



Gobierno FEDERAL

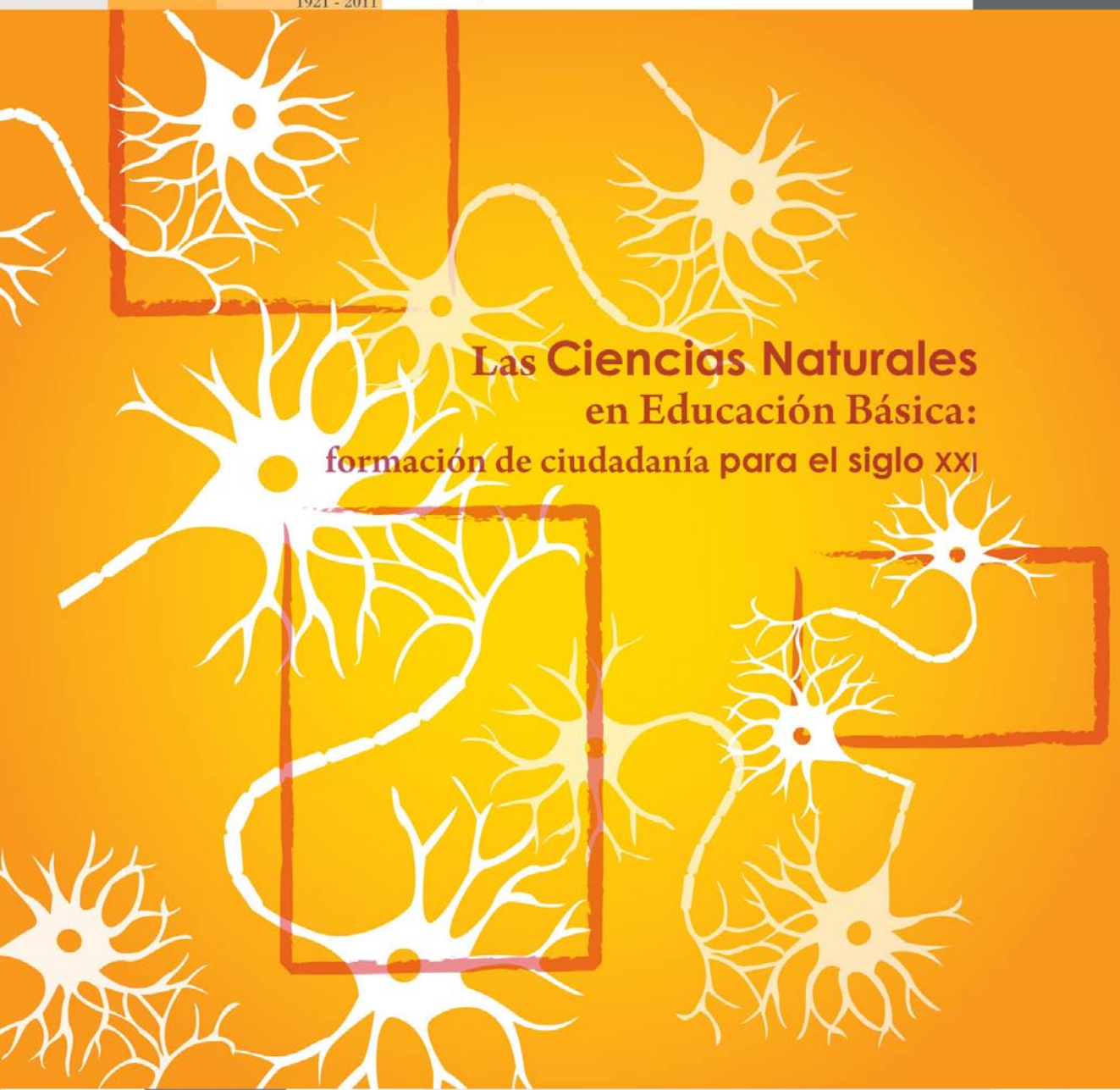
SEP

90 años
1921 - 2011

Teoría y Práctica Curricular de la Educación Básica



Subsecretaría de Educación Básica



Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI



Fomentar la lectura
mejora la educación y la cultura

Secretaría de Educación Pública

Alonso Lujambio Irazábal

Subsecretaría de Educación Básica

José Fernando González Sánchez

Dirección General de Desarrollo Curricular

Leopoldo F. Rodríguez Gutiérrez

Dirección General de Desarrollo de la Gestión e Innovación Educativa

Juan Martín Martínez Becerra

Dirección General de Materiales Educativos

María Edith Bernáldez Reyes

Dirección General de Educación Indígena

Rosalinda Morales Garza

Dirección General de Formación Continua de Maestros en Servicio

Leticia Gutiérrez Corona

Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI fue elaborado por la Dirección General de Desarrollo Curricular, que pertenece a la Subsecretaría de Educación Básica, de la Secretaría de Educación Pública, con la colaboración de la Universidad Pedagógica Nacional.

Coordinación general
Leopoldo F. Rodríguez Gutiérrez
Noemí García García

Coordinación académica por la Secretaría de Educación Pública
Ernesto López Orendain
María Elena Hernández Castellanos

Coordinación académica por la Universidad Pedagógica Nacional
Ángel Daniel López y Mota
María Teresa Guerra Ramos

Autores
Agustín Adúriz Bravo
Alma Adrianna Gómez Galindo
Diana Patricia Rodríguez Pineda
Dulce María López Valentín
María del Pilar Jiménez Aleixandre
Mercè Izquierdo Aymerich
Neus Sanmartí Puig

Coordinación editorial
Gisela L. Galicia

Cuidado de edición
Rubén Fischer

Coordinación de diseño
Marisol G. Martínez Fernández

Corrección de estilo
Sonia Ramírez Fortiz

