

# Aproximación al estudio de las estrategias didácticas en ciencias experimentales en formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: descripción de una experiencia

Natalia Jiménez-Tenorio<sup>1</sup>, José María Oliva<sup>2</sup>

Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz (España).

<sup>1</sup>[natalia.jimenez@uca.es](mailto:natalia.jimenez@uca.es), <sup>2</sup>[josemaria.oliva@uca.es](mailto:josemaria.oliva@uca.es)

[Recibido en mayo de 2015, aceptado en octubre de 2015]

Se fundamenta y describe una actividad orientada a la formación inicial de profesores de secundaria de especialidades de ciencias experimentales. La actividad está planteada como intento de aproximación al estudio de distintas estrategias didácticas, más o menos insertas dentro del marco socio-constructivista: “aprendizaje por descubrimiento”, “cambio conceptual”, “enseñanza por investigación entorno a problemas” y “enfoques CTS”. La actividad incluye una serie de estudios de caso (cuatro en total, uno para cada estrategia analizada) consistente en supuestos de secuencias de actividades dirigidas a alumnos de educación secundaria obligatoria. Acompañando a los cuatro casos se proporciona un guión de análisis consistente en una serie de preguntas que los alumnos tienen que responder, como forma de orientar el trabajo y de articular el desarrollo de la actividad en su conjunto. La actividad fue ensayada con grupos de alumnos del MAES (Máster de Educación Secundaria) de especialidades de “Física y Química” y de “Biología y geología”, y sus resultados expuestos en otro estudio publicado en paralelo a éste.

**Palabras claves:** enseñanza de las ciencias; estrategias didácticas; formación del profesorado de educación secundaria; recursos en formación docente; secuencias didácticas.

## Approach to the study of didactic strategies in experimental sciences in initial training of secondary school teachers: description of an experience

An activity geared towards the initial training of secondary school teachers specializing in experimental sciences is described in this paper. The activity is conceived as an attempt to approach the study of different didactical strategies of a constructivist frame which included a number of case studies, four in all: "discovery learning", "conceptual change", "research teaching by setting problems" and "approaches CTS". Each of the strategies consisted of sequences of activities aimed at students in compulsory secondary education. Guides notes of analysis accompanied the four cases. These guides were a series of questions that students had to answer. In this manner the work of the students was oriented and the whole activity was developed. The activity was carried out with groups of MAES students specializing in "Physics and Chemistry" and "Biology and Geology" and their results were reported in another study published in parallel to it.

**Keywords:** science teaching; didactics strategies; training of secondary school teachers; resource for teachers; didactic sequence.

**Para citar este artículo:** Jiménez-Tenorio, N. y Oliva, J.M<sup>a</sup> (2016). Aproximación al estudio de las estrategias didácticas en ciencias experimentales en formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: descripción de una experiencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (1), 121-136. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/18018>

## Introducción

La implantación del Máster de Educación Secundaria (MAES) durante el curso 2009-2010 supuso un punto de inflexión en la formación inicial del profesorado de educación secundaria en España. Desde entonces, como ya fue apuntado en estas mismas páginas de la revista, “se han llevado a cabo muchas experiencias e innovaciones de todo tipo, se han realizado numerosas investigaciones... y ha aumentado mucho la literatura sobre el tema” (Pontes, García-Molina y Oliva, 2013; p. 493).

Durante este tiempo, en los foros y publicaciones al uso se han abordado numerosos aspectos, como el de las concepciones del profesorado, las competencias profesionales, los modelos formativos o los recursos para la formación (Rivero, Martínez-Aznar, Pontes y Oliva, 2014). No obstante, se constatan muy pocas publicaciones realizadas para difundir y evaluar tareas o actividades concretas dirigidas a la formación docente, a pesar de la importancia de este tipo de instrumentos para promover una implicación activa del docente en su formación. El tema es de suma importancia, por cuanto carecer de actividades apropiadas para movilizar la participación activa de los futuros profesores en su formación, podría conducir a estrategias formativas de tipo expositivo muy alejadas de planteamientos constructivistas.

Particularmente, nos parece importante disponer de tareas formativas dirigidas a abordar el tema de las estrategias didácticas en la educación científica, un punto crucial a la hora de ilustrar propuestas didácticas innovadoras que se derivan de los modelos de enseñanza al uso. En este artículo se presenta una tarea concreta dirigida a tal fin, al objeto de estudiar distintas estrategias didácticas que se derivan del marco constructivista de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Aunque el objeto de este trabajo es solamente justificar y presentar la actividad, ésta fue posteriormente implementada en el aula de formación con una muestra de futuros profesores de educación secundaria de especialidades de ciencias experimentales, lo que sirvió de ocasión para recoger datos sobre el desempeño mostrado por los participantes a lo largo de la misma, los cuales serán objeto de análisis en futuros estudios.

## Marco teórico

Los fundamentos de este trabajo se sitúan dentro del marco socio-constructivista, tanto en lo que respecta al modelo de formación del profesorado sobre el que se sustenta, como al modelo de enseñanza que se postula para la educación científica. Ello conlleva, por un lado, la adhesión a dicho marco educativo, y por otro, la necesidad de asumir un isomorfismo entre las metodologías y estrategias de enseñanza de las ciencias a emplear con niños y adolescentes y las dirigidas a la formación de sus profesores (Azcárate, Cuesta, Navarrete y Cardenoso, 1994). En este sentido, conviene tener presentes la necesidad de superar aquellos enfoques de formación que se limitan a transmitir principios educativos o a dar a conocer modelos ideales (Porlán y Rivero, 1998; Astudillo, Rivasosa y Ortiz, 2011). Dicha superación exige el establecimiento de puentes entre las concepciones y prácticas de los docentes y las que se proponen desde la formación (Perrenoud, 2007), para lo que será preciso contar con enfoques reflexivos sobre la naturaleza de los procesos educativos y los problemas de la enseñanza y las prácticas docentes (Schön, 1992; Hewson, 1993; Abell, Bryan y Anderson, 1998), en línea con trabajos como el de García-Carmona (2013) o el de Godoy, Segarra y Di Mauro (2014).

