

Didáctica de las ciencias experimentales

Autor: Francisco J. Perales Palacios y Pedro Cañal de León

Editorial Marfil

2000

ISBN: 84-268-1051-9

Esta obra está protegida por el derecho de autor y su reproducción y comunicación pública, en la modalidad puesta a disposición, se han realizado con autorización de CEDRO. Queda prohibida su posterior reproducción, distribución, transformación y comunicación pública en cualquier medio y de cualquier forma, con excepción de una única reproducción mediante impresora por cada usuario autorizado

CAPÍTULO 10

EL DISEÑO DE UNIDADES DIDÁCTICAS

Neus Sanmartí.

Universidad Autónoma de Barcelona.

1. INTRODUCCIÓN.
2. CRITERIOS PARA LA TOMA DE DECISIONES ACERCA DEL DISEÑO DE UNIDADES DIDÁCTICAS.
 - 2.1. Criterios para la definición de finalidades/objetivos.
 - 2.2. Criterios para la selección de contenidos.
 - 2.3. Criterios para organizar y secuenciar los contenidos.
 - 2.4. Criterios para la selección y secuenciación de actividades.
 - 2.5. Criterios para la selección y secuenciación de las actividades de evaluación.
 - 2.6. Criterios para la organización y gestión del aula.
3. RESUMEN.
4. ACTIVIDADES.
5. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA COMENTADA.

1. INTRODUCCIÓN

Diseñar una unidad didáctica para llevarla a la práctica, es decir, decidir qué se va a enseñar y cómo, es la actividad más importante que llevan a cabo los enseñantes, ya que a través de ella se concretan sus ideas y sus intenciones educativas. Una persona puede haber aprendido nuevas teorías didácticas y puede verbalizar que tiene una determinada visión acerca de qué ciencia es importante que sus alumnos aprendan o acerca de cómo se aprenden mejor las ciencias, pero es en el diseño de su práctica educativa donde se refleja si sus verbalizaciones han sido interiorizadas y aplicadas.

Hasta hace pocos años se creía que la mayoría de profesores no podían llevar a cabo esta actividad. Por ello, las orientaciones curriculares oficiales concretaban mucho qué se había de enseñar y cómo, y el profesorado 'sólo' había de aplicar dichas orientaciones. En muchos países, los ministerios de educación correspondientes fijaban (y, en algunos casos, aun fijan), el llamado 'programa' de enseñanza. Estos programas podían llegar a ser muy detallados, precisando las actividades concretas a realizar, su orden y el tiempo dedicado a cada una de ellas, llegándose al extremo de que cualquier supervisor sabía, por ejemplo, qué experiencias deberían estar aplicando todos los enseñantes en cada momento del curso. Cuando se comparan los libros de texto de dichos países se observan muy pocas diferencias entre ellos.

En otros países, aunque las orientaciones oficiales no fueran tan precisas, el libro de texto escogido era el que prácticamente definía la actividad del profesorado. En este caso podríamos afirmar que sus ideas e intenciones educativas se concretaban en la selección del texto. Una vez seleccionado, éste era el que 'tomaba decisiones', es decir, seleccionaba qué enseñar, en qué orden, qué actividades y ejercicios realizar, etc.

Todas estas formas de orientar la toma de decisiones dejan muy poca autonomía al enseñante, el cual reduce su actividad a ser un aplicador de las que han tomado otros, presumiblemente más expertos. Sin embargo, este punto de vista está totalmente cuestionado. Desde las nuevas visiones sobre el aprendizaje y sobre la enseñanza según las cuales son los propios alumnos quienes construyen su conocimiento, la función del profesorado es promover este proceso constructivo, que forzosamente será distinto para cada estudiante y para cada grupo-clase. Consecuentemente, un buen diseño didáctico es aquel que mejor responde a las necesidades diversas de los estudiantes.

Pero, además, cada enseñante tiene estilos y cualidades diferentes. De hecho, a pesar de la rigidez de muchos programas, sería difícil encontrar dos clases iguales. Aun así,

generalmente, no se ha formado al profesorado para tomar decisiones relacionadas con el diseño de unidades didácticas, por lo que su actuación es el resultado más de la concreción de intuiciones y de rutinas que de conocimientos teóricos y prácticos aplicados conscientemente.

Las nuevas orientaciones curriculares basadas en puntos de vista constructivistas de la ciencia, del aprendizaje y de la enseñanza, implican que el profesorado debe tener amplia autonomía para tomar decisiones curriculares y, en concreto, para el diseño de las unidades didácticas a aplicar en clase, con sus alumnos y alumnas. Ello no excluye la utilidad de materiales didácticos y libros de texto ya diseñados, pero cualquier material deberá ser readaptado y completado para poder dar respuesta a las necesidades detectadas en cada aula.

En este capítulo se reflexionará acerca de los criterios a utilizar en esta toma de decisiones. Las propuestas concretas que se puedan formular, fundamentadas en los resultados de investigaciones recientes en el campo de la didáctica de las ciencias, son sugerencias, pero nunca prescripciones. No hay recetas para algo tan complejo como es enseñar, aprender y evaluar.

2. CRITERIOS PARA LA TOMA DE DECISIONES ACERCA DEL DISEÑO DE UNIDADES DIDÁCTICAS

En los últimos años se han promovido numerosos cursos y materiales didácticos orientados a dar a conocer criterios y propuestas para organizar y secuenciar los contenidos.

¿Cuáles son, en la práctica, las fuentes principales que guían las secuenciaciones que se están planificando en los distintos centros? Sin duda son la intuición, los intereses de los profesores y las rutinas. La intuición es una buena fuente de conocimiento y, muchas veces, es fruto de la experiencia acumulada por los profesores a lo largo de los años de ejercicio de la profesión. Los intereses de los enseñantes también son un buen criterio para secuenciar el currículum, ya que no hay nada peor que intentar enseñar aquello para lo cual, ni el profesor o profesora está motivado, ni se hace de la forma que se cree más útil. La rutina, en cambio, es la peor consejera, ya que no está justificada ni por el espíritu de reflexión ni por el de innovación. No hay ninguna profesión que avance anclada en la rutina y, sin embargo, los enseñantes somos uno de los colectivos en los que las innovaciones tardan más en ser aplicadas de forma generalizada.

¿Qué marcos teóricos pueden ser útiles para los profesores que planifican el currículum en el área de ciencias? Es difícil encontrar una teoría que englobe todos los aspectos que se pueden llegar a considerar. La teoría de la elaboración (Reigeluth, 1987) es uno de los planteamientos globales más elaborados, pero en el intento de poner en práctica sus premisas, aplicándolas a las distintas áreas curriculares, se detectan no pocas dificultades y aspectos en los cuales no hay todavía suficientes datos para poder tomar opciones que sean significativas para el aprendizaje de los contenidos curriculares específicos.

Conviene recordar que la Didáctica de las Ciencias no es una disciplina que pueda prescribir cómo enseñar, sino que más bien, al menos en la situación actual de los conocimientos, sólo puede pronunciarse sobre lo que *no* debería suceder en el aula. Por ello, cualquier propuesta de modelo de enseñanza es tan sólo una hipótesis de trabajo.

A continuación proponemos una reflexión acerca del proceso de toma de decisiones al diseñar una unidad didáctica. Aunque el proceso está planteado como algo lineal, de hecho nunca es así. Este proceso es complejo, relaciona muchas variables, y por ello no se puede considerar que haya un camino único, sino más bien un ir y venir constante, y se puede entrar en él por muchos caminos distintos. Una vez se piensa en cómo diseñarlo porque se ha conocido un modelo y se plantea una readaptación. Otras, se plantea un objetivo, educación ambiental, y piensa en cómo reestructurar, en función suya, acciones o actividades que ya se venían haciendo. En otros casos, se piensa en algunas actividades de interés, una salida, una experiencia, y se definen objetivos y contenidos en torno a ellas.

Pero todo enseñante tiene que tomar decisiones al diseñar unidades didácticas. Por ello, proponemos distinguir entre distintos tipos de criterios utilizados, implícita o explícitamente, en dicha toma de decisiones. Distinguiremos entre:

- 2.1 Criterios para la definición de finalidades/objetivos
- 2.2 Criterios para la selección de contenidos
- 2.3 Criterios para organizar y secuenciar los contenidos
- 2.4 Criterios para la selección y secuenciación de actividades
- 2.5 Criterios para la selección y secuenciación de las actividades de evaluación
- 2.6 Criterios para la organización y gestión del aula

2.1. Criterios para la definición de finalidades/objetivos

Aunque la mayoría de diseños escritos de unidades didácticas se inician explicitando sus objetivos, generalmente no es la primera decisión que los enseñantes concretan y escriben.

Sin embargo, ello no quiere decir que no se tengan dibujados, aunque sea implícitamente, unos objetivos del proceso de enseñanza a diseñar, objetivos que sin duda guían la selección de contenidos y actividades. Por ejemplo, es posible que un profesor o profesora considere muy importante mejorar los conocimientos de los jóvenes para que puedan actuar responsablemente en relación al medio ambiente, y entonces priorizará y dedicará más tiempo a la enseñanza de unos contenidos acordes con sus objetivos que a otros. Y si valora la importancia de la investigación en la construcción del conocimiento científico, entonces seleccionará actividades orientadas a que el alumnado aprenda a investigar. De la misma forma, si valora la ciencia como una actividad humana que intenta plantear y responder a preguntas críticamente, promoverá un ambiente de clase en que se prime la cooperación y se facilite la expresión de dudas y de argumentos relacionados con los distintos puntos de vista y se faciliten también los pactos o acuerdos.

Generalmente estas ideas-matriz acerca de las finalidades de la enseñanza científica, sobre qué se considera importante enseñar, sobre cómo aprenden mejor los alumnos y sobre cómo es mejor enseñar, están presentes implícitamente en todo diseño didáctico. Estas ideas-matriz son pocas, pero muy importantes, y permiten definir los llamados objetivos generales o finalidades de un determinado proceso de enseñanza. Posteriormente, a medida que se van tomando decisiones acerca de los contenidos a enseñar y de las actividades a realizar, se van precisando más los objetivos específicos de la unidad didáctica.

Por ello es importante intentar explicitar al máximo dichas ideas-matriz y discutir las con los otros enseñantes para que el proyecto curricular del centro sea lo más válido posible en función de las necesidades de los estudiantes. Al mismo tiempo, dicha explicitación ha de posibilitar valorar el grado de coherencia entre aquello que se piensa, aquello que se dice y aquello que realmente se lleva a la práctica.