Diseño de interiores y formación
Lourdes Salas Alexander

Primera edición, 2011

D.R. © Secretaría de Educación Pública, 2011
Argentina 28, Centro, CP 06020
Cuauhtémoc, México, D.F.

ISBN: 978-607-467-055-4

Hecho en México
MATERIAL GRATUITO/PROHIBIDA SU VENTA

4. ¿Qué se necesita para enseñar ciencias?



María Teresa Guerra Ramos

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL,
UNIDAD MONTERREY, MÉXICO

María del Pilar Jiménez Aleixandre

DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES,
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA, ESPAÑA

En este apartado se identifican algunos aspectos sobresalientes para la enseñanza efectiva de las ciencias en la educación básica con la intención de favorecer la reflexión de las maestras y los maestros acerca de su quehacer educativo. Se discuten algunos resultados y sugerencias derivadas de la investigación educativa contemporánea sobre las prácticas docentes exitosas y el desarrollo profesional en el área de ciencias naturales.

4.1 Áreas de competencia profesional de los docentes

Con base en algunos trabajos de investigación recientes, en este apartado se esbozan las grandes áreas de competencia que se han identificado en la práctica docente y que la hacen una profesión multifacética, intelectual y emocionalmente demandante. Se mencionan algunos rasgos que perfilan las competencias docentes implicadas en la enseñanza de las ciencias, necesarias para el desarrollo del perfil del educando.

Asimismo, se analizan algunos resultados de la investigación en relación con:

- Las características de la docencia efectiva de las ciencias, de acuerdo con estudios empíricos.
- El debate sobre la importancia de los conocimientos disciplinarios *vs* las competencias didácticas.

