean incapaces de elaborar uno) * Compara los resultados obtenidos.     Seguiremos con la resistencia mecánica a la tracción.   * Diseña una experiencia para comparar la resistencia de las distintas marcas proporcionadas. * Realiza la experiencia anotando resultados. * Compara los resultados obtenidos.      * Indaga ahora acerca del precio de las distintas marcas y de la longitud del rollo.   Reuniremos ahora todos los datos para tomar una decisión.   * Elabora un cuadro comparativo para las distintas variables valoradas para las distintas marcas. Elabora algún criterio general que sopese conjuntamente los distintos factores considerados. Toma a partir de ellos una decisión: ¿qué cinta adhesiva comprarías? * Contrasta tu decisión con los otros grupos argumentando el poder de vuestra decisión. |

**Casos empleados para ilustrar diferentes secuencias didácticas de Biología y Geología.**

|  |  |
| --- | --- |
| **CASO A**  **Población de levaduras**  Para reconocer el gas que se produce por la solución de azúcar que contiene levadura, coloque tubos con soluciones de azúcar o miel y otro con agua para control. Agregue un cuarto de pan de levadura del comercio en cada tubo. Compare los resultados. Coloque un tapón monohoradado con un tubo que vaya de la solución azucarada hasta un vaso de cal filtrada. ¿Qué sucede? ¿qué observas?. Compara lo que sucede con el tubo control. ¿Qué son las burbujas que se desprende de la solución azucarada. (Al enturbiarse el agua de cal detectará la presencia de dióxido de carbono).  Las levaduras se reproducen asexualmente mediante un proceso que se conoce con el nombre de “yemación”. Coloque una gota de la solución azúcar-levadura sobre un portaobjeto y protéjalo con un cubre. Examine el preparado con un objetivo de fuerte aumento. Observe las células con protuberancias o brotes.   * Realiza ahora una experiencia para calcular el crecimiento de una población de levaduras. Toma un grano (0.06 g) de levadura e iniciar un nuevo cultivo diariamente, durante 10 días, tomando un grano cada día. Al décimo día toma muestra de cada cultivo y se cuentan con el microscopio. Diluya la muestra si es necesario pero debes de tenerlo en cuenta para el cálculo para saber el valor real. ¿Qué diferencias observas? ¿A qué crees que se deben estas diferencias? Anota todo en tu cuaderno. * Promedie los datos obtenidos del estudio de crecimiento de las poblaciones al cabo de 10 días. * Realiza una representación gráfica con los datos obtenidos de los cultivos. El tiempo será la variable independiente y la población la variable dependiente. ¿Qué gráfico resulta? * Compara estos resultados con el crecimiento de la población humana (gráfico que se muestra a continuación).      * Anota en tu cuaderno tus observaciones e indica qué le ocurre a las distintas gráficas. ¿Qué conclusiones extraes? * Realiza un resumen de las conclusiones obtenidas a lo largo de esta experiencia. | **CASO B**  **El sistema Sol-Tierra**  Vamos a estudiar a qué se debe las estaciones que se producen en la Tierra.  Para ello comenzamos con un cuestionario previo:   * Explica con un dibujo donde impliques a la Tierra y al Sol, por qué suceden las estaciones. * Analiza experiencias de la vida diaria que formalice lo expuesto anteriormente. * Señala de qué crees que depende para que en un lugar de la Tierra sea verano o invierno.   Es importante que recojas ordenadamente en tu cuaderno todas las reflexiones argumentos y datos que vayas aportando.  Vamos a hacer algunas experiencias para comprobar si las ideas que has formuladas son o no adecuadas:   * ¿Qué forma tiene la órbita que describe la Tierra alrededor del Sol? Te proponemos que represente con un dibujo la trayectoria de la Tierra en su movimiento de translación alrededor del Sol, reflejando el invierno y el verano * Si os digo que la distancia mayor a la que se encuentra el Sol de la Tierra es de 152.095.000 Km. Afelio, y la más corta 147.265.000 Km., Perihelio, ¿hay mucha diferencia entre ellas?. ¿Cómo quedaría ahora la órbita que describe la Tierra alrededor del Sol? ¿Podrías dar algún argumento para explicarlo? * Si el Perihelio se produce ente el 2 y el 5 de enero (según los años) y el Afelio entre el 3 y 7 de julio ¿dónde situarías ahora la estación de invierno y la estación de verano? * Cuando en el hemisferio norte es verano ¿qué estación es en el hemisferio sur? * Compara tus predicciones y los resultados obtenidos con los de otros compañeros. ¿Todos pensáis del mismo modo o hacíais predicciones distintas? * Si la distancia no es un factor que afecte ¿a qué crees que puede ser debido? Busca información en libros o internet. Si aun así no queda aclarado el profesor puede explicar la incidencia de los rayos sobre la superficie curva de la Tierra. Por ejemplo, podemos emplear una linterna cuya luz incida frontalmente o de forma oblicua sobre una superficie para comprobar el efecto de la inclinación en la intensidad de la radiación incidente. * Realizar un experimento para mostrar cómo la temperatura que alcanza una superficie metálica depende de la orientación. Cogemos dos placas de aluminio del mismo tamaño y color. Situamos un termómetro en el interior de cada una y las exponemos al sol con una orientación distinta. ¿Cuál alcanza mayor temperatura al cabo de 5 minutos? Puedes explicar en qué te basas. Realiza algún dibujo para explicarlo. * Uso de programas de simulación que ayuden a visualizar y entender el fenómeno, sobre todo en conexión con el papel que tiene el eje terrestre y la curvatura de la superficie terrestre.   Realizaremos otras actividades para ver si se ha asimilado la nueva información:   * Utiliza la nueva idea construida para explicar qué ocurre en el otoño y en la primavera. * ¿Por qué en los polos hay 6 meses de día y 6 meses de noche?   Por último,   * Compara la idea que traías con la que tienes ahora: ¿ha variado? Argumenta por qué. |