Generalmente, esta coherencia no siempre es alta. Por ejemplo, es interesante comparar las opiniones de maestros en activo acerca de cuáles son las principales finalidades que creen que deberían ser las propias de la enseñanza científica, y cuáles las que realmente guían su práctica. Cuando se les pide que ordenen según su importancia 10 posibles finalidades del aprendizaje científico (figura 10.1), siempre consideran prioritario *aprender a disfrutar con la Ciencia y desarrollar las actitudes científicas*. En cambio, si se les pide ordenarlas según su aplicación real, entonces señalan la *adquisición de conocimientos sobre teorías y hechos científicos*, y la *preparación de los estudiantes para seguir con éxito estudios posteriores*.

Otras finalidades como *la educación ambiental y para la salud*, o *aprender a expresar sus ideas*, en ambas preguntas quedan situadas mayoritariamente en los últimos lugares de la lista. En cambio, todos los profesores consideran que son objetivos importantes cuando se les pide su valoración aisladamente. Estas diferencias son importantes porque nos permiten reconocer que, aunque un objetivo se considere muy válido, puede ocurrir que realmente no se tenga en cuenta, y ello puede deberse al hecho de que, muchas veces, ante la falta de tiempo para profundizar en todas las finalidades, inconscientemente se seleccionan las de siempre.

- Finalidades del aprendizaje científico**
- 1) Adquirir conocimientos sobre teorías y hechos científicos
 - 2) Despertar la conciencia respecto a la necesidad de conservar el medio natural y la salud
 - 3) Adquirir conocimientos sobre aplicaciones de la ciencia en la vida cotidiana
 - 4) Preparar a los estudiantes para poder seguir sin dificultades los estudios posteriores
 - 5) Aprender a disfrutar haciendo ciencia
 - 6) Desarrollar actitudes científicas como la curiosidad, el espíritu crítico, la honestidad, la perseverancia, ...
 - 7) Aprender técnicas de trabajo experimental como medir, filtrar, utilizar la lupa y otros instrumentos, hacer montajes para la experimentación, etc.
 - 8) Aprender a trabajar en equipo, a organizar el trabajo, a buscar información y, en general, aprender a aprender.
 - 9) Desarrollar el pensamiento lógico y racional (ej. clasificar, comparar, inferir, deducir, ...)
 - 10) Ayuda a aprender a utilizar los diferentes lenguajes utilizados en la expresión de las ideas científicas

Figura 10.1 Finalidades de la Enseñanza de las Ciencias (adaptación de Sands y Hull, 1985)

De hecho las finalidades expresan el conjunto de valores educativos del enseñante, de la escuela y de la sociedad. Claxton (1994), por ejemplo, analiza críticamente diferentes posibles objetivos de la enseñanza de las ciencias. Es posible reconocer los valores contrapuestos en su lista (figura 10.2) y la posible diversidad de opciones que orientan el diseño de las unidades didácticas.

- Transmitir conocimientos científicos vs Mejorar las teorías de los jóvenes sobre el mundo, para que lo puedan comprender mejor y actuar sobre él con más eficacia
- Pensar rectamente vs Promover que los jóvenes aprendan mejor
- Formar científicos rutinarios vs Formar científicos fronterizos
- Ofrecer a los estudiantes una comprensión del mundo de la verdadera ciencia vs Promover una alfabetización científica

Figura 10.2 Objetivos generales de la Enseñanza de las Ciencias (adaptación de Claxton, 1994)

Como se ha indicado, los objetivos específicos se van concretando a medida que se va diseñando la unidad didáctica. En su definición influyen, además de las ideas-matriz, los valores e intereses de todo enseñante, referentes como las orientaciones ministeriales y los acuerdos en relación al proyecto educativo y curricular del centro, y los antecedentes del grupo-clase en cuanto a intereses, niveles de desarrollo, hábitos y conocimientos previos.

Sin embargo, a partir de los estudios sobre las concepciones alternativas del alumnado, cada vez más se considera que los objetivos que orientan el diseño de una unidad didáctica para la enseñanza de las ciencias deberían basarse en concretar cuáles son las dificultades y obstáculos que se pretende ayudar a superar (Peterfalvi, 1997). Por ejemplo, el objetivo de una unidad no sería tanto ‘desarrollar la capacidad del alumnado para explicar el modelo cinético-molecular de la materia’ como ‘desarrollar su capacidad para pasar de formas *macroscópicas* de explicación de la materia a formas *microscópicas*’. La explicitación de los objetivos posibilita que se puede identificar lo que realmente se prioriza enseñar y valorar su coherencia y significatividad, tanto en relación a una unidad didáctica como al conjunto del currículo.

Los objetivos de una unidad didáctica deberían ser pocos y básicos, y estar en consonancia con el tiempo previsto de enseñanza. Las grandes listas de objetivos no sirven para nada ya que ni priorizan, ni se pueden cumplir. Evolucionar o cambiar formas de explicar o de hacer no es algo que se pueda conseguir con poco tiempo. Generalmente, especialmente en los objetivos relacionados con contenidos de tipo procedimental y actitudinal, se acostumbran a citar muchos objetivos que de hecho no se enseñan, sino que se consideran ya conocidos por los estudiantes. Por ejemplo, muchas veces se escribe que un objetivo es que el alumnado “sea capaz de leer gráficos” cuando no se diseña ninguna actividad con tal finalidad y, en cambio, sí se incluye alguna actividad en la que los alumnos deben aplicar dicho conocimiento (y, por ello, se supone que ya lo han aprendido). Enseñar a leer gráficos científicos requiere dedicar bastantes horas a su aprendizaje.

Dada la variedad de factores que intervienen en la toma de decisiones no es fácil decidir qué es lo esencial a enseñar, pero intentar concretarlo es un esfuerzo muy interesante ya que promueve valorar si dichas decisiones son coherentes. Por ejemplo, será importante interrelacionar los objetivos explicitados y los objetivos que se reflejan en las actividades de evaluación sumativa. Así, un profesora puede explicitar que pretende desarrollar la capacidad de los estudiantes para explicar el funcionamiento del cuerpo humano interrelacionando los distintos órganos (ya que considera necesario ayudarles a superar las habituales representaciones no sistémicas), pero luego, en la actividad utilizada para evaluar los aprendizajes, sólo se les pide que recuerden nombres de partes de

los órganos o que describan el funcionamiento de algún aparato, en vez de plantear preguntas del tipo “¿Para que le sirve a la mano el cerebro?”

De hecho, los estudiantes que tienen éxito en sus exámenes son los primeros en reconocer los objetivos reales del profesorado, y ‘estudian’ en función de ellos. Por ello será importante que el profesorado se plantee cómo compartir sus objetivos con *todos* los alumnos, cómo ir evaluando y reduciendo las diferencias entre sus representaciones y las de aquellos, e incluso hasta qué punto este proceso de negociación más o menos explícito influye en la evolución de sus prioridades. Una clase es un proceso dinámico en el que interaccionan personas con conocimientos e intereses muy diversos, por lo que está en constante evolución. Consecuentemente, evolucionan los objetivos iniciales del profesorado y evolucionan las percepciones iniciales del alumnado acerca de lo que debe aprender. Podríamos afirmar que un grupo-clase aprende cuando los objetivos de unos y otros llegan a coincidir, es decir, se comparten.

Para la redacción de cada objetivo específico Allall (1991) recomienda:

Ejemplo:

- Formularlo desde el punto de vista del estudiante *“Al finalizar la unidad didáctica, el estudiante tendría que ...”*
- Plantearlo como un desarrollo de sus capacidades (es difícil poder anticipar cual será el final del proceso, pero sí que se puede plantear como objetivo desarrollar capacidades) *“Al finalizar la unidad didáctica, el estudiante tendría que haber desarrollado la capacidad de ...”*
- Especificar la acción que se pretende que los estudiantes apliquen (a través de un verbo de acción no genérico como podrían ser los de ‘saber’ o ‘comprender’) *“Al finalizar la unidad didáctica, el estudiante tendría que haber desarrollado la capacidad de aplicar, comparar, poner en duda, revisar, identificar, explicar, deducir, analizar, planificar, justificar, etc. ...”*
- Especificar el contenido *“Al finalizar la unidad didáctica, el estudiante tendría que haber desarrollado la capacidad de aplicar la visión cinético-molecular de la materia, el principio de la degradación de la energía, construir gráficos proporcionales, ...”*
- Especificar el contexto en el cual los estudiantes deberían demostrar sus aprendizajes ya que el contexto permite delimitar el objetivo e identificar su finalidad. *“Al finalizar la unidad didáctica, el estudiante tendría que haber desarrollado la capacidad de aplicar la visión cinético-molecular de la materia, a la interpretación de fenómenos macroscópicos como por ejemplo, la dilatación”*

Las reflexiones anteriores nos muestran que la concreción de los objetivos de una unidad didáctica no debería ser considerada una actividad trivial, necesaria sólo para ser comunicada a los órganos de gobierno de un centro, o a la inspección. Y que la toma de decisiones en relación a los objetivos a promover debería hacerse de forma coordinada entre el profesorado del centro, ya que los resultados de la enseñanza no son nunca fruto

de un sólo profesor o profesora sino de una acción conjunta entre todos los que participan en el proceso educativo.

2.2. Criterios para la selección de contenidos

La selección de contenidos a enseñar no es fácil, y aun se ha estudiado y justificado poco cuáles deben ser y qué características deben tener.

Cada vez hay más conocimientos científicos (pensemos, por ejemplo, en la importancia de nuevos campos de conocimiento como la ingeniería genética, la electrónica o los nuevos materiales) y, en cambio, el tiempo dedicado a enseñarlos en la escuela disminuye en vez de aumentar. Por ello la selección debe hacerse de forma que los contenidos sean muy significativos y posibiliten la comprensión de fenómenos paradigmáticos en el campo de la ciencia y socialmente relevantes. La reflexión la proponemos en relación a 3 aspectos:

- a) ¿Qué tipos de contenidos?
- b) Relaciones entre la 'ciencia de los científicos' y la 'ciencia escolar'
- c) Significatividad social de los contenidos a seleccionar

a) ¿Qué tipos de contenidos?