En este sentido, uno de los elementos claves de la formación docente es la construcción de alternativas al modelo tradicional de enseñanza de las ciencias, lo que sugiere la necesidad de un abordaje explícito en la formación de las estrategias didácticas que se proponen hoy para la educación científica desde la investigación en didáctica de las ciencias. Como señalan Martín-Gámez, Prieto y Jiménez (2015), la formación inicial del profesorado debe aportar ocasiones para que los futuros docentes experimenten distintas alternativas existentes a la enseñanza tradicional y reflexionen acerca de ellas, tomando consciencia de la variedad de actividades que se pueden utilizar en el aula de ciencias y la riqueza de oportunidades de aprendizaje que algunas de ellas pueden brindar.

Es por ello por lo que consideramos el contenido de las estrategias y secuencias didácticas un lugar privilegiado desde el que promover la reflexión del profesorado en formación, ya sea desde planteamientos analíticos y críticos a través de estudios de caso ya dados, como se hace en este artículo, o a través de las producciones propias de los docentes en formación cuando

han de elaborar tales secuencias, como lo han planteado otros autores (Astudillo, Rivarosa y Ortiz, 2011, 2014).

Son diversos los enfoques y estrategias que se han discutido y evaluado a la hora de concretar los grandes marcos actuales de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, entre ellos el marco constructivista. Así, Gil (1986) identificaba algunas tendencias renovadoras surgidas en la enseñanza de las ciencias en el último tercio del siglo pasado, como intentos de superar la enseñanza transmisiva tradicional. Entre ellos, situaba la enseñanza por descubrimiento autónomo, la enseñanza concebida como cambio conceptual y los enfoques de enseñanza-aprendizaje por investigación. Años más tarde, dicho autor y colaboradores (Gil, Macedo, Martínez, Sifredo, Valdés y Vilches, 2005) contemplaban además, dentro de este último enfoque, la posibilidad de atribuir connotaciones CTS (Ciencia, Tecnología, Sociedad) si los problemas abordados eran contextualizados en la vida cotidiana o a partir de asuntos tecnocientíficos y sociales. En realidad la perspectiva CTS de la enseñanza de las ciencias no supone una estrategia en sí misma, sino toda una filosofía bajo la que entender la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en contextos formales o también no reglados. No obstante, como sugiere Galagovsky (2004), existe una conexión estrecha entre el constructivismo y las líneas CTS, por cuanto hacen fuerte hincapié en la necesidad de vincular temáticas científicas abstractas a situaciones de aplicaciones concretas y accesibles a la realidad circundante de los diferentes alumnos. De ahí que, en el fondo, podamos incluir también las orientaciones CTS como propuestas metodológicas para la enseñanza de las ciencias, y de ahí también que se hable de un enfoque CTS para la enseñanza de las ciencias.

Por su parte, Membiela (1995) se pronuncia al respecto en los siguientes términos:

“No se puede señalar ninguna estrategia de enseñanza como exclusiva del enfoque CTS, aunque sí se puede decir que es mayor la variedad de métodos de enseñanza empleados en CTS que el utilizado en otros tipos de enseñanza... y, entre ellos, pueden mencionarse el trabajo en pequeños grupos, el aprendizaje cooperativo, las discusiones centradas en los estudiantes, la resolución de problemas, las simulaciones y los juegos de roles, la toma de decisiones, y el debate y las controversias” (Membiela, 1995, p. 9).

Según esto, gran parte de los rasgos metodológicos del movimiento CTS se mueven muy próximos a las perspectivas constructivistas, sobre todo en lo relacionado con seguir enfoques por resolución de problemas, partir de intereses y concepciones de los alumnos ante su toma de decisiones y la resolución de controversias, o el fomento del trabajo cooperativo. De ahí que consideremos compatible este enfoque con las estrategias de cambio conceptual y las de investigación en torno a problemas.

Además, Campanario y Moyá (1999) revisaron distintas tendencias y enfoques en la enseñanza de las ciencias, situando entre ellas la enseñanza por descubrimiento, la enseñanza basada en problemas, los enfoques de cambio conceptual y el aprendizaje por investigación dirigida.

Más adelante, Oliva (2007), por un lado, y Vilches, Benarroch, Carrillo, Cervantes, Fernández-González y Perales, (2014), por otro, delimitaron tres enfoques a la hora de implementar el marco constructivista: el enfoque de cambio conceptual, la enseñanza por investigación en torno a problemas y el enfoque CTS, este último con un estatus de enfoque o estrategia con perfil propio, y no sólo como una dimensión particular a contemplar dentro de otras estrategias.

A nuestro modo de ver, aunque existen otros muchos planteamientos didácticos, una clasificación sencilla, como ésta última, puede ser suficiente, en primera aproximación, para una fase de formación inicial docente como la que implica el MAES. Por ello, con vistas al proceso de intervención objeto de análisis en este artículo, recurriremos a una clasificación basada en dicho esquema. Pero a estos tres enfoques añadiremos, con fines comparativos, la

estrategia de aprendizaje por descubrimiento, que en muchos casos el alumnado confunde con enfoques constructivistas actuales. La Tabla 1 caracteriza de forma muy resumida algunos de los rasgos más importantes de estos cuatro enfoques.