| **CASO C ¿Qué factores son imprescindibles en la germinación de una semilla?**  *Planteamiento del problema*   * Una semilla es una estructura a partir de la cual, podemos obtener una planta, pero ¿toda semilla es capaz de transformarse en planta, también las que habitualmente nos sirven para alimentarnos y que nos venden en los supermercados? * Para que una semilla se transforme en planta es necesario que germine en condiciones adecuadas. Qué sería más adecuado un vaso de agua, la tierra o un algodón húmedo. Un lugar oscuro o un lugar iluminado por el sol. * De estos elementos: aire, tierra, agua, luz y calor ¿Cuáles son imprescindibles y cuáles no?   *Formulación de hipótesis*   * ¿De qué factores crees que depende la germinación de una semilla? Según esto, si plantamos distintas semillas en diferentes condiciones ¿qué le ocurre a las semillas? Imagina cómo podría utilizarse esta idea para diseñar el mejor protocolo de germinación. ¿Qué elementos necesitarías para que las semillas germinen de manera óptima? * Indica, a modo de hipótesis, cuál o cuáles serían los factores imprescindibles para que una semilla germine.   *Búsqueda de información bibliográfica*   * ¿A dónde podríamos recurrir para saber cuánto afecta el sol, tierra y temperatura a la semilla? * Realiza una búsqueda de información para obtener aquella que has señalado que necesitas.   (Se puede permitir que los alumnos busquen dicha información o también podemos proporcionan alguna web como la siguiente:  <http://www.elergonomista.com/fisiologiavegetal/crecimiento.htm>)  *Diseño y realización de experimentos*   * Cómo llevarías a cabo un experimento para demostrar la influencia de la luz, la influencia de la tierra o de una temperatura adecuada en la germinación. * Realiza la experiencia. Indica cómo vas a combinar los elementos a demostrar, cuánto tiempo dejarías en marcha el experimento, ¿harías replicados del mismo?, ¿qué semillas utilizarías? ¿semillas de diferentes especies? ¿diferente? ¿cuántas?. Realiza la germinación y anota los resultados obtenidos.   *Análisis de resultados*   * Representa en una tabla los resultados obtenidos anotando claramente si se ha producido o no germinación. Analiza los resultados.   *Emisión de conclusiones*   * Con los resultados obtenidos ¿qué conclusiones podrías formular? * Indica en qué medida se cumplen las hipótesis iniciales. * ¿Crees que serviría el estudio planteado para calcular el poder germinativo de las diferentes especies de semillas? | **CASO D ¿Qué jabón es el mejor?**  Habitualmente compramos cosas movidos por la publicidad y no analizamos críticamente las cualidades de lo que compramos. Realizaremos una investigación científica a continuación para decidir por qué marca de jabón te inclinarías entre las que te proporcionará el profesor. Trabajarás en grupo de tres.   * Analiza qué criterios utilizarías para decidir con qué jabón te gustaría quedarte. ¿Qué factores serían para ti los determinantes? Seleccionar varios, a ser posible, pero seleccionando sólo los que verdaderamente consideréis significativas. Argumentar aquellas que rechacéis.   (Es probable que surjan algunas como: precio, poder limpiador, atractivo, etc.)  Empezaremos por el poder limpiador.   * Diseña una experiencia para comparar el poder limpiador de las distintas marcas proporcionadas. * Realiza la experiencia anotando resultados. (No debemos proporcionar el diseño, a menos que sean incapaces de elaborar uno)      * Compara los resultados obtenidos. (Pueden anotarlos en una tabla como ésta?     Seguiremos con la cualidad atractivo del jabón.   * ¿Qué es lo que hace que un jabón sea agradable de usar? Diseña una experiencia para comparar las características de las distintas marcas proporcionadas. * Realiza la experiencia anotando resultados. * Compara los resultados obtenidos.   También podrías comprobar la cantidad de jabón que se consume.   * Trata de pensar en una manera imparcial de calcular cuántas lavadas de manos da en total cada jabón.   Finalizamos con el coste del jabón   * Indaga ahora acerca del precio de las distintas marcas y del peso de cada jabón.   Reuniremos ahora todos los datos para tomar una decisión.   * Elabora un cuadro comparativo para las distintas variables valoradas para las distintas marcas. Elabora algún criterio general que sopese conjuntamente los distintos factores considerados. Toma a partir de ellos una decisión: ¿qué jabón comprarías? * Contrasta tu decisión con los otros grupos argumentando el poder de vuestra decisión. |