Habitualmente los contenidos curriculares se acostumbran a distinguir según se refieran a conceptos, a procedimientos, o a actitudes. Algunos autores, como por ejemplo Fensham et. alt. (1994) son muy críticos con esta clasificación que, para ellos, es a la vez demasiado simple y abstracta, y no hace justicia a la riqueza de la ciencia. Es simple porque sitúa en tres categorías cosas que son epistemológicamente distintas. Abstracta, porque separa aprendizajes que se dan simultáneamente. Pobre, porque aprender ciencias es algo mucho más complejo. Por ello consideran que se necesitan nuevas tipologías para describir el contenido de la ciencia, que sólo se están empezando a plantear.

Por ejemplo, si analizamos uno de los objetivos definidos por Claxton (ver figura 10.2) "*Mejorar las teorías de los jóvenes sobre el mundo, para que lo puedan comprender mejor y actuar sobre él con más eficacia*" reconoceremos cómo se interrelacionan, de forma difícil de separar, contenidos del campo conceptual 'teorías', del campo experiencial 'sobre el mundo', del campo del pensamiento o formas de razonar 'comprender', del campo de los valores y actitudes 'para actuar con más eficacia' e incluso, implícitamente, del campo de la comunicación ya que para comprender o actuar se necesita desarrollar la capacidad de expresar las ideas.

Un modelo teórico agrupa de hecho un conjunto de 'saberes': conceptos, fenómenos, experimentos, instrumentos y técnicas, relaciones, analogías, proposiciones, imágenes, lenguaje, valores, etc. Los estudiantes, al inicio del aprendizaje, tienen sus propios modelos y su 'mejora' y evolución dependerá de los nuevos conceptos, fenómenos, experiencias, instrumentos y técnicas, relaciones, analogías, proposiciones, imágenes, lenguaje, valores, etc, que el enseñante promueva para que el propio alumno o alumna pueda evaluar y regular la forma de concebir su modelo (figura 10.3).

La diversidad de niveles y ritmos de aprendizaje requiere que la programación posibilite que todos los estudiantes aprendan desde sus puntos de partida. Es decir, no se trata tanto de que todos aprendan lo mismo, como de que cada uno progrese. Para conseguirlo no es tan importante diversificar las actividades como planificarlas de manera que los

niveles de elaboración del conocimiento puedan ser diversos. Si la clase está organizada cooperativamente, los mismos estudiantes son capaces de ayudarse entre ellos, por lo que la responsabilidad de los aprendizajes es compartida por todo el grupo-clase.

Nos encontramos, por tanto, con una gran variedad de contenidos a introducir en el aula, difícilmente clasificables y muy interrelacionados entre ellos. Aun así, la clasificación habitual en los 3 grandes grupos, a pesar de sus aspectos negativos, tiene la ventaja de promover que los enseñantes reconozcan que enseñar ciencias es algo más que enseñar conceptos y teorías. En concreto permite reconocer la importancia del aprendizaje de los procesos y técnicas asociados a los métodos utilizados por la ciencia para generar el conocimiento, y de la explicitación de los valores y actitudes asociados a dicho conocimiento. Sin embargo, es necesario no olvidar la riqueza de contenidos que configuran un modelo teórico científico si se quiere ayudar al alumnado a construir saberes significativos.

CONTENIDOS Y EVOLUCIÓN DE LOS MODELOS DEL ALUMNADO

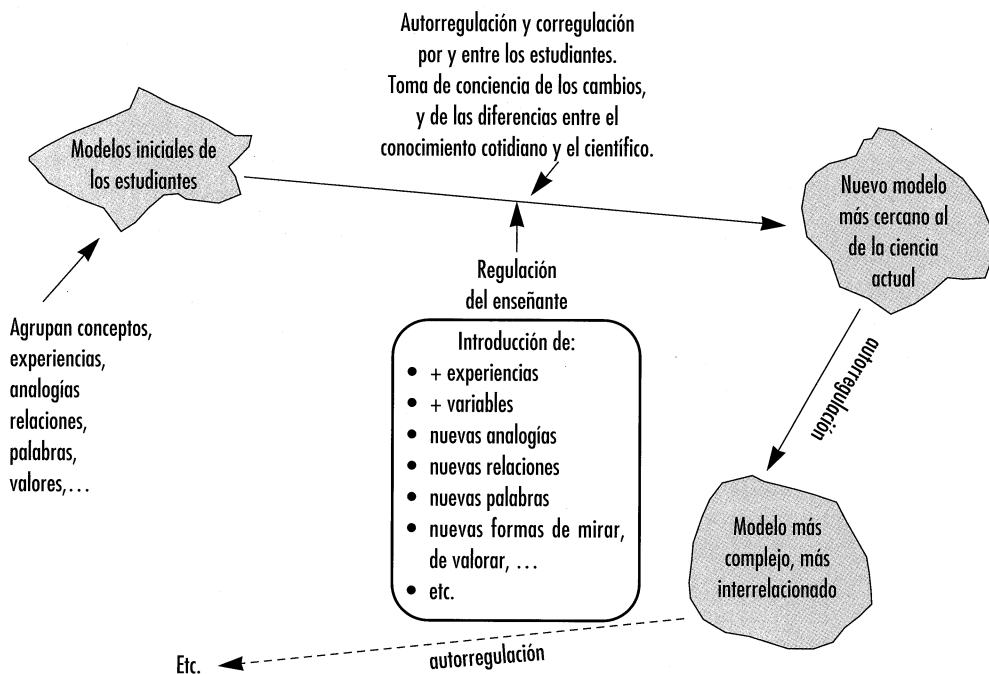


Figura 10.3

b) Relaciones entre la 'ciencia de los científicos' y la 'ciencia escolar'

Un segundo problema importante relacionado con la selección de contenidos se refiere a la caracterización de la ciencia escolar y de sus relaciones con los que configuran la ciencia. Toda selección implica un proceso de *transposición didáctica* (Chevallard, 1985). De hecho, se puede afirmar que la ciencia escolar utiliza modelos propios, que son transposiciones didácticas de los modelos de las distintas teorías científicas.

Por ejemplo, las leyes de Boyle nunca fueron escritas por Boyle y sí, en cambio, por alguien que se planteó como enseñar sus descubrimientos a otros. Esta persona hizo una transposición didáctica y se inventó algo nuevo, una ciencia de Boyle escolar. No debe confundirse la ciencia escolar con una simplificación de la 'otra' ciencia, sino que se trata de la construcción de un modelo nuevo que, aunque relacionado con el científico, incluye conceptos, lenguajes, analogías e incluso experimentos distintos.

Actualmente se está trabajando en el diseño de una ciencia escolar basada en los llamados conceptos estructurantes o metadisciplinarios. La gran variedad de disciplinas científicas y de nuevos conocimientos obliga a reconocer qué hay de básico y común a todos ellos y cuáles son los contenidos que poseen un carácter estructurador de todos los demás (García, 1998). Estos contenidos son, de hecho, formas de mirar los fenómenos que caracterizan las formas de mirar de la ciencia y, según estas líneas de trabajo, posibilitan la construcción de modelos de ciencia escolar más complejos que los que se aprenden habitualmente desde transposiciones didácticas clásicas.

Un ejemplo de ello serían los conceptos de cambio y de conservación. La ciencia se ocupa del estudio de los cambios. Por ejemplo: los cambios en el movimiento de los objetos, los cambios químicos, los cambios en los seres vivos o los cambios geológicos. Pero de hecho dichos cambios los 'mira' fundamentalmente buscando lo que se conserva. Así se puede comprobar que construir el concepto de cambio químico implica reconocer que, en él, los elementos, los átomos, la masa y la energía se conservan (figura 110.4).

De la misma forma, es importante apropiarse de las leyes de conservación del movimiento y reconocer la conservación de los genes o de los materiales terrestres para poder explicar cambios en la naturaleza. Esta manera de mirar y de conceptualizar es característica de la ciencia, como lo es la 'forma de mirar' discontinua (frente a la continua) o la que lleva a identificar regularidades entre una diversidad de objetos o fenómenos, o la que nos permite ver algo como un sistema (en vez de una suma de partes). Y todas ellas necesitan ser aprendidas, porque no son las maneras de mirar y de conceptualizar propias del conocimiento cotidiano.

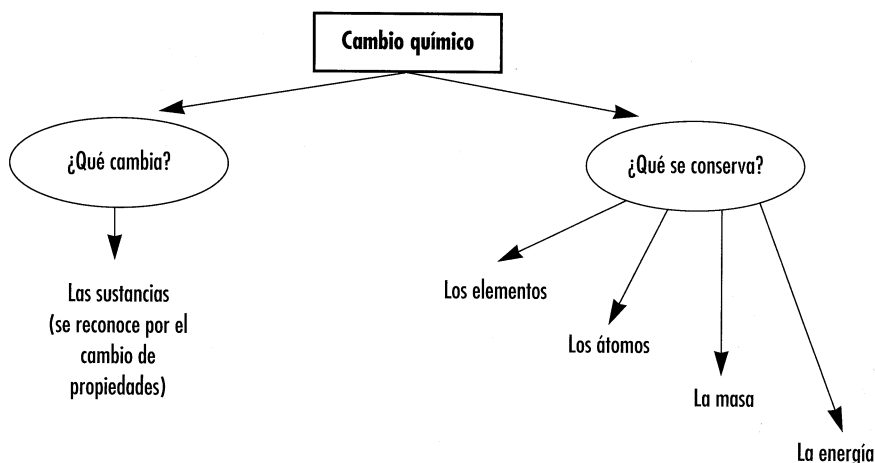


Figura 10.4

Aunque aun no hay consenso acerca de cuáles son estas nociones estructurantes, se citan como importantes las de diversidad/regularidad, cambio/conservación, interacción, estabilidad/equilibrio dinámico, continuidad/discontinuidad, suma de partes/sistema y determinismo/azar.

Para algunos (Gil, 1993) los conocimientos de este tipo son demasiado abstractos y generales para ser introducidos en fases iniciales del aprendizaje en la escuela, y por ello se considera que sólo se pueden construir después de aproximaciones inicialmente simplificadoras y disciplinares. Ello se justifica por la propia historia de la ciencia y por el hecho de que cada disciplina estudia niveles distintos de organización de la materia, que no se pueden mezclar sin caer en una visión empobrecida de la realidad.

Para otros (García y Merchán, 1997), la escuela debe profundizar en los problemas relevantes para los ciudadanos, y sólo tienen sentido abordarlos desde la perspectiva de la complejidad y de la consecuente interdisciplinariedad. Es en esta perspectiva en la que tienen sentido los conceptos estructurantes como ejes vertebradores del currículo.