La docencia es una profesión de gran relevancia social que exige actuar para responder a una realidad siempre cambiante. Al igual que otras actividades, enseñar ciencias requiere de una formación idónea y una continua actualización porque las ciencias mismas evolucionan constantemente, se generan innovaciones didácticas, nuevas propuestas curriculares y materiales educativos. También cambian, por supuesto, los contextos educativos y sus actores. Desde hace tiempo, la actividad docente se ha reconocido como un aspecto crítico en la formación integral de la población infantil y adolescente, y representa uno de los elementos más determinantes del éxito o fracaso de las reformas educativas (Guerra, 2009). Como sugieren Hargreaves y Fullan (1992:ix), lo que el profesorado piensa, sabe y hace en el salón de clases es el factor más determinante en el tipo de aprendizaje que construyen los estudiantes.



Enseñar ciencias es una tarea profesional creativa, intelectual y emocionalmente demandante. Es también una forma de interacción humana que por definición involucra la intención de ayudar a que otros aprendan, es decir, a apropiarse de nuevas ideas, procedimientos, actitudes y valores relacionados con el mundo de las ciencias (OCDE, 2006; Unesco, 1994). ¿Qué necesitan saber y saber hacer los profesores para enseñar ciencias de manera efectiva en educación básica? Es difícil dar una respuesta única a esta pregunta, pues se podrían formular varias a partir de diversas posiciones teóricas y pedagógicas. Desde hace décadas, ha existido una preocupación por explorar y describir la base de conocimientos profesionales de quienes enseñamos, tanto para sustentar la formación de maestros como para apoyar su reconocimiento social como una actividad profesional (Veerloop *et al.*, 2001). Desde la perspectiva constructivista y sociocultural que adoptamos en este texto –es decir que el conocimiento se construye en las interacciones sociales–, coincidimos con Shulman (1986) en la identificación de algunas áreas de conocimientos profesionales de los docentes:

- Conocimiento del contenido a enseñar: se refiere al conocimiento disciplinario que posee el profesor.
- Conocimiento pedagógico del contenido: o lo que hoy día llamamos didáctica de ciencias, que integra el conocimiento disciplinario y pedagógico, es decir tanto el dominio de los temas a enseñar como de las estrategias efectivas para enseñarlos.
- Conocimiento del currículo: la comprensión y manejo de los materiales y programas que sirven como herramientas para la enseñanza.
- Conocimiento pedagógico general: los principios y estrategias generales para el manejo del grupo y la organización de actividades en el espacio de enseñanza.
- Conocimiento sobre los aprendices: un conocimiento elemental de las características físicas, intelectuales, sociales y afectivas de los estudiantes.

- Conocimiento del contexto escolar, es decir, del funcionamiento del grupo atendido, la comunidad escolar, la administración y la organización de la escuela.
- Conocimiento de las finalidades educativas: o de los propósitos y valores de la actividad educativa en cuestión, y de sus fundamentos.

Perrenoud (2004) también ha propuesto un esquema referencial de dominios de competencias que considera prioritarias en la formación continua del profesorado. Podemos sintetizar y subrayarlos de la siguiente manera:

- Organizar y animar situaciones de aprendizaje.
- Gestionar el avance gradual en los aprendizajes.
- Atender a la diversidad en el aula y en la escuela.
- Involucrar a los estudiantes para que adquieran responsabilidad por su propio aprendizaje.
- Trabajar con otros profesores y afrontar dificultades de manera colectiva.
- Participar en la gestión de la escuela.
- Informar e involucrar a los padres.
- Utilizar las nuevas tecnologías y recursos disponibles.
- Afrontar los deberes y dilemas éticos de la docencia.
- Organizar la propia formación continua.