**Tabla 1.** Caracterización básica de las estrategias consideradas.

Estrategias	Breve caracterización
Enseñanza por descubrimiento	Enfoque de aprendizaje activo en el que las experiencias a realizar por el alumnado, se supone, han de servir de base para inducir nuevos conocimientos. En el currículum pierden relevancia los conceptos, mientras que lo ganarían las tareas relacionadas con la investigación científica, entendida ésta como proceso empírico e inductivo dirigido al “redescubrimiento” objetivo de “verdades” absolutas. Responde a versiones (pre)constructivistas de la enseñanza, de amplia vigencia en el mundo anglosajón en los años 70.
Enseñanza mediante cambio conceptual	Enfoques basados, en su mayoría, en el modelo de Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982) y posteriormente desarrollados por Driver (1988), donde se postula la necesidad de concebir el aprendizaje científico como un proceso de cambio de las concepciones que traen inicialmente los alumnos. Se considera que para que dicho cambio sea posible, una condición necesaria es que los alumnos estén insatisfechos con el conocimiento previo, y la consiguiente aparición de nuevas ideas que sean plausibles e inteligibles para los alumnos y sobre las cuales proyecten un mayor grado de éxito y utilidad respecto a las concepciones iniciales.
Enseñanza por investigación en torno a problemas	En ella confluyen numerosas propuestas, desde el llamado enfoque por indagación a la investigación dirigida. Se plantea como estrategia superadora del mero cambio conceptual. Se adopta como referente las distintas fases del trabajo científico, pero entendido ahora desde perspectivas más acordes con las ideas actuales sobre la naturaleza de la ciencia: necesidad de un problema, existencia de un conocimiento teórico previo, el papel de las hipótesis y los procesos de diseño de investigación, etc.
Enfoques de contextualización CTS	Movimiento dirigido a la renovación de la educación científica desde la perspectiva de un aprendizaje de las ciencias en contexto, orientada a la vida diaria, a la implicación socioambiental y a la formación ciudadana. Aunque existen numerosos planteamientos dentro de este enfoque, en muchos casos se plantea como una manera de contextualizar los problemas que son analizados (investigados) por el alumnado en procesos investigativos, conceptualizándolos normalmente de una forma más abierta y con cierta utilidad más allá del entorno académico.

A todo este respecto conviene comentar, por un lado, que las denominaciones para algunas de estas estrategias han podido variar de unos casos a otros, siendo frecuente, por ejemplo, que algunos autores prefieran usar el término “indagación” al de “investigación” -y de hecho parece existir una progresiva tendencia a dicho uso- o que prefieran hablar del enfoque CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad, Ambiente), al objeto de poner en valor los problemas ambientales y de sostenibilidad dentro de la gama de posibles contextos dentro de los que enmarcar las temáticas abordadas.

Por otro lado, hay que señalar además que las estrategias expuestas, ni son incompatibles entre sí, ni son las únicas posibles. De hecho, en la mayoría de materiales didácticos al uso en la literatura encontramos planteamientos mixtos e integradores, hasta tal punto de que a veces es difícil encontrar casos de estereotipos puros. Además, conviene también mencionar la aparición de otros enfoques como los de modelización o los centrados en la argumentación, que guardan a su vez conexión con los anteriores. Así, determinados enfoques basados en la modelización podrían considerarse como enfoques de indagación o investigación orientadas a la elaboración de modelos (Martínez-Chico, Jiménez-Liso y López-Gay, 2015).

En cualquier caso resulta complicado, como decíamos, encontrar secuencias que ejemplifiquen propuestas de este tipo, unas veces porque las que se encuentran usualmente no responden a casos puros, y otras por la dificultad de llevar al aula de formación secuencias didácticas de

este tipo, editadas en muchos casos en publicaciones y materiales de difícil acceso. Ello dificulta la posibilidad de presentar a los futuros docentes ejemplos prácticos y reales que muestren estos “modelos” de estrategias didácticas que se recogen en la bibliografía. De ahí el interés que puede tener el diseño de recursos propios por parte del formador, reconstruyendo secuencias didácticas *ad hoc* que puedan servir como ejemplos ilustrativos objeto de análisis para los futuros docentes. Desde esta óptica, a continuación se describe el contexto donde se desarrolló y la estructura de una actividad concreta orientada a la formación inicial de profesores de secundaria de especialidades de ciencias experimentales.

## Contexto formativo de la actividad

El trabajo desarrollado se inserta dentro de las enseñanzas del título del MAES implantado en la Universidad de Cádiz desde el año 2009. Concretamente se sitúa en el escenario de la asignatura de Aprendizaje y Enseñanza de las materias de la especialidad, cuya carga académica en esta universidad es de 12 créditos ECTS impartida en dos mitades. La primera cubre el período de noviembre a finales enero, en paralelo a las asignaturas del módulo común<sup>1</sup> (12 créditos) y de Complementos de formación disciplinar (6 créditos). La segunda parte se desarrolla de mediados de febrero a finales de marzo, en paralelo a la asignatura de Innovación docente e iniciación a la investigación educativa (6 créditos). Entre ambas partes, el alumnado cursa un primer período de prácticas de dos semanas y media, que sirve como oportunidad de inmersión y observación en los centros, en los que más tarde desarrollarán una intervención más extensa y detenida, concretamente desde finales de marzo hasta principios de mayo.

En este contexto, tanto la asignatura de Complementos de formación como la de Aprendizaje y Enseñanza de las ciencias, se imparten desglosadas en dos especialidades, una de “Física y Química” y otra de “Biología y Geología”.

La actividad objeto de estudio consiste en el análisis por parte de los estudiantes de una serie de secuencias didácticas elaboradas por los formadores –autores del trabajo- presentadas en forma de un conjunto de tareas a seguir con reflexiones individuales, posteriormente grupales -pequeños grupos de 3 a 5 alumnos/as- y finalmente a nivel grupo-clase. La actividad se planteó durante el curso 2014-2015 para ser realizada durante la segunda sesión (de cuatro horas de duración) correspondiente a la segunda parte de la asignatura. Los participantes -18 en total en cada especialidad- habían cursado ya contenidos de didáctica específica a través del módulo sobre Naturaleza e historia de la ciencia (3 créditos), dentro de la asignatura de Complementos de formación disciplinar, y de la primera parte de Aprendizaje y Enseñanza, en la que se abordaba un módulo de Análisis curricular en ciencias experimentales (3 créditos) y otro de Aprendizaje de las ciencias (3 créditos) (ver Tabla 2). Justamente, son estos contenidos los que, a lo largo del máster, fueron impartidos hasta ese momento por profesorado de didáctica de las ciencias experimentales, entre ellos profesorado de educación secundaria adscrito a dicho área bajo la figura de profesor asociado.