Pero las dos aproximaciones no son excluyentes. De hecho la segunda visión incluye el aprendizaje de conceptos disciplinares aunque seleccionados e interrelacionados en función de las nociones estructurantes o transdisciplinares. La diferencia fundamental reside en si se considera que la ciencia escolar, al menos la de los años de enseñanza básica, sólo tiene sentido si es el resultado de la transposición didáctica de la ciencia disciplinar clásica, o si puede construirse otra que parta de la visión moderna y compleja de la ciencia actual.

c) Significatividad social de los contenidos a seleccionar

Por fin, un tercer tipo de criterios a tener en cuenta en la selección de contenidos se refiere a los relacionados con su significatividad social. Hasta hace pocos años, los contenidos se seleccionaban básicamente en función de las necesidades previstas para que algunos alumnos siguieran con éxito estudios posteriores. Actualmente, al generalizarse una educación científica básica para toda la población, es necesario plantearse la enseñanza de contenidos relevantes para comprender fenómenos y problemas cotidianos y ser capaz de actuar coherentemente.

El cambio de perspectiva no es banal. Comprender fenómenos reales exige identificar múltiples variables y la complejidad de sus interrelaciones. Exige también reconocer que la ciencia es una forma cultural en constante evolución y, por ello, que se sabe aun poco de los nuevos fenómenos como el cambio climático, el SIDA, o las consecuencias del uso de plantas o animales transgénicos. Ello contrasta con la visión tradicional de la ciencia escolar, basada en la enseñanza de conocimientos muy consensuados a lo largo de los siglos y no de los que hoy están en discusión (Sanmartí y Izquierdo, 1997).

Las llamadas temáticas transversales –la educación ambiental, del consumidor, para la salud, para la paz, etc.–, así como la educación tecnológica, son las que generan buena parte de los criterios para la selección de los contenidos a enseñar, ya que se refieren a temáticas relevantes en la sociedad actual. No es de extrañar, pues, que los currículos del tipo Ciencia-Tecnología-Sociedad (C-T-S), sean los que actualmente se consideren más idóneos para la enseñanza de las ciencias.

2.3. Criterios para organizar y secuenciar los contenidos

Para estructurar la unidad didáctica se debe, por un lado, seleccionar temáticas o

ideas en función de las cuales organizar los contenidos y, por el otro, secuenciarlos, es decir, distribuirlos en el tiempo.

Estas decisiones dependen fundamentalmente de las finalidades y objetivos priorizados. Tal como indica Lucas (1993), un currículo basado en temáticas transversales, más que omitir contenidos tradicionales, lo que hace es cambiar el énfasis puesto en cada uno de ellos, la forma en que el alumno es motivado y la secuencia de enseñanza. Por ejemplo, si se tiene como finalidad la educación ambiental, el estudio de la fotosíntesis toma sentido si sirve para interpretar el ciclo del carbono global y el efecto invernadero. Los conceptos e ideas se organizan alrededor de estas temáticas y se secuencian en función de la construcción del modelo 'ciclo del carbono'. Desde esta perspectiva, el concepto de fotosíntesis es subsidiario del de 'ciclo del carbono'.

Puede también plantearse una organización basada en una perspectiva que se podría llamar de 'ciencia pura'. Desde este punto de vista, los problemas transversales se estudian como aplicación de conceptos e ideas científicas generales. En este caso, el ciclo del carbono y el efecto invernadero serían aplicaciones derivadas del estudio de la fotosíntesis, el cual tendría la categoría de concepto básico a construir.

Para concretar la organización de una unidad didáctica puede ser útil el uso de mapas conceptuales, tramas de contenidos o, simplemente, esquemas. A partir de ellos se ponen de manifiesto las interrelaciones entre los contenidos, lo que no se consigue con las listas de las clásicas programaciones. Por ejemplo, la figura 10.5 recoge un mapa conceptual planteado alrededor del concepto de 'cambio químico'.

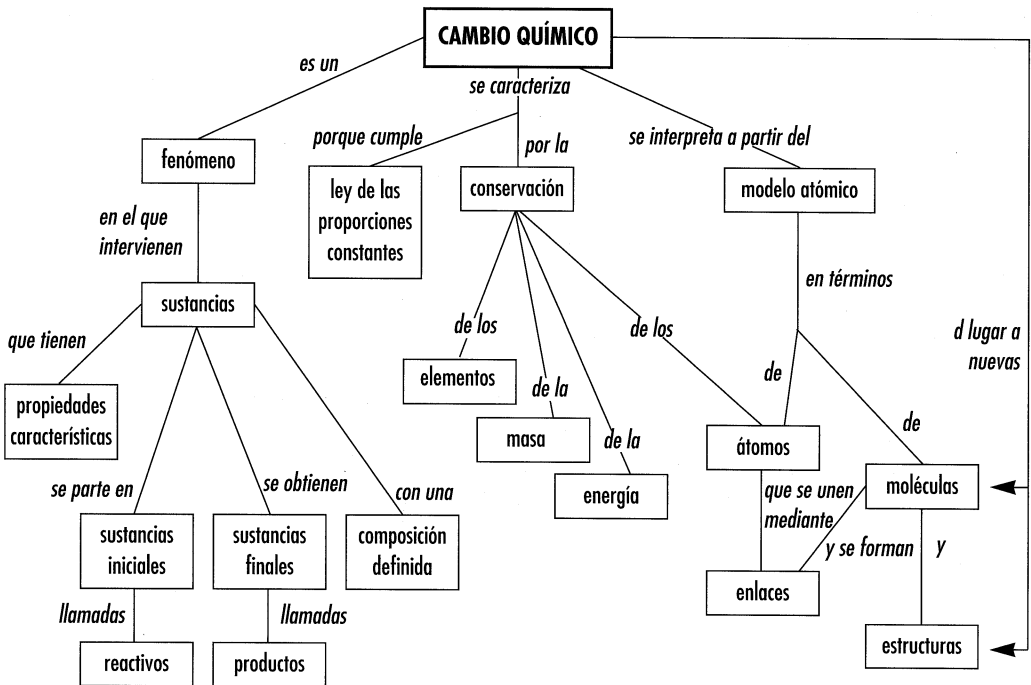


Figura 10.5

También se considera muy útil utilizar otro tipo de esquemas que posibiliten poner mejor en evidencia las interrelaciones entre todos los tipos de contenidos que ayudan a construir una idea central. Se trataría de identificar el problema o temática objeto de estudio y, a partir de él, interrelacionar nociones estructurantes, preguntas-clave, conceptos, experiencias, valores y actitudes, etc. Por ejemplo, la figura 10.6 recoge un esquema de este tipo.

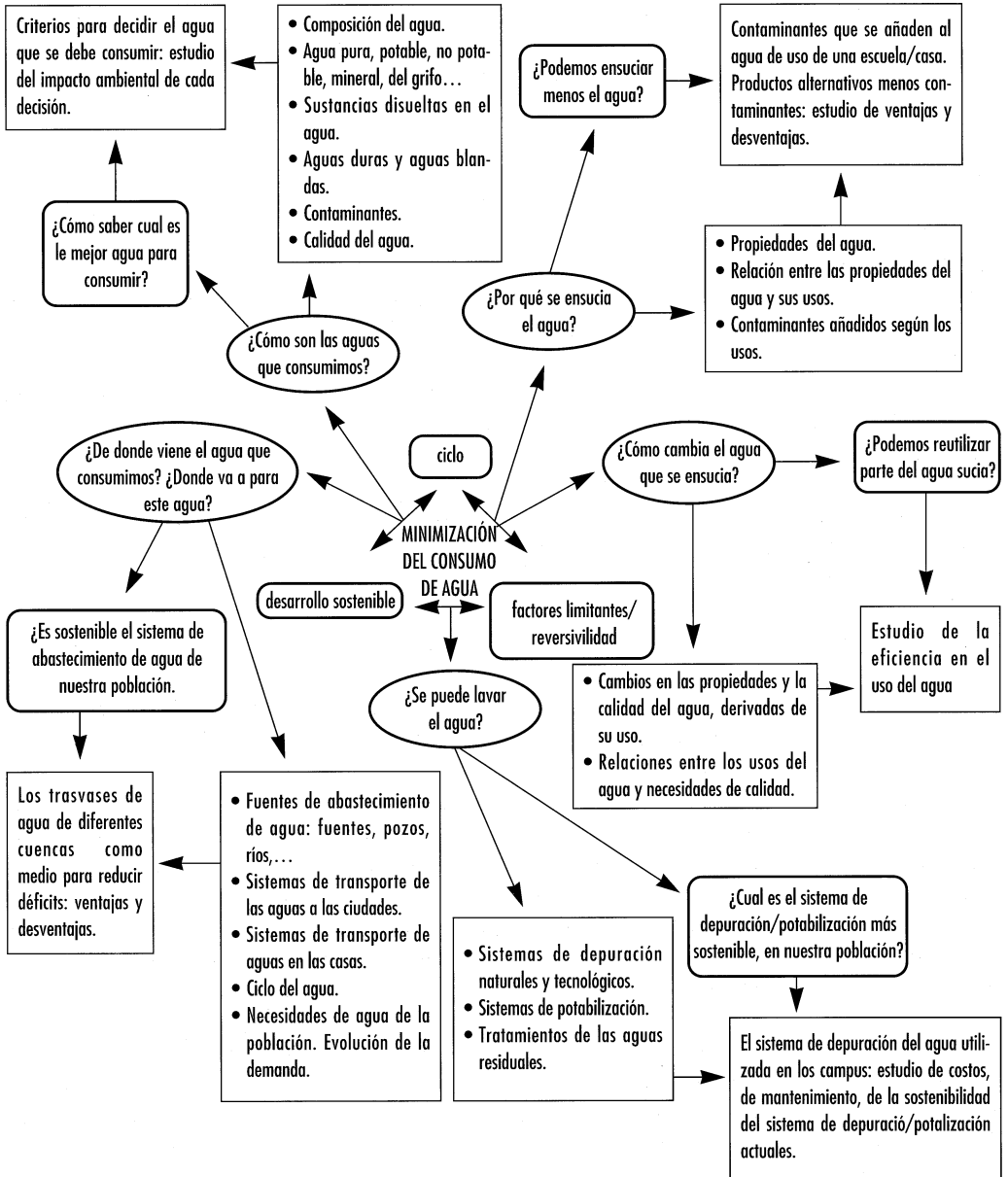


Figura 10.6

Estos esquemas y mapas permiten visualizar los principales contenidos interrelacionados alrededor de un problema, idea o concepto, pero no dicen nada sobre los criterios de secuenciación. Sin embargo, como enseñar es un proceso que se realiza a lo largo de un tiempo determinado, estas ideas deberán introducirse de forma más o menos ordenada.