La identificación de áreas de competencia ha orientado tanto la investigación como las iniciativas para mejorar la formación y el desarrollo profesional de los docentes de ciencias. Lo más destacable de contribuciones como las de Shulman y Perrenoud es el interés por centrar la atención en el saber profesional (*expertise*) derivada de la experiencia y la práctica; más que en una interminable lista de conocimientos y habilidades descontextualizadas. Un docente puede dominar una diversidad de conocimientos teóricos o prácticos, estrategias y técnicas de enseñanza, pero si no logra comunicarse con los estudiantes de

manera efectiva y estos no aprenden ciencias, todo ese bagaje profesional se vuelve irrelevante. Por ejemplo, entender perfectamente las leyes de Newton o el desarrollo cognitivo de los adolescentes sirven de poco, si como docentes somos incapaces de establecer una relación positiva, respetuosa y de entendimiento mutuo con los estudiantes.⁵⁰

Varias contribuciones recientes que pretenden identificar las cualidades de un profesor experto o competente (Unesco, 1996; Feito, 2002; Kortaghen, 2004) han coincidido en señalar que las relaciones interpersonales y las estrategias de comunicación son dos ejes centrales del saber docente. Por ejemplo, Castellà y colaboradores (2007:14) proponen que, junto a los aspectos cognitivos del aprendizaje, debemos poner énfasis en la relación social que posibilita todo el proceso educativo. Con base en estudios empíricos, nos proponen una perspectiva del docente como un comunicador eficaz (tabla 3).

Tabla 3. El docente como comunicador en el aula (Castellà <i>et al.</i>)	
Relación interpersonal positiva	Estrategias de gestión del conocimiento
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad negociadora. • Identificación con el mundo de los estudiantes. • Alto grado de energía, entusiasmo y sentido del humor. • Madurez emocional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sólida formación disciplinaria. • Autonomía en la selección de contenidos. • Variación en las formas de presentación de los conocimientos. • Atención a los intereses e ideas previas de los estudiantes.

⁵⁰ Los procesos comunicativos en el aula aún requieren ser investigados y mejor comprendidos. A este respecto, Lira y Guerra (2009) reportan un estudio en el que se analizan dos aproximaciones comunicativas en el contexto de la enseñanza de la biología en una secundaria mexicana. En él quedan ejemplificados el discurso dialógico y el discurso autoritativo, que los docentes pueden llegar a reconocer y a usar de manera propositiva en su interacción con los estudiantes.

En cuanto a la capacidad de establecer relaciones interpersonales positivas y las estrategias de gestión del conocimiento, podemos añadir algo al debate sobre la importancia de los conocimientos disciplinarios versus las competencias didácticas. La investigación educativa señala que es la combinación de estos dos elementos la que suele caracterizar a los docentes competentes (Barnett y Hodson, 2001), de tal manera que no se ha probado que los profesores con formación científica especializada sean más competentes que los profesores con formación que incide preferentemente en aspectos pedagógicos (Zuzovsky *et al.*, 1989). Otro argumento a favor de la necesaria combinación de conocimiento y competencias para comunicarlo, proviene de las dificultades que tienen los especialistas en áreas científicas para comunicar sus ideas en textos o presentaciones orales para no especialistas.

Los programas de formación inicial y las actividades orientadas al desarrollo profesional de docentes para la enseñanza de las ciencias, intentan equiparlos con los conocimientos básicos de las disciplinas científicas, las estrategias de enseñanza, las nociones acerca del currículo y sobre los estudiantes que requieren en su práctica profesional. Sin embargo, un problema al que se enfrentan es cómo proporcionar todos estos elementos de manera suficiente, equilibrada y oportuna; ya que no se pueden proveer en una sola vez y para siempre. Los docentes de ciencias podemos empezar por vernos como profesionistas que asumimos responsabilidad por nuestro desarrollo profesional. Aun cuando resulta muy difícil definir la base de conocimientos de cualquier actividad profesional y no existe un modelo único de "profesor competente", se pueden mencionar varios rasgos para valorar personalmente nuestro grado de competencia:

- Estilo personal de comunicación y relación positiva con los estudiantes.
- Dominio satisfactorio de conocimientos científicos.
- Perspectiva moderna y actualizada sobre el mundo de la ciencia.
- Disposición a actuar como facilitador del aprendizaje (preparando actividades, diseñando experimentos, creando un clima apropiado para aprender).