Por tanto, en el momento en el que se desarrolló la actividad, el alumnado había cursado, entre otros, los contenidos mencionados en las dos primeras columnas de la Tabla 2. Aunque ya se habían analizado algunas de las líneas básicas del marco constructivista, en oposición a otros modelos como el tradicional transmisivo, y se había estudiado ya la idea de cambio conceptual, todavía no se habían analizado sus implicaciones al diseño de secuencias didácticas, según las propuestas de Driver (1988). Por otro lado, se habían estudiado aspectos sobre naturaleza de la ciencia, la metodología científica y el ciclo de investigación, pero todavía no se había abordado su transposición didáctica al aula como focos de estrategias de

<sup>1</sup> El módulo común está integrado por tres asignaturas de 4 créditos cada una: Aprendizaje y desarrollo de la personalidad, Procesos y contextos educativos y Sociedad, familia y educación.

enseñanza de las ciencias. También se había abordado el tema de las interacciones CTS y su posible vinculación al currículo de ciencias, pero no se habían plasmado todavía como un enfoque de enseñanza específico. Precisamente, el objetivo de la actividad objeto de análisis en el presente estudio era servir de base para la introducción de todas esas estrategias, diferenciándolas entre sí y de otras como las orientadas desde un punto de vista del descubrimiento autónomo.

**Tabla 2.** Contenidos sobre didáctica de las ciencias experimentales del MAES en la Universidad de Cádiz.

Complemento de formación disciplinar (módulo: Naturaleza e Historia de la Ciencia)	Aprendizaje y Enseñanza de las ciencias (I parte)	Aprendizaje y Enseñanza de las ciencias (II parte)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interés de la historia y naturaleza de la ciencia para la formación del profesorado de ciencias.</li> <li>• Algunos hitos en el desarrollo histórico de la Física y Química o de la Biología y Geología, como ciencias experimentales: estudios de casos y conexiones entre ellos.</li> <li>• Diferentes perspectivas y corrientes sobre la naturaleza de la ciencia y del conocimiento científico: racionalismo, empirismo, positivismo y nueva filosofía de la ciencia (Popper, Kuhn, Lakatos, Toulmin Feyerabend...).</li> <li>• Características básicas del trabajo científico.</li> <li>• La ciencia como empresa colectiva.</li> <li>• Relaciones entre ciencia, tecnología, medioambiente y sociedad.</li> <li>• Implicaciones educativas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La didáctica de las ciencias experimentales: conceptos claves y problemas centrales de la educación científica.</li> <li>• El currículo oficial en el área de Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria.</li> <li>• Criterios de selección, secuenciación y organización de los contenidos curriculares.</li> <li>• La construcción del conocimiento en el aprendizaje de las ciencias y factores que influyen.</li> <li>• Las dificultades del aprendizaje de las ciencias en la educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato: conocimientos previos, concepciones del alumnado, capacidades cognitivas y actitudes de los alumnos.</li> <li>• Evolución del conocimiento en ciencias y cambio conceptual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marcos y modelos de intervención en la enseñanza de las Ciencias.</li> <li>• Estrategias y perspectivas de enseñanza de especial interés en el ámbito de la enseñanza de las ciencias: enseñanza por descubrimiento cambio conceptual, enseñanza por investigación en torno a problemas, enfoques CTS.</li> <li>• Actividades claves en la enseñanza de las ciencias: resolución de problemas de lápiz y papel, salidas, trabajos prácticos experimentales, actividades de modelización y uso de analogías, etc.</li> <li>• Recursos didácticos para la enseñanza de las ciencias (libros de texto, laboratorio escolar, materiales cotidianos de bajo coste, Internet, software educativo,...).</li> <li>• La evaluación del aprendizaje y la enseñanza de las ciencias: para qué, qué, cómo y cuándo evaluar.</li> <li>• Desarrollo y evaluación de propuestas de enseñanza.</li> </ul>

## La actividad de aproximación al estudio de las estrategias didácticas en ciencias experimentales

Al objeto de abordar enfoques didácticos superadores del marco de enseñanza tradicional, nos propusimos aportar un repertorio de algunas de las principales opciones que, a lo largo de las últimas décadas, han intentado responder al reto de renovación de la enseñanza de las ciencias, desde planteamientos más o menos próximos a lo que hoy entendemos como constructivistas. En concreto, como foco de estas propuestas, elegimos las estrategias consideradas en la tabla 1. Pero en lugar de hacerlo de un modo deductivo, presentando primero las características de cada una y exponiendo luego casos y aplicaciones particulares, preferimos ofrecer una perspectiva diferente basada en el estudio de casos por parte de los participantes. Concretamente, seguimos un planteamiento inductivo presentando relatos de secuencias didácticas específicas desde esas orientaciones, que los participantes tenían que analizar a través de un guión de análisis proporcionado. No se trataba, pues, de que los participantes realizaran las actividades planteadas en cada secuencia, como si de alumnos de secundaria se trataran, sino de caracterizarlas y compararlas entre sí desde un rol como eventuales docentes.

Los casos propuestos respondían a secuencias didácticas elaboradas por los autores del trabajo o adaptaciones de otras encontradas en la bibliografía. A la hora de elaborar las secuencias tuvimos que concretar los perfiles generales expuestos en la tabla 1, ya que cada enfoque, lejos de presentar una perspectiva totalmente homogénea, cubre una amplia gama de posibilidades en las que se barajan matices y variaciones a tener en cuenta. Así, por poner solo un ejemplo, hay que reconocer que el grado de apertura de las tareas de enseñanza por investigación o con orientación CTS, varían de unos proyectos curriculares a otros si bien por lo general gozan al menos de cierto grado de apertura. La Tabla 3 presenta con cierto detalle una síntesis de los principales criterios empleados para elaborar las secuencias, intentando siempre ser fieles a las bases descritas en la tabla 1, pero incorporando matices y peculiaridades frecuentes que podemos encontrarnos en las prácticas reales de cada tipo.