**Apéndice 2.** Criterios elegidos para elaborar las secuencias didácticas objeto de análisis por parte del alumnado.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Secuencia** | **Estrategia de referencia** | **Fases en las que se formulan las preguntas** | **Papel asignado a las ideas iniciales del alumnado** | **Grado de apertura de la tarea** | **Qué tipo de contenido predomina** | **Visión de la ciencia que se ofrece** | **Contextualización de la situación planteada** |
| **A** | Por descubrimiento | Se proponen actividades y las preguntas se plantean a posteriori. | No se tienen en cuenta, al menos de forma explícita. | Cerradas. Se considera inequívoca la respuesta que han de descubrir el alumnado. | Procedimental. Enfoque disciplinar. | La ciencia como proceso empírico e inductivo dirigido a descubrir verdades objetivas. | Académica. |
| **B** | Cambio conceptual | Se presentan preguntas desde el principio a través de cuestionarios previos. También a lo largo de la secuencia y al final. | Juegan un papel central. La finalidad de la secuencia se orienta a detectarlas y cambiarlas mediante conflicto cognitivo. | Cerrada. Se considera que las ideas iniciales son equivocadas, mientras son correctas las nuevas a enseñar. | Conceptual. Enfoque disciplinar. | La ciencia como objeto de refutación empírica. El papel de observación en los cambios en las teorías. Visión solo parcialmente dinámica de la ciencia. | Académica. |
| **C** | Investigación en torno a problemas disciplinares con limitado grado de apertura | Hay una pregunta como organizador previo de la secuencia. Se plantean preguntas a lo largo de toda la actividad. | Las ideas previas son útiles para que los alumnos den sentido al problema, formulen hipótesis y orienten todo el proceso de indagación. | El problema viene dado y el enfoque a seguir es prácticamente único. No obstante, el diseño ha de ser propuesto por el estudiante, pudiendo existir algunas variaciones en los criterios y detalles a considerar. | Procedimental dirigida a la construcción de conceptos y modelos. Enfoque disciplinar. | Ciencia orientada a la resolución de problemas mediante el uso de la metodología científica. | Académica pero con objetos de la vida diaria. |
| **D** | Investigación en torno a un problemas abierto con orientación CTS | Hay una pregunta como organizador previo de la secuencia. Se plantean preguntas a lo largo de toda la actividad. | Las ideas previas son útiles para que los alumnos den sentido al problema, formulen hipótesis y orienten todo el proceso de indagación. | El problema se plantea de forma difusa, de manera que el alumnado ha de concretarlo, y existen diversas soluciones para el mismo. | Procedimental y actitudinal. Enfoque interdisciplinar/ transversal. | Ciencia orientada a la resolución de problemas abiertos de interés práctico para la vida diaria. | Vida diaria y toma de decisiones. |

**Apéndice 3**

**Guión de análisis para los cuatro casos.**

|  |  |
| --- | --- |
| 1.- Establecer a primera vista, a grandes rasgos, que tienen en común y qué diferencias existen entre los cuatro diseños. | |
| 2.- Utilizar ahora los siguientes criterios para caracterizar cada secuencia: | |
|  | a) ¿Tiene un planteamiento activo por parte del alumno?  b) ¿Qué grado de iniciativa y creatividad demanda de los alumnos cada una de las tareas planteadas en la secuencia?  c) ¿Plantea preguntas iniciales, al final o, no hay preguntas? Señala también tu opinión acerca de qué es mejor de las tres cosas.  d) ¿Se tienen en cuenta las concepciones que pueden traer los alumnos sobre el fenómeno implicado? ¿En qué sentido? ¿Se tratan de concepciones alternativas contradictorias con el punto de vista científico o se trata de retomar y reforzar ideas adecuadas que ya trae inicialmente?  e) ¿Se plantea la secuencia como una forma de romper con las concepciones alternativas iniciales a través de situaciones de conflicto conceptual?  f) ¿Qué énfasis parece que se pone en la actividad en el desarrollo de estrategias, habilidades y destrezas relacionadas con los procesos de investigación científica?  g) ¿En qué medida la secuencia contribuye a elaborar una imagen adecuada acerca de la naturaleza de la ciencia, según se entiende hoy? ¿Por qué?  h) La forma en que se presenta las tareas planteadas y el aprendizaje que proporciona la secuencias: ¿presenta situaciones cotidianas de la vida diaria? ¿Plantea un tema de interés para el desarrollo de la competencia ciudadana y la capacidad del individuo para desenvolverse en la vida diaria?  i) Contenidos transversales o interdisciplinares  j) Justifica qué contenidos de ciencias se ven implicados en la secuencia y en qué tema del currículum escolar incluirías la misma. ¿Ves una relación clara entre sus contenidos y los habituales del currículum de ciencias? |
| 3.- ¿Deseas ahora, después de este análisis realizado, revisar tu respuesta a la pregunta 1? | |