- Actitud abierta para orientar y motivar el aprendizaje y gusto por las ciencias.
- Atención a los intereses e ideas previas de los estudiantes.
- Disposición para recoger información relevante que señale el grado de aprendizaje logrado por los estudiantes y cómo mejorar la enseñanza (evaluar tanto el aprendizaje como la enseñanza).
- Capacidad de incorporar recursos pedagógicos y tecnológicos innovadores.
- Disposición a cooperar con otros profesores para mejorar el currículo, los materiales de apoyo y las prácticas docentes.
- Capacidad de reflexionar sobre nuestra práctica y de estar abiertos a la mejora continua, en la perspectiva del profesorado reflexivo.

Barnett y Hodson (2001) sugieren no perder de vista el contexto de enseñar ciencias, pues como docentes necesitamos reconocernos como profesionistas que laboramos en un ambiente educativo con características y demandas particulares. Las demandas que enfrentamos en los niveles de educación preescolar, primaria y secundaria son distintas y exigen grados de involucramiento y responsabilidad mayores a medida que los estudiantes tienen menor edad. En este sentido, resulta crucial identificar nuestras áreas de competencia mejor desarrolladas y aquellas por desarrollar. Esto nos facilitará tanto compartir con otros profesores lo que ya dominamos como buscar las oportunidades de formación más apropiadas a nuestras necesidades.

4.2 Planeación didáctica y diseño de actividades auténticas

Este apartado aborda la planeación didáctica como un proceso inherente a la práctica docente. Se discute lo que han revelado los trabajos de investigación sobre las prácticas habituales de planeación y algunos modelos de planeación derivados de los mismos. También se estudia el diseño de actividades a partir de algunas experiencias exitosas de innovación en el aula de ciencias reportadas en la literatura.



Se recuperan resultados de investigación respecto a:

- La planeación didáctica para la enseñanza de las ciencias.
- Modelos de planeación derivados de la práctica docente.
- Innovación en el aula de ciencias: diseño de actividades auténticas.

Planeación de la enseñanza de las ciencias

En nuestra vida profesional, quienes enseñamos ciencias afrontamos el reto de planear nuestros cursos y clases. Con frecuencia, y ante las presiones cotidianas, tomamos algunas decisiones simplemente para usar los periodos disponibles y cubrir los programas de estudio. Wittrock (1997) ha revisado la investigación relacionada con las finalidades y las formas en que los profesores planifican, encontrando que siempre realizan algún tipo de planeación, en grado variable. Durante este proceso de planeación, los profesores transformamos el currículo oficial, cambiando el orden y el énfasis de los temas, agregamos y quitamos elementos, interpretamos los contenidos a partir de nuestros conocimientos y experiencias. Una pregunta central que vale la pena hacernos es si existen formas de planeación didáctica más efectivas que otras para promover el aprendizaje de las ciencias por parte de los estudiantes. Revisemos brevemente en qué consiste la planeación didáctica y algunas propuestas que se han derivado de la investigación educativa.

Anticipar lo que vamos a hacer y tomar previsiones para ello es una competencia compleja de la que se puede sacar mucho partido en distintas áreas de actividad humana. Cuando se trata de enseñar ciencias en el jardín de niños, la escuela primaria o la secundaria; la planeación pedagógica hace posible:

- Tener metas pedagógicas claras.
- Organizar el tiempo eficientemente.
- Aprovechar los recursos disponibles.

- Reunir oportunamente materiales.
- Definir las actividades a realizar y su orden.
- Anticipar dificultades y contratiempos.
- Disponer de estrategias adecuadas para la evaluación.

Hacer planeación didáctica implica reconocer que las mejores situaciones de aprendizaje difícilmente se producen de la improvisación o el juicio espontáneo; por lo tanto, han de generarse propositiva y anticipadamente para situar a los estudiantes ante algo relevante que comprender, una meta que cumplir, un proyecto que llevar a cabo o un problema por solucionar. La planificación en el aula consiste entonces en diseñar secuencias o unidades didácticas en las que cada actividad o situación de aprendizaje corresponda a una etapa en un proceso gradual de enseñanza.