**Tabla 3.** 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
<b>A</b>	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>B</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.
<b>C</b>	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.
<b>D</b>	Investigación en torno a un problema 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.

Dado que en la experiencia desarrollada intervinieron estudiantes de profesorado tanto de las especialidades de Física y Química como de Biología y Geología, se elaboraron dos repertorios de casos diferenciados, uno con cuatro casos de secuencias de contenidos propios de la primera de esas especialidades (Anexo 1) y otro con otras cuatro secuencias de la segunda (Anexo 2). Los casos no se plantearon para un curso o edad específica, pero todos ellos se ajustaban a contenidos propios de la Educación Secundaria Obligatoria.

En ambos repertorios, el primer caso se correspondía con adaptaciones ampliadas de experiencias extraídas del célebre manual de la UNESCO (1978), que recoge multitud de trabajos prácticos y tareas de aula de carácter experimental en su mayoría, con una fuerte orientación basada en la enseñanza por descubrimiento. La mayor parte de ellas son secuencias de tareas prácticas en las que los alumnos son instados a realizar observaciones y experimentos sencillos, a partir de los cuales han de extraer conclusiones. La secuencia empleada para el grupo de Física y Química estaba relacionada con el estudio de la variación de la presión con la profundidad en un líquido. Mientras tanto, para el grupo de Biología y Geología se empleó una secuencia destinada al estudio del crecimiento de una población de levaduras.

El segundo caso se correspondía con secuencias didácticas orientadas desde la perspectiva del cambio conceptual, de modo que seguían las fases típicas de actividades de exploración, actividades de conflicto, actividades de introducción/construcción de nuevas ideas, actividades de aplicación y actividades de revisión de lo aprendido. En el caso de Física y Química, se eligió el caso del volumen de agua desplazada por un sólido sumergido, y estaba dirigido a un cambio en la idea común de muchos alumnos de relacionar el volumen desplazado por el cuerpo con su peso, en lugar de hacerlo con su volumen. En el caso de la especialidad de Biología y Geología, la secuencia se dirigía al cambio conceptual en torno al fenómeno de las estaciones, que para la mayoría de alumnos depende de la “distancia Tierra-Sol” en vez del factor “inclinación de rayos”. En ambas ocasiones, las ideas iniciales de los alumnos se adoptaban como elemento central de referencia, basando la secuencia en mecanismos de contraposición de las ideas del alumnado con experiencias o datos conocidos de la realidad. Ambas secuencias fueron elaboradas por los propios autores, a modo de adaptaciones de secuencias de actividades usadas por ellos mismos en actividades reales de aula con alumnos de secundaria y/o con maestros de primaria en formación inicial.

El tercer caso ilustraba secuencias didácticas planteadas desde una enseñanza por investigación en torno a problemas. Había un problema inicial que los hipotéticos estudiantes de secundaria tendrían que concretar para proponer después un diseño con el que intentar resolverlo. De hecho, se puede observar de entrada que el título de las secuencias se planteaba ya en forma de pregunta (Anexos 1 y 2), cosa que no se había hecho en los casos anteriores. Posteriormente, se pasaría a una fase de planteamiento de hipótesis, y de diseño y ejecución de un plan de actuación, de análisis de los datos obtenidos y de emisión de conclusiones. Los problemas planteados eran significativos desde una óptica disciplinar interna de la ciencia, pero no mucho desde la perspectiva de situaciones prácticas de la vida diaria. En Física y Química, el problema estaba vinculado a la ley de Hooke, ley que los alumnos debían construir de forma guiada a partir del problema que supone tener que pesar un objeto con sólo un muelle y monedas. En la especialidad de Biología y Geología el problema estribaba en investigar los factores que condicionan la germinación de una semilla. Se trataban ambas, por tanto, de actividades con limitado nivel de apertura, por cuanto la solución implicada era prácticamente única y el procedimiento de resolución admitía pocos cambios. Pero el alumnado tenía que seleccionar variables, formular hipótesis y proceder al desarrollo del diseño, análisis de datos y formulación de conclusiones, a través de procesos poco directivos que le conferían un aspecto parcialmente abierto.



Finalmente, el cuarto caso intentaba representar secuencias orientadas desde un enfoque de indagación o investigación pero con una fuerte orientación CTS. Las secuencias empleadas fueron adaptaciones de secuencias planteadas en el libro de Furnell (1989), muchas de las cuales, incluidas las aquí empleadas, se refieren a investigaciones abiertas, con problemas contextualmente ricos por responder a situaciones de interés para la vida real, referente a temas transversales y con implicaciones para el desarrollo de criterios personales para la toma de decisiones. En ambos casos se debía de evaluar la calidad de distintas marcas de un producto y su implicación con vistas a tomar una decisión en torno a cuál de ellas comprar. En Física y Química, se proponía el problema de seleccionar una marca de cinta adhesiva entre varias aportadas, mientras que en Biología y Geología se planteaba la necesidad de optar por la mejor marca de jabón entre varias posibles proporcionadas.

La actividad vino precedida de una breve explicación del formador sobre las estrategias didácticas, como concreciones o enfoques particulares de un mismo modelo según criterios o planteamientos diferenciados. Particularmente, se planteó como referente el modelo constructivista de enseñanza de las ciencias y la necesidad de disponer de formas de llevarlo a la práctica, pero no se llegó a concretar ninguna tipología previa de estrategias. Tras esta fase introductoria se presentó la actividad a realizar, en la que los participantes dispusieron primero de tiempo para la lectura individual de los casos, y posteriormente para trabajar en pequeños grupos cooperativos al objeto de responder al guión de análisis a través de un portafolio de grupos facilitado (Tabla 4).