Hasta hace pocos años se secuenciaba básicamente en función de la Biología, la Física, la Geología o la Química General del primer curso de las licenciaturas universitarias y casi todos los currículos presentaban una ordenación muy común. Por ejemplo, el estudio de la Física en secundaria debía empezar forzosamente por la cinemática y el de la Biología por el estudio de la célula. Y dentro de la cinemática, primero se estudiaba el movimiento rectilíneo uniforme, y luego el acelerado, el circular, etc.

Pero desde las nuevas aproximaciones a la definición de la ciencia escolar estas ordenaciones dejan de tener sentido.

Así, desde una aproximación más sistémica, el problema didáctico es cómo favorecer que los modelos iniciales de los estudiantes evolucionen, desde sus representaciones simples y/o alternativas, a otras más complejas y/o cercanas a los modelos científicos actuales (figura 10.3). Por ello será importante analizar el modelo de forma holística, es decir, profundizando de forma interrelacionada en las distintas variables. Desde este punto de vista no es tan importante decidir por qué contenido empezar, sino que los que se vayan introduciendo sirvan para que el alumnado autoevalúe y regule sus dificultades. Dichas dificultades son, como la investigación didáctica ha destacado, obstáculos a superar para que el modelo inicial evolucione.

Así, por ejemplo, diferenciar entre una disolución y un compuesto no es sólo un problema de aprender a clasificar sustancias, sino que requiere reconocer que en un compuesto las propiedades de sus componentes no se conservan, y esta idea está muy lejos de ser intuitiva y aceptada. Los estudiantes asocian propiedades a elementos (o a algo 'sustancial'), y les cuesta admitir que el color azul del sulfato de cobre hidratado no se deba a alguna sustancia que contiene y lo 'tiñe', o que el elemento-cobre tenga propiedades distintas del ión-cobre.

Pero es más: construir el concepto 'compuesto' implica construir también el concepto de sustancia pura, de cambio químico, conocer procedimientos de separación, aceptar que la proporción entre sus componentes (en masa, en nº de átomos) se conserva, etc. etc. Todos estos atributos que permiten conceptualizar la idea de compuesto químico deberán ser introducidos a lo largo de los años de escolaridad del estudiante. Es posible que haya muchas vías distintas, pero todas ellas deberán posibilitar que los estudiantes vayan aumentando el grado de complejidad de su idea de compuesto.

Estas reflexiones conducen a reconocer que es necesario tomar decisiones argumentadas didácticamente acerca del orden de presentación de las nuevas ideas a construir. Parece razonable tener en cuenta variables como: su posible grado de concreción *vs* abstracción, el nivel de simplicidad *vs* complejidad, su carácter más general *vs* particular y, también y muy especialmente, la proximidad con las intuiciones o ideas previas de los alumnos y alumnas. Una regla a tener en cuenta es que las nuevas ideas no deben ser tan distintas de sus puntos de partida que imposibiliten apropiarse de ellas, ni tan cercanas que no permitan la construcción de algo nuevo y significativo. Consecuentemente será importante proponer el aprendizaje de un modelo o idea a través de aproximaciones sucesivas, a partir de definir posibles hipótesis de evolución o progresión (currículo en

espiral), tanto a lo largo de una unidad didáctica como de un curso y de toda la escolaridad.

2.4. Criterios para la selección y secuenciación de actividades

Se enseña y se aprende a través de actividades, por lo que, en todo diseño didáctico, los criterios para la selección y secuenciación de éstas son muy importantes. Las actividades son las que posibilitan que el estudiante acceda a conocimientos que por sí mismo no podría llegar a representarse. Incluso para Driver y Oldham (1986), un currículo ha de ser más una lista de actividades que una lista de contenidos y objetivos, ya que muchos de los objetivos de enseñanza se derivan de las actividades seleccionadas y no a la inversa.

Pero no es una actividad concreta la que posibilita aprender, sino el proceso diseñado, es decir, el conjunto de actividades organizadas y secuenciadas, que posibilitan un flujo de interacciones con y entre el alumnado y entre el alumnado y el profesorado (figura 10.7). Por ello, la actividad no tiene la función de promover un determinado conocimiento, como si éste se pudiera transmitir en porciones, sino de plantear situaciones propicias para que los estudiantes actúen (a nivel manipulativo y de pensamiento), y sus ideas evolucionen en función de su situación personal (puntos de partida, actitudes, estilos, ec.).

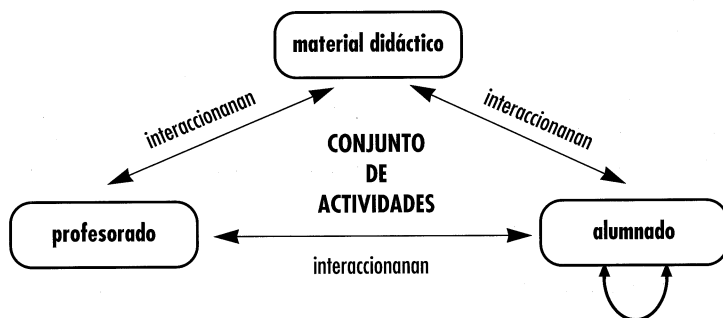


Figura 10.7: Interacciones que se promueven al realizar actividades

Desde este punto de vista, las actividades se diferencian no sólo por los contenidos que introducen, sino sobretudo por sus finalidades didácticas, es decir, por la función que el enseñante cree que puede tener en relación al proceso de enseñanza diseñado. Este proceso de enseñanza es la hipótesis que formula el profesor o profesora sobre cual puede ser el mejor itinerario para sus alumnos con el objetivo de que aprendan, teniendo en cuenta tanto los contenidos a introducir como las características y diversidad de su alumnado, así como otras variables como el tiempo y material disponible.

Por ejemplo, una misma actividad experimental puede tener objetivos didácticos muy diferenciados. Puede ser útil para explorar ideas del alumnado y motivarlos, para promover que identifiquen nuevas variables y/ relaciones, o para aplicar conocimientos introducidos anteriormente. En cada caso, aunque el experimento sea básicamente el mismo, variaría la forma de plantearlo, cómo presentarlo a los alumnos y alumnas, la discusión acerca de las observaciones realizadas, el tipo de conclusiones esperadas, etc.

La selección y secuenciación de las actividades depende, pues, del modelo o enfoque que cada profesor tiene acerca de cómo mejor aprenden sus alumnos. Así, desde un modelo transmisivo de enseñanza, la explicación del enseñante, la lectura del libro de texto y las experiencias de tipo demostrativo, se consideran básicas. En cambio, desde modelos constructivistas serán fundamentales las actividades que tiendan a promover que el alumnado autoevalúe y regule sus formas de pensar y actuar, como serán las que favorezcan la expresión de sus ideas, su contrastación –entre el alumando y/o con la observación experimental–, el establecimiento de nuevas interrelaciones, la toma de conciencia de los cambios en los puntos de vista, etc.

Aún así, en base a los supuestos constructivistas, existen diversas propuestas que confieren diferentes finalidades didácticas a las actividades de enseñanza (Pozo y Gómez Crespo, 1998; Astolfi y Peterfalvi, 1997). Por ejemplo, para unas propuestas las actividades tienen fundamentalmente la función de estimular el conflicto cognitivo y el cambio conceptual. Otras se proponen promover el redescubrimiento de las ideas científicas a partir de la investigación. Otras, facilitar la reorganización del conocimiento mientras que, para otras propuestas, se trata de promover la evolución y enriquecimiento de los modelos elaborados por los propios alumnos

De hecho, estas propuestas son más complementarias que divergentes. Debe recordarse que, tal como indican Johsua y Dupin (1983), las *leyes de la didáctica* que se puedan enunciar se referirán más a las cosas que no pueden suceder (constricciones) que a cómo deberían suceder (prescripciones). Así, podemos afirmar que, para aprender ideas científicas que representen cambios importantes en las formas cotidianas de explicar los fenómenos, no sirven actividades basadas sólo en la transmisión de las nuevas ideas o en la realización de experiencias para su descubrimiento o la creación de conflictos racionales. Sin embargo, no se puede prescribir cuáles son las actividades idóneas y cómo distribuir las en un itinerario de forma parecida a como se hace en una receta para obtener un pastel.

Aun así, actualmente las diferentes propuestas de selección y secuenciación de actividades tienen en común algunos rasgos que se pueden destacar. Así, se diferencia entre:

- Actividades de iniciación, exploración, de explicitación, de planteamiento de problemas o hipótesis iniciales...
- Actividades para promover la evolución de los modelos iniciales, de introducción de nuevas variables, de identificación de otras formas de observar y de explicar, de reformulación de los problemas...
- Actividades de síntesis, de elaboración de conclusiones, de estructuración del conocimiento...
- Actividades de aplicación, de transferencia a otros contextos, de generalización...

a) Actividades de iniciación, exploración, de explicitación, de planteamiento de problemas o hipótesis iniciales...

Son actividades que tienen como objetivo facilitar tanto que los estudiantes definan el problema a estudiar, como que expliciten sus representaciones. A través de ellas se elabora una primera representación de los objetivos del trabajo. Han de ser actividades motivadoras, que promuevan el planteamiento de preguntas o problemas de investigación significativos y la comunicación de los distintos puntos de vista o hipótesis.

También se caracterizan por promover el análisis de situaciones simples y concretas,

cercanas a las vivencias e intereses del alumnado. Tienen la función de epítome, por lo que han de ser globales, es decir, han de posibilitar la expresión de los distintos modelos. Generalmente buscan la expresión de las ideas (verbalmente o a través de dibujos) en relación a un fenómeno observado cotidianamente o a partir de la manipulación realizada en el aula.

A través de este tipo de actividades, el profesorado puede identificar los diversos puntos de partida, todos válidos. Se considera importante que los estudiantes perciban que sus ideas son acogidas y valoradas positivamente, y reconozcan que entre ellos hay diversidad de puntos de vista, de explicaciones, de interpretaciones, de intereses, de maneras de formular el problema, etc., todas ellas dignas de ser tenidas en cuenta.

b) Actividades para promover la evolución de los modelos iniciales, de introducción de nuevas variables, de identificación de otras formas de observar y de explicar, de reformulación de los problemas...

Las actividades de este tipo estarán orientadas a favorecer que el estudiante pueda identificar nuevos puntos de vista en relación con los temas objeto de estudio, formas de resolver los problemas o tareas planteadas, atributos que le permitan definir los conceptos, relaciones entre conocimientos anteriores y los nuevos, etc. Las propuestas metodológicas pueden ser distintas, en función tanto del tipo de contenido a enseñar como de los conocimientos anteriores del alumnado.

En general, estas actividades pueden ser de todo tipo –observaciones e investigaciones experimentales, simulaciones, comparación con explicaciones dadas a lo largo de la historia de la ciencia, explicaciones, lecturas, vídeos...-. En todas ellas será fundamental la discusión y cooperación entre los componentes del grupo-clase. Su finalidad es que el alumno o alumna reflexione –individual y colectivamente– acerca de la consistencia de su hipótesis, percepción, actitud, forma de razonamiento o modelo inicial.

Son importantes las actividades que pretenden facilitar que el alumnado enriquezca su visión inicial del problema y su explicación, ya sea a partir de la realización de nuevas experiencias, del establecimiento de nuevas analogías y nuevas relaciones, del conocimiento de nuevas informaciones y de un uso más preciso del lenguaje. Todo ello con el objetivo de que pueda producirse una reestructuración en la forma de mirar, de pensar, de sentir y de hablar en relación al fenómeno o tema objeto de estudio (Arca et al., 1990).

Generalmente, en la secuenciación de estas actividades, explícita o implícitamente se parte de unas hipótesis de progresión (García, 1998). El enseñante tiene en cuenta la dificultad de los obstáculos a superar, el grado de abstracción en la formulación de las ideas, el incremento en el nivel de complejidad tanto de las situaciones analizadas como del modelo utilizado para analizarlas, etc. Aun se conoce poco acerca del posible valor de unas hipótesis de progresión en relación a otras, pero sí que se sabe que no sirve presentar los modelos formulados a un nivel máximo de abstracción y complejidad y que la actividad del alumno se reduzca a aplicarlos. Por ejemplo, no sirve ‘explicar’ el modelo cinético-molecular de la materia, sino que dicho modelo lo han de construir los alumnos a partir de su actividad conjunta.

c) Actividades de síntesis, de elaboración de conclusiones, de estructuración del conocimiento...

Cada vez más se considera que es importante introducir, en el proceso de enseñanza,

actividades que favorezcan que el alumnado explicita qué está aprendiendo, cuáles son los cambios en sus puntos de vista, sus conclusiones, es decir, actividades que promuevan la abstracción de las ideas importantes, formulándolas de forma descontextualizada y general. Desde planteamientos tradicionales, se consideraba que este conocimiento lo debía transmitir el profesorado o el libro de texto. Las actividades del alumnado se limitaban a copiar la síntesis del docente y memorizarla.

Pero la síntesis o el ajuste es siempre personal, y la hace cada estudiante en función del grado de evolución de sus ideas. La síntesis del profesorado sólo es útil para los estudiantes que piensan y modelizan de forma muy parecida al docente. El resto puede haber realizado otro tipo de ajustes, válidos aunque parciales, y si no llegan a poder explicitarlos, muchas veces no se integran de forma significativa en su estructura de conocimientos. Por ejemplo, la manera como cada estudiante se representa su idea de compuesto o de ecosistema, o lo que debe hacer para construir un gráfico, forzosamente será distinta entre los componentes de un mismo grupo-clase, aunque todos hayan realizado las mismas actividades.

Cada alumno o alumna ha de ser capaz de extraer conclusiones y de reconocer las características del modelo reelaborado y de comunicarlo utilizando instrumentos formales y palabras que se usan en las diferentes disciplinas. Estos instrumentos deben estar relacionados con las preguntas o problemas planteados inicialmente, y posibilitar la esquematización y estructuración coherente de las distintas formas de resolución.

Estas síntesis personales serán forzosamente provisionales, ya que los aprendizajes realizados no deben considerarse como puntos finales sino como etapas de un proceso que discurre a través de toda la vida. Pueden ser modelos matemáticos, esquemas, dibujos, mapas conceptuales, "V" de Gowin, bases de orientación o, sencillamente, resúmenes de sus aprendizajes, etc. Pueden presentarse a través de murales, exposiciones, en diarios personales, revistas del centro, 'conferencias' impartidas a otros grupos-clase o a familiares, etc.

Cada estudiante debe encontrar su propia forma de expresar sus conocimientos por lo que no sirve dar síntesis, esquemas o definiciones ya elaboradas. Sin embargo, estas síntesis sí que pueden ser mejoradas por contrastación con las de otros, sean las de los compañeros, la del profesor o las de libros de texto.

d) Actividades de aplicación, de transferencia a otros contextos, de generalización...

Este tipo de actividades están orientadas a transferir las nuevas formas de ver y explicar a nuevas situaciones, más complejas que las iniciales. Se considera que, para conseguir que el aprendizaje sea significativo, se deben ofrecer oportunidades a los estudiantes de manera que apliquen sus concepciones revisadas a situaciones o contextos nuevos y diferentes.

Uno de los problemas más importantes que tiene que afrontar el docente en su tarea es el hecho de que los estudiantes no transfieren fácilmente los aprendizajes, conseguidos a partir de manipulaciones, experiencias o reflexiones con ejemplos concretos, a otros núcleos de experiencias con los que están relacionados, pero cuya relación no perciben. Para ellos, cada nueva situación es un nuevo aprendizaje.

Pueden ser actividades en las que los estudiantes se planteen nuevos problemas, pequeños proyectos o investigaciones. Muchas veces se confunde este tipo de activida-

des con los tradicionales problemas o ejercicios, en los que se busca más la mecanización que dar oportunidades reales de usar y aplicar las nuevas ideas a la interpretación de fenómenos más complejos que los iniciales. Más bien deberían ser actividades que, de hecho, iniciaran un nuevo proceso de aprendizaje, y posibilitar el planteamiento de nuevas preguntas e interrogantes.

En el esquema de la figura 10.8 se resumen estos tipos de actividades situándolas en función de sus niveles de abstracción y de complejidad. Es importante tener en cuenta que esta clasificación no implica que el proceso de enseñanza se reduzca a la aplicación mecanicista de las mismas, en el orden señalado. Habitualmente, en una misma hora de clase se combinan momentos de actividad con finalidades didácticas variadas y, al mismo tiempo, dichas actividades se puede considerar que forman parte de un ciclo más general. Tampoco necesariamente deben ser actividades distintas, ya que a menudo una actividad puede tener funciones simultáneas de exploración, de reconocimiento de nuevas variables, etc., según cómo profesor y alumnos reflexionen a partir de ella. Pero su diferenciación puede ser útil para analizar la calidad del diseño de una unidad didáctica.

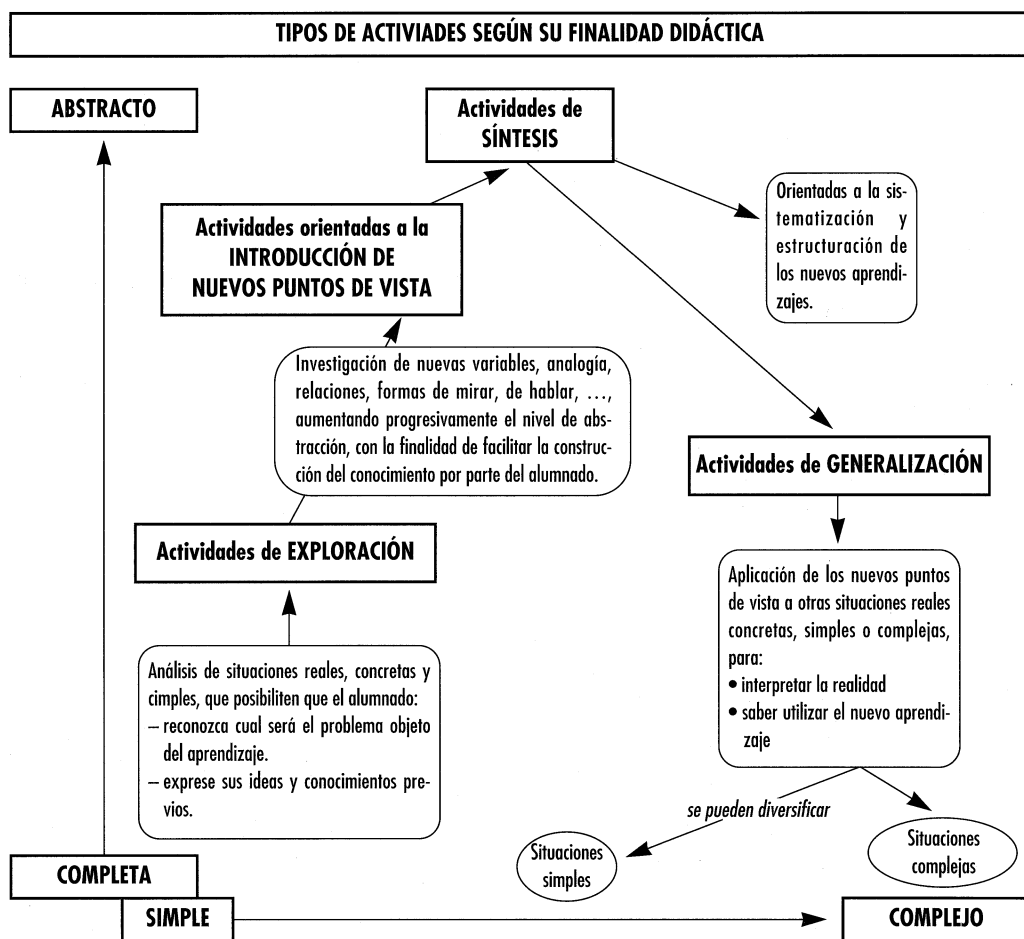


Figura 10.8

2.5. Criterios para la selección y secuenciación de las actividades de evaluación

Cambiar el modelo sobre cómo aprenden los alumnos y, en consecuencia, sobre cómo enseñar, conlleva un cambio en todas las prácticas educativas incluidas en la profesión de enseñante. Sin duda, uno de los cambios más radicales es el que hace referencia a la función de las actividades de evaluación, a su tipología, a su relación con las otras actividades que se realizan en el marco escolar y, muy especialmente, a quién evalúa.