**Tabla 4.** Guión de análisis para los cuatro casos.

- |  |
|--|
| <p>1.- Establecer a primera vista, a grandes rasgos, que tienen en común y qué diferencias existen entre los cuatro diseños.</p> <p>2.- Utilizar ahora los siguientes criterios para caracterizar cada secuencia:</p> <p>a) ¿Tiene un planteamiento activo por parte del alumno?</p> <p>b) ¿Qué grado de iniciativa y creatividad demanda de los alumnos cada una de las tareas planteadas en la secuencia?</p> <p>c) ¿Plantea preguntas iniciales, al final o, no hay preguntas? Señala también tu opinión acerca de qué es mejor de las tres cosas.</p> <p>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?</p> <p>e) ¿Se plantea la secuencia como una forma de romper con las concepciones alternativas iniciales a través de situaciones de conflicto conceptual?</p> <p>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?</p> <p>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?</p> <p>h) La forma en que se presenta las tareas planteadas y el aprendizaje que proporciona la secuencia: ¿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?</p> <p>i) Contenidos transversales o interdisciplinarios</p> <p>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?</p> <p>3.- ¿Deseas ahora, después de este análisis realizado, revisar tu respuesta a la pregunta 1?</p> |
|--|

Las actividades planteadas en dicho guión consistían en un análisis comparativo de los distintos casos presentados. Contemplaban diversas dimensiones, como el grado de actividad y participación concedido al alumno, el grado de creatividad demandado, el carácter o no problemático, el papel concedido a las concepciones del alumnado, el tipo de contenidos y propósitos planteados, o el tema específico del currículum implicado. En esta fase se produjeron intercambios, discusiones y debates de gran interés, hasta llegar a consensos que

finalmente pasaban a registrar en los respectivos portafolios. Finalmente se dispuso de un espacio de tiempo para realizar una reflexión grupal a nivel de clase, y para cerrar la sesión el docente formador aportó, a modo de resumen, las características de las respectivas estrategias plasmadas en la Tabla 3. Ello sirvió de ocasión, además, para mostrar otras estrategias didácticas adicionales, dirigidas a superar ventajas y limitaciones de las presentadas hasta el momento, siempre desde una perspectiva integradora.

## Reflexiones finales

Nuestra intención era elaborar casos que ilustraran secuencias didácticas para ciencias experimentales próximas a cada una de las estrategias didácticas consideradas. Junto a secuencias presentadas como aproximación a estrategias de cambio conceptual (casos B), de investigación en torno a problemas (casos C), o de orientación CTS (casos D), incluimos también otra de descubrimiento autónomo (casos A), a efectos de contraste con las otras, ya que en muchos casos el alumnado cree agotar los planteamientos constructivistas en dichas propuestas, más cercanas a enfoques activistas y espontaneistas. En esencia, la hipótesis sostenida es que los casos desarrollados representarían bien acercamientos a las mencionadas estrategias, y que el guión de análisis proporcionado constituiría un marco adecuado para el análisis reflexivo en torno a cada estrategia y para el establecimiento de comparaciones entre ellas. De hecho, al presentar los casos a otros colegas expertos en formación del profesorado, estos mostraron su acuerdo con los perfiles planteados para los distintos casos y consideraron adecuadas sobre el papel las tareas encomendadas en el guión para llegar a ellos.

No obstante, está claro que la validez de la actividad en sí misma debería constatarse a través de los resultados obtenidos a partir de la implementación de la misma y de los resultados recopilados a partir de dicha aplicación. Es precisamente éste el objeto de un estudio que estamos desarrollando en la actualidad y que esperamos publicar en un futuro cercano. No obstante, podemos adelantar que dicho estudio evidenció percepciones muy parecidas de los futuros docentes con las expectativas del formador al diseñar las distintas secuencias didácticas. Ello sugiere la potencialidad de la actividad planteada como recurso para la formación inicial y evidencia un adecuado desempeño de los participantes en su realización.

En cualquier caso, y como decíamos al principio, nos parecen necesarias publicaciones de este tipo donde se aporten actividades y recursos para la formación del profesorado, ya que existen pocos disponibles en la actualidad. Aun cuando se han elaborado abundantes recursos para la formación científica de los estudiantes de distintos niveles del sistema educativo, se aprecia una carencia de materiales publicados dirigidos a la formación didáctica de los docentes. En este sentido, el presente artículo pretende no solo aportar una ejemplificación al respecto, sino reivindicar la necesidad de más publicaciones en esta línea.

## Referencias bibliográficas

- Abell, S.K., Bryan, L.A. y Anderson, M.A. (1998). Investigating preservice elementary science teacher reflective thinking using integrated media case-based instruction in elementary science teacher preparation. *Science Education*, 82(4), 491-509.
- Astudillo, C., Rivarosa, A. y Ortiz, F. (2011). Formas de pensar la enseñanza de las ciencias. Un análisis de secuencias didácticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 10(3), 567-586.