La evaluación y, muy especialmente, la autoevaluación formativa tienen la función de motor de la evolución o cambio de las representaciones iniciales. Por ello, en el diseño de una unidad didáctica es fundamental la toma de decisiones acerca de qué actividades de evaluación introducir, en qué momento y qué aspectos son los importantes evaluar. En el capítulo 9 se analiza con detalle el problema de la evaluación y los criterios para dicha toma de decisiones.

2.6. Criterios para la organización y gestión del aula

El diseño de la unidad didáctica debe prever también una organización y gestión del aula orientada a crear entornos de aprendizaje que fomenten un ambiente de clase y unos valores favorables a la verbalización de las ideas y de las formas de trabajo, que fomenten el intercambio de puntos de vista, el respeto a todos ellos, su confrontación y la elaboración de propuestas consensuadas.

En las situaciones escolares, la toma de conciencia, por parte de cada alumno o alumna, de sus propias dificultades, y la autorregulación de las mismas, se producen fundamentalmente en el marco de las diversas interacciones sociales que tienen lugar en el aula. Entre alumnos y enseñante, y entre los mismos alumnos, hay diferencias en los modos de ver o explicar un fenómeno, y esta diversidad es lo que posibilita avanzar. Podríamos afirmar que si no hubiera diversidad en el aula debería provocarse, ya que sin puntos de vista diferentes no es posible construir conocimientos.

Por ello, se puede afirmar que en el diseño de las unidades didácticas debe preverse especialmente la forma de organizar el grupo y la distribución del tiempo y del espacio en función de dicha organización. Dos son las preguntas fundamentales a las que debe responder la gestión del aula:

- a) ¿Cómo favorecer la comunicación en el aula?
- b) ¿Cómo atender a la diversidad del alumnado?

a) ¿Cómo favorecer la comunicación en el aula?

La situación de aprendizaje es fundamentalmente una situación social de comunicación y un lugar de interacción entre profesorado y alumnado y entre los mismos alumnos alrededor de una tarea o de un contenido específico. El enseñante intenta facilitar el aprendizaje a partir de intervenciones relacionadas tanto con los aspectos conceptuales como con los procedimentales y los actitudinales. Los estudiantes aprenden discutiendo entre ellos y con el profesor, comparando, desarrollando valores y actitudes más o menos favorables al aprendizaje, etc.

Y todo ello en relación a determinados contenidos que son el objeto de estudio en el aula, y al uso de determinados materiales y recursos didácticos, cada uno de los cuales

genera también nuevos valores, estrategias y formas de ver. No se pueden analizar las interacciones en el aula al margen de los contenidos que se tratan ni de los tipos de materiales que se utilizan o de las actividades que se llevan a cabo.

Este enfoque de la situación de enseñanza/aprendizaje como un acto de comunicación subraya la continua influencia conjunta de los conflictos sociales y culturales, y de los conflictos cognitivos, sobre el desarrollo de las formas de pensar y hacer de los estudiantes.

Se puede, pues, afirmar que el aula debe organizarse de tal forma que posibilite la *comunicación* entre los actores de la situación didáctica, es decir, debe:

- favorecer la *verbalización* de las propias formas de pensar y de actuar, para así,
- posibilitar la *explicitación* de las diversas representaciones y la *contrastación* entre ellas,
- estimular la *negociación* de los diferentes puntos de vista y,
- llegar a una *concertación*, es decir, a pactos.

Pero esta comunicación sólo puede tener lugar si se institucionalizan ‘reglas de juego’ de tipo *cooperativo* que la faciliten. Por ejemplo, será difícil que la comunicación se dé en un ambiente de clase competitivo, en el que primen los monólogos del profesor y el trabajo individual del alumnado. Y tampoco se favorecerá si los alumnos trabajan en ‘equipos’ en los que unos copian de otros o de libros, o en los que más que comunicación hay división del trabajo.

En cualquier aula, si el profesorado no promueve formas de trabajo y valores respecto al trabajo tendentes a la ayuda mutua, se institucionalizarán otros valores y formas que serán los habituales en sus ambientes sociales y en la misma escuela. Por ejemplo, para que los alumnos expresen sus ideas es necesario cambiar el estatus del error y valorarlo como algo positivo a partir del cual se aprende. Si no se cometieran errores no sería necesario ir a la escuela. Ello implica que cualquier idea debe ser acogida y valorada positivamente, que nadie puede tener un conocimiento ‘perfecto’ del algo, ni nadie puede no ‘saber’ nada, etc.

También es imposible que haya comunicación cuando sólo se priman aquellas actividades individuales que luego se traducen en notas para la calificación final. En este caso se estimula la copia o el aprendizaje memorístico. Por contra, será importante dar valor a actividades en las que se prime una cooperación real, por ejemplo con trabajos de grupo realizados a partir de individuales en los que se reflejen las aportaciones de los distintos miembros del grupo.

La comunicación también se favorece cuando se da tiempo para pensar y expresar las propias ideas. Por ejemplo, todos los estudios demuestran que los alumnos aprenden más cuando se les deja un tiempo inicial para que piensen sus respuestas a las preguntas planteadas, ya sea por el profesor al grupo o por los alumnos al profesor, ya sea en las actividades a realizar en pequeño grupo. No es tan importante que la respuesta sea la adecuada, como que se haya empezado a pensar en los propios puntos de vista. Si no hay estos espacios de tiempo para pensar individualmente no puede haber interacción entre las diversas formas de pensar. Y dar respuestas rápidas, tanto por el profesorado como por el alumnado, sólo promueve que piensen algunos y que los demás esperen a que alguien dé la respuesta ‘correcta’ para copiarla y memorizarla.

Así pues, el diseño de una unidad didáctica debe prever que en la realización de las actividades se coordinen espacios de tiempo dedicados al trabajo individual con otros en los que se trabaje en pequeños grupos y/o en gran grupo.

Podríamos afirmar, por tanto, que la secuencia “actividad individual-actividad con otros-actividad individual” es la que más favorece el aprendizaje. Pero ello requiere una buena institucionalización del aula, y que sus miembros hayan negociado y pactado sus reglas de funcionamiento. Será importante tener en cuenta la distribución del tiempo y del espacio, así como la organización de pequeños grupos de trabajo en los que se delegue buena parte de las funciones de evaluación-regulación de los errores de los miembros del grupo y de control del propio funcionamiento.

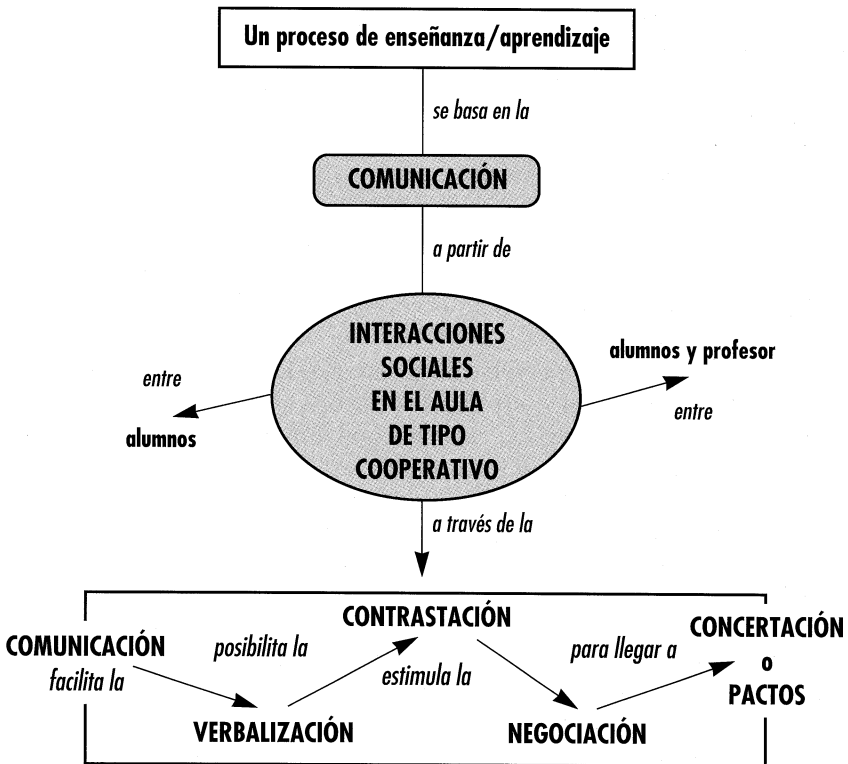


Figura 10.10

b) ¿Cómo atender a la diversidad del alumnado?

La gestión del aula también tiene mucha importancia en relación a la atención a la diversidad del alumnado. Es de todos conocida la dificultad para atender a la gran variedad de niveles, ritmos de aprendizaje e intereses del alumnado de un grupo-clase. Cada estudiante requeriría una dedicación exclusiva del enseñante, lo cual en la práctica es imposible. Conciliar democratización de la enseñanza y la calidad sólo será posible si en el diseño de las unidades didácticas se prevén formas organizativas que posibiliten la respuesta a las necesidades de todo tipo de alumnos.

En una clase hay muchas 'diversidades' aunque el profesorado acostumbra sólo a pensar en términos de rendimiento escolar. En las clase de ciencias es importante tener en cuenta, además de la diversidad de niveles y ritmos de aprendizaje, muy especialmente la diversidad de género y la diversidad de intereses y de motivación. A continuación reflexionaremos brevemente sobre las dos primeras.

En relación a la diversidad de niveles y ritmos de aprendizaje, como es imposible que el profesor o profesora pueda atender a cada alumno, se deberán diseñar las actividades de forma que promuevan la detección de las dificultades y obstáculos, y arbitrar sistemas organizativos que faciliten la regulación mutua entre los propios estudiantes.

Ya se ha hablado en el apartado anterior de la importancia del trabajo en grupos heterogéneos, como núcleos de ayuda para la superación de los errores. El trabajo cooperativo desde la heterogeneidad será importante en todo el proceso de explicitación de las propias ideas y de introducción de nuevos puntos de vista. En esta fase del proceso de aprendizaje, la diversidad es necesaria tanto para los alumnos que tienen mayor facilidad, que ayudando a los demás enriquecen sus ideas y su capacidad de interaccionar con los demás, como para los que tienen más dificultades, porque la ayuda de un compañero acostumbra a aproximarse más a sus necesidades que la que le pueda dar un profesor mucho más experto.

Pero paralelamente deberán preverse momentos en los que se diversifique el trabajo, tanto para posibilitar que algunos estudiantes puedan profundizar más en sus conocimientos como para que otros revisen aspectos que aún no acaban de comprender. Las actividades de aplicación pueden ser idóneas para esta finalidad.

Generalmente también se deberá prever un tiempo y un espacio para afrontar la superación de errores y dificultades específicos que necesitan de la ayuda del enseñante. Para facilitar este trabajo –y el del pequeño grupo cooperativo– será necesario que el diseño de las actividades favorezca la detección de dichas dificultades.

Ya se ha indicado la importancia de compartir los criterios de evaluación. Su aplicación posibilita reconocer en qué aspectos se debe mejorar y atenderlos de forma especial. Los errores debe corregirlos cada estudiante uno a uno, ya que si el problema a superar es demasiado grande se desanimarán fácilmente. También será importante planificar la superación de errores, no de alumnos. Es decir, se deberán planificar espacios de tiempo y actividades para la regulación de dificultades específicas, cosa distinta de 'recuperar' alumnos.

Así, para atender a la diversidad, el diseño de una unidad didáctica en relación a la organización y gestión del aula debería posibilitar:

- La combinación de actividades individuales, en pequeño grupo y en gran grupo, a partir de la negociación de formas de trabajo pactadas con todo el grupo-clase, que deberían explicitarse por escrito y revisarse periódicamente.
- La organización del grupo-clase sobre la base de grupos de trabajo heterogéneos y cooperativos (de entre 3 y 5 alumnos), en los que se distribuyan distintas funciones y se pacten normas de actuación.
- La realización de actividades básicamente en grupos heterogéneos, en las que se promueva la ayuda mutua entre sus miembros, especialmente en los momentos en los que se explora o se construyen nuevas ideas y procedimientos.

- La realización de algunas actividades diferenciadas, especialmente las de aplicación, posibilitando que algunos estudiantes realicen ejercicios más complejos que otros.

La diversidad de niveles y ritmos de aprendizaje requiere que la programación posibilite que todos los estudiantes aprendan desde sus puntos de partida. Es decir, no se trata tanto de que todos aprendan lo mismo, como de que cada uno progrese. Para conseguirlo no es tan importante diversificar las actividades como planificarlas de manera que los niveles de elaboración del conocimiento puedan ser diversos. Si la clase está organizada cooperativamente, los mismos estudiantes son capaces de ayudarse entre ellos, por lo que la responsabilidad de los aprendizajes es compartida por todo el grupo-clase.

En relación a la diversidad de género es también muy importante tenerla muy en cuenta en las clases de ciencias. En las actividades será necesario considerar las ilustraciones de los libros de texto, el lenguaje utilizado, el recuerdo de las mujeres que han investigado a lo largo de la historia de la ciencia, los ejemplos o contextos utilizados, ya que habitualmente son mucho más cercanos a los chicos que a las chicas, la distribución de funciones en los pequeños grupos evitando la tradicional asignación de los trabajos manipulativos a los chicos y los de 'secretaria' a las chicas, etc.

También es necesario cuidar las relaciones que se establecen con los estudiantes según sean chicos o chicas. A quién se pregunta, qué tipos de preguntas se hacen según el género, cuáles son los niveles de exigencia, cómo se distribuyen las tareas en el laboratorio o en el trabajo en grupo, etc.

En general, cualquier forma de atención a la diversidad exige que la planificación de la unidad didáctica incluya el diseño de materiales didácticos específicos. Los libros de texto, por su misma estructura, no pueden cumplir dicha función ya que tienen un número de páginas muy limitado y dan una única información, ya estructurada y construida, común para todos los estudiantes y sin tener en cuenta los diferentes referentes.

3. RESUMEN

Como se ha podido comprobar, planificar un proceso de enseñanza con la finalidad de que todos los estudiantes aprendan es una tarea muy compleja. Además, cada grupo-clase es distinto: lo son los estudiantes pero también lo es el profesorado, los materiales didácticos de los que se puede disponer y, en general, todo el contexto. Por ello es difícil que materiales diseñados por otros puedan aplicarse sin más en un aula, por lo que todo enseñante tiene que ser, en mayor o menor grado, un 'creador' de unidades didácticas.

Este hecho es lo que confiere interés a nuestra profesión. Si se quiere que todos los estudiantes aprendan, no se puede caer en la rutina ni en la aplicación mecanicista de libros de texto o similares. Siempre se debe estar dispuesto a innovar y a investigar nuevas formas de trabajo. Sin embargo no debe confundirse la innovación con probar nuevas actividades al azar. Los cambios en la enseñanza deberían basarse en los resultados de la investigación en didáctica de las ciencias ya que, en caso contrario, la innovación podría reducirse a la realización de actividades que ya se han demostrado no útiles.

Consecuentemente tampoco se puede confiar en la improvisación. Es necesario anticipar qué hacer y cómo hacerlo, y ser capaz de argumentar las razones de las decisiones tomadas. Ello no obsta para que el enseñante sea una persona muy capaz de improvisar. La actividad docente es algo interactivo, complejo y dinámico. Es imposible prever todas las variables que intervienen en el proceso de enseñar y aprender, por lo que el enseñante es una persona que constantemente ha de tomar decisiones, ya sea tendentes a aplicar lo que ha previsto, ya sea para cambiar su planificación.

Una clase de ciencias debería ser un espacio en el que los alumnos y alumnas están profundamente involucrados en un trabajo, que se basa en sus propias ideas y en su interacción con las de los demás. Consecuentemente los alumnos no siguen instrucciones dadas por otros de forma mecánica, ni repiten la respuesta 'buena' dada por el enseñante o por el libro de texto. Más bien están mental y físicamente inmersos en la exploración de los objetos y fenómenos de su mundo cercano, en hablar sobre sus ideas, en colaborar con los compañeros y compañeras, y en detectar sus dificultades sin miedo, buscando cómo superarlas.

El enseñante será la persona que, en el marco del grupo-clase, estimula todo este conjunto de actuaciones. Por ello no cabe una enseñanza rutinaria y sí, en cambio, el ejercicio de una profesión extraordinariamente creativa, que combina armoniosamente la planificación y la aparente improvisación.

4. ACTIVIDADES

Suponer que se ha de planificar, para estudiantes de secundaria, la enseñanza de un tema de biología relacionado con el estudio de la evolución biológica. Después de consultar libros y otras opiniones, se han recogido 10 actividades que se podrían considerar de interés para promover el aprendizaje del alumnado. Resumidas, son las siguientes:

- a) Proyectar un vídeo que presente la evolución de diversos organismos actuales a través de fósiles, procedimientos de datación de estratos y la reconstrucción de formas antiguas de estos organismos.
- b) Organizar una visita a un museo donde el alumnado pueda ver fósiles de organismos antiguos, seguir la historia geológica de la tierra, ver las relaciones entre los cambios de clima y cambios en las poblaciones de organismos, seguir las líneas evolutivas del caballo, los pensanes de Darwin o el esqueleto de los vertebrados.
- c) Organizar grupos con el alumnado, con tizas, cinta métrica y listas de acontecimientos importantes a escala geológica y arqueológica, con el encargo de dibujar una línea del tiempo en la que situar los acontecimientos a distancias proporcionales a los intervalos de tiempo entre ellos.
- d) Pedir que elaboren un texto para un artículo de la revista del centro, en el que deban explicar las principales ideas aprendidas, de forma que otros compañeros y compañeras que no han estudiado el tema lo puedan entender.
- e) Explicar oralmente cómo el potencial biológico, los factores limitantes, la variación, la herencia y la selección natural interactúan durante enormes períodos de tiempo para producir los cambios en los organismos que denominamos evolución.

- f) Promover un juego de rol en el que cada miembro asuma la personalidad de un científico, un político, un industrial, un trabajador, un ecologista, un cura, etc. para debatir entre ellos si sería ético o no clonar seres humanos.
- g) Pedir al alumnado que dibuje un mapa conceptual con los principales conceptos relacionados con la idea de evolución biológica.
- h) Presentar dibujos en los que se muestre la evolución de las extremidades de los équidos. Pedir que, individualmente, planteen posibles hipótesis sobre las causas de dicha evolución y que después debatan los distintos puntos de vista y cómo se podría comprobar qué hipótesis es mejor.
- i) Interpretar distintos hechos relacionados con cambios en los organismos a lo largo del tiempo.
- j) Proponer la lectura de dos textos: uno que explique las ideas de Darwin y otro las de Lamarck. Pedir que, en pequeños grupos, comparen las dos teorías y argumenten sobre cual les parece más convincente.

En relación a dichas actividades:

1. Escribir 3 objetivos de enseñanza de tipo no-conceptual que se puedan deducir de las actividades descritas.
2. Indicar los criterios que podrían justificar la selección de cada una de las actividades en función de la significatividad del contenido cuyo aprendizaje se promueve, de la actividad de los estudiantes y de sus posibles finalidades didácticas (para explorar, sintetizar, aplicar, etc.).
3. Valorar si a través de ellas se podrían obtener datos para evaluar y regular las posibles dificultades del alumnado en relación con la construcción de la idea de evolución biológica. Proponer cambios, si es posible, que faciliten dicha evaluación-regulación.
4. Reflexionar acerca del tipo de interacciones que se podrían promover según como se aplique la actividad analizada. Valorar si se posibilita el aprendizaje de todo tipo de alumnos.
5. Seleccionar algunas de dichas actividades, tal como están descritas o modificadas, y secuenciarlas. Justificar los criterios aplicados en esta toma de decisiones.

5. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA COMENTADA

ALFÉREZ, F.J.; ARTACHO, R.; CARRASCO, J.; SORIGUES, C.C.; PARRAS, F.J. RAYA, T.; RODERO, F. SALAMANCA, L. (1995), Planteamiento y ejemplificación en la elaboración de unidades didácticas. Alminar, Didáctica de la Física y Química, V34, separata central.

En este artículo se describe, de forma resumida, el proceso seguido por un grupo de profesores en el diseño de una unidad didáctica, ejemplificada para el estudio de los cambios químicos. Corresponde a un ejemplo real, en el que se pone de manifiesto la riqueza que representa el hecho de que este proceso sea realizado en grupo. Ello facilita la revisión y la retroalimentación ya que tiene lugar una contrastación entre distintos puntos de vista y entre distintas prácticas.