- Astudillo, C., Rivarosa, A. y Ortiz, F. (2014). Reflexión docente y diseño de secuencias didácticas en un contexto de formación de futuros profesores de Ciencias Naturales. *Perspectiva Educacional. Formación de Profesores*, 53(1), 130-144.
- Azcárate, P., Cuesta, J., Navarrete, A. y Cardeñoso, J.M<sup>a</sup>. (1994). Presupuestos iniciales para un trabajo de investigación sobre formación del profesorado. *Investigación en la Escuela*, 22, 85-90.
- Campanario, J.M. y Moyá, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 179-192.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 109-120.
- Furnell, N.G. (1989). *Primeras investigaciones científicas*. Madrid. Akal.
- Galagovsky, L. R. (2004). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 1: el modelo teórico. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 229-240.
- García-Carmona, A. (2013). Educación científica y competencias docentes: Análisis de las reflexiones de futuros profesores de Física y Química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (núm. extraordinario), 552-567. Extraído de: <http://hdl.handle.net/10498/15613>
- Gil, D. (1986). La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), 111-121.
- Gil, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P. y Vilches, A. (2005) Cómo promover interés por la cultura científica. Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Editado por OREALC/UNESCO. Santiago. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001390/139003S.pdf>
- Godoy, A.V., Segarra, C.I., Di Mauro, M.F. (2014). Una experiencia de formación docente en el área de Ciencias Naturales basada en la indagación escolar. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 381-397. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/16590>
- Hewson, P.W. (1993). Constructivism and reflective practice in science teacher education. En M.L. Montero y J.M. Vez (eds.): *Las didácticas específicas en la formación del profesorado*. Tórculo. Santiago. 259-275.
- Martínez-Chico, M., Jiménez-Liso, M.R. y Rafael López-Gay, R. (2015). Efecto de un programa formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos, en las concepciones didácticas de los futuros maestros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 149-16. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/16929>
- Martín-Gómez, C., Prieto, T. y Jiménez, M<sup>a</sup>A. (2015). Tendencias del profesorado de ciencias en formación inicial sobre las estrategias metodológicas en la enseñanza de las ciencias. Estudio de un caso en Málaga. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 167-184.
- Membiola, P. (1995). Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales. *Alambique*, 3, 7-11.
- Oliva, J.M<sup>a</sup> (2007). *Proyecto docente*. Documento no publicado. Universidad de Cádiz.
- Perrenoud, P. (2007). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar*. Barcelona: Graó.

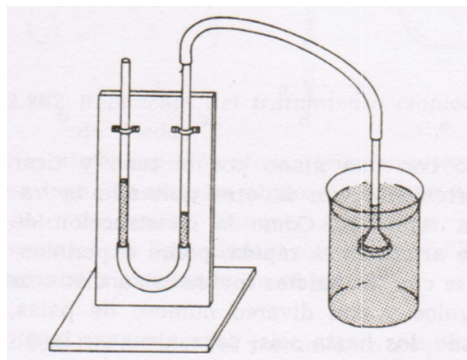
- Pontes, A., García-Molina, R. y Oliva, J.M<sup>a</sup> (2013). Editorial: Número monográfico sobre formación inicial del profesorado de Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (Núm. Extraordinario), 493-495. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/15609>
- Porlán, R. y Rivero, A. (1998). El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de ciencias. Sevilla: Díada Editora.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. y Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Rivero, A., Martínez-Aznar, M., Pontes, A. y Oliva, J.M<sup>a</sup> (2014). ¿Qué estamos enseñando y qué deberíamos enseñar desde la didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado de secundaria? *Mesa redonda presentada a los 26º Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Septiembre. Universidad de Huelva-APICE.
- Schön, D. A. (1992). *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Madrid, Paidós/MEC.
- UNESCO (1978). *Nuevo manual de la UNESCO para la enseñanza de las ciencias*. Barcelona. Edhasa.
- Vilches, J.M., Benarroch, A., Carrillo, F.J., Cervantes, A., Fernández-González, M. y Perales, F.J. (2014). *Didáctica de las Ciencias Experimentales para Educación Primaria. I. Ciencias del espacio y de la Tierra*. Madrid: Pirámide.

**Anexo 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 rectángulo 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**

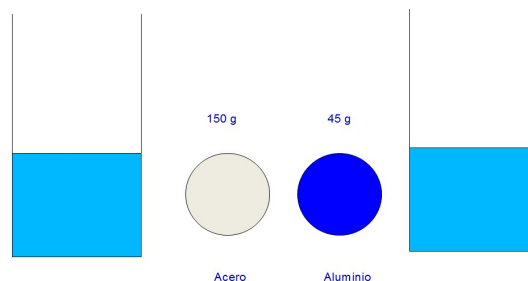
**El comportamiento de cuerpos sumergidos**

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 de ello te pedimos que las peses e indiques qué va a suceder en un caso y en otro.



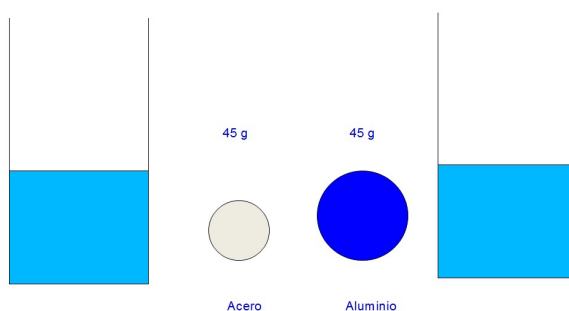
Realiza la experiencia anotando los resultados. Señala en qué medida se cumplen tus predicciones. ¿Podrías dar algún argumento para explicarlo?

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: ¿haviado? 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.

*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.

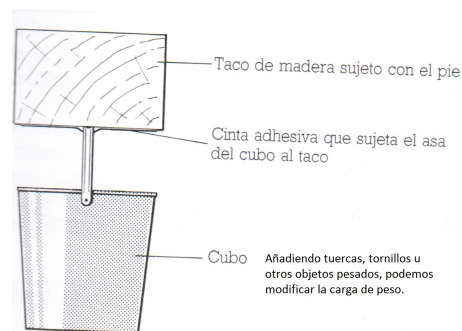
(Es probable que surjan algunas como: precio, resistencia, poder de adhesión, longitud del rollo....)

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.

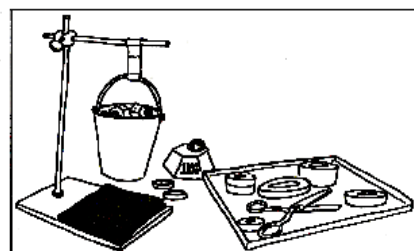


Seguiremos con la resistencia mecánica a la tracción.

Diseña una experiencia para comparar la resistencia de las distintas marcas proporcionadas.

Realiza la experiencia anotando resultados.

Compara los resultados obtenidos.



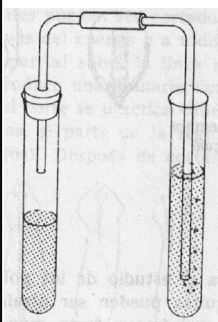
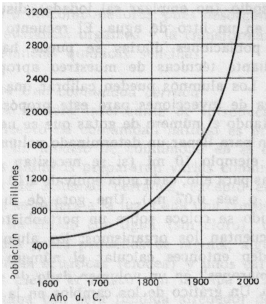
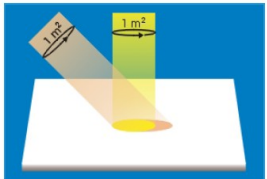
Indaga ahora acerca del precio de las distintas marcas y de la longitud del rollo.

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 sopesa 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.

**Anexo 2.** Casos empleados para ilustrar diferentes secuencias didácticas de Biología y Geología.

<p style="text-align: center;"><b>CASO A</b> <b>Población de levaduras</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>CASO B</b> <b>El sistema Sol-Tierra</b></p>												
<div data-bbox="113 405 331 725">  </div> <p data-bbox="347 405 778 763">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).</p> <p data-bbox="113 770 466 1025">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.</p> <div data-bbox="485 786 770 981">  </div> <p data-bbox="113 1032 778 1240">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.</p> <p data-bbox="113 1247 778 1301">Promedie los datos obtenidos del estudio de crecimiento de las poblaciones al cabo de 10 días.</p> <p data-bbox="113 1308 778 1386">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?</p> <p data-bbox="113 1393 778 1447">Compara estos resultados con el crecimiento de la población humana (gráfico que se muestra a continuación).</p> <div data-bbox="312 1453 579 1756">  <table border="1"> <caption>Human Population Growth (Millions)</caption> <thead> <tr> <th>Año d. C.</th> <th>Población (millones)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1600</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>1700</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>1800</td> <td>700</td> </tr> <tr> <td>1900</td> <td>1500</td> </tr> <tr> <td>2000</td> <td>2800</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p data-bbox="113 1762 778 1816">Anota en tu cuaderno tus observaciones e indica qué le ocurre a las distintas gráficas. ¿Qué conclusiones extraes?</p> <p data-bbox="113 1823 778 1877">Realiza un resumen de las conclusiones obtenidas a lo largo de esta experiencia.</p>	Año d. C.	Población (millones)	1600	400	1700	500	1800	700	1900	1500	2000	2800	<p data-bbox="794 405 1540 432">Vamos a estudiar a qué se debe las estaciones que se producen en la Tierra.</p> <p data-bbox="794 439 1540 465">Para ello comenzamos con un cuestionario previo:</p> <p data-bbox="794 472 1540 526">Explica con un dibujo donde impliques a la Tierra y al Sol, por qué suceden las estaciones.</p> <p data-bbox="794 533 1540 560">Analiza experiencias de la vida diaria que formalice lo expuesto anteriormente.</p> <p data-bbox="794 566 1540 620">Señala de qué crees que depende para que en un lugar de la Tierra sea verano o invierno.</p> <p data-bbox="794 627 1540 680">Es importante que recojas ordenadamente en tu cuaderno todas las reflexiones argumentos y datos que vayas aportando.</p> <p data-bbox="794 687 1540 741">Vamos a hacer algunas experiencias para comprobar si las ideas que has formuladas son o no adecuadas:</p> <p data-bbox="794 748 1540 826">¿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</p> <p data-bbox="794 833 1540 938">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?</p> <p data-bbox="794 945 1540 1023">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?</p> <p data-bbox="794 1030 1540 1084">Cuando en el hemisferio norte es verano ¿qué estación es en el hemisferio sur?</p> <p data-bbox="794 1090 1540 1169">Compara tus predicciones y los resultados obtenidos con los de otros compañeros. ¿Todos pensáis del mismo modo o hacíais predicciones distintas?</p> <p data-bbox="794 1176 1540 1252">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.</p> <div data-bbox="799 1258 1066 1435">  </div> <p data-bbox="1086 1388 1540 1467">Realizar un experimento para mostrar cómo la temperatura que alcanza una superficie metálica depende de la orientación. Cogemos</p> <p data-bbox="794 1473 1540 1579">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.</p> <p data-bbox="794 1585 1540 1664">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.</p> <p data-bbox="794 1671 1540 1724">Realizaremos otras actividades para ver si se ha asimilado la nueva información:</p> <p data-bbox="794 1731 1540 1785">Utiliza la nueva idea construida para explicar qué ocurre en el otoño y en la primavera.</p> <p data-bbox="794 1792 1540 1818">¿Por qué en los polos hay 6 meses de día y 6 meses de noche?</p> <p data-bbox="794 1825 1540 1852">Por último,</p> <p data-bbox="794 1859 1540 1912">Compara la idea que traías con la que tienes ahora: ¿ha variado? Argumenta por qué.</p>
Año d. C.	Población (millones)												
1600	400												
1700	500												
1800	700												
1900	1500												
2000	2800												

**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 proporcionar 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.

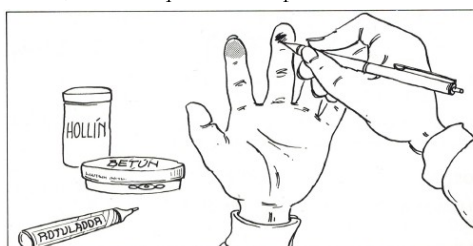
Analiza qué criterios utilizarías para decidir con qué jabón te gustaría quedarte. ¿Qué factores serían para ti los determinantes? Seleccionar varios, a ser posible, pero seleccionando sólo los que verdaderamente consideréis significativas. Argumentar aquellas que rechacéis.

(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?)

Marca de jabón	Puntos respecto al poder limpiador (1-5)				
	Hollín	Betún	Rotulador	Tinta	Media

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 sopesa 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.