Casanova (1998:202) señala que hemos de partir del diseño curricular oficial, tener en cuenta el programa para el nivel educativo y grado específico que se atiende hasta llegar a planificar unidades didácticas debidamente secuenciadas y temporalizadas para favorecer la igualdad de oportunidades y la enseñanza de calidad. Casanova señala que hay algunos elementos básicos de cualquier unidad didáctica (tabla 4).

A continuación nos centramos en estudios que han documentado la práctica de la planeación por docentes, en los que se proponen modelos que hacen énfasis en ciertas fases o momentos críticos en la enseñanza. Tales fases delimitan su finalidad y el tipo de actividades a considerar. Todos los estudios elegidos se basan en una perspectiva constructivista que considera al alumnado como protagonista de su aprendizaje y le asigna un papel activo. Needham y Hill (1987) reportan una experiencia colaborativa entre docentes e investigadores, de planear e implementar lecciones sobre temas como energía y nutrición de plantas. Después de un proceso de pruebas y retroalimentación, proponen un esquema de planeación que probó su efectividad en el aula y que se basa en una interacción entre los es-

Tabla 4. Elementos de una unidad didáctica (Casanova, 1998)

Objetivos	¿Para qué enseñar?
Contenidos	¿Qué enseñar?
Actividades	¿Cómo aprenderán las alumnas y alumnos?
Metodología	¿Cómo enseñar?
Recursos didácticos	¿Con qué enseñar?
Evaluación	¿Cómo mejorar la enseñanza y el aprendizaje?

tudiantes, y entre éstos y el profesor. Por su parte, Mortimer y Scott (2003) al observar a profesores experimentados de ciencias en escuelas públicas de Inglaterra y Brasil, identificaron los objetivos de enseñanza que los docentes seguían en sus lecciones. De esos objetivos se deriva un esquema de planeación que promueve un espacio social donde los intercambios verbales entre el docente y los estudiantes facilitan la elaboración de significados durante la enseñanza. Como resultado de varios estudios y experiencias de formación docente, Sanmartí (2005) también ha desarrollado un esquema relativamente sencillo para la planeación de unidades didácticas con orientación constructivista. Los tres esquemas mencionados se sintetizan en la tabla 5.

Estos esquemas de planeación coinciden en varios aspectos:

- La importancia de iniciar una experiencia de aprendizaje tomando en cuenta las ideas de partida de los estudiantes, para lo cual hay que dar oportunidad de que las expresen libremente y en un ambiente de respeto.

Tabla 5. Comparación de esquemas de planeación

Needham y Hill (1987)	Mortimer y Scott (2003)	Sanmartí (2005)
Orientación	<ul style="list-style-type: none"> • Plantear un problema. • Explorar y trabajar con las ideas de partida de los estudiantes. 	Exploración inicial
<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación y contextualización del tema. 		<ul style="list-style-type: none"> • Planteamiento del problema/tema objeto de aprendizaje.
Externalización de ideas iniciales		<ul style="list-style-type: none"> • Explicitación de ideas y conocimientos iniciales.
Reestructuración de ideas	Introducir y desarrollar la "narración científica"	Introducción de nuevos puntos de vista
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de ideas nuevas. • Conflicto entre las ideas iniciales y las ideas nuevas. • Evaluación de las ideas nuevas. 		<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo a la construcción de ideas coherentes con las científicas. • Comunicación y argumentación de lo aprendido.
Aplicación de ideas		Síntesis
<ul style="list-style-type: none"> • Oportunidades de usar lo aprendido. 	Guiar el trabajo con las ideas científicas y apoyar la internalización	<ul style="list-style-type: none"> • Sistematización y estructuración de los nuevos aprendizajes.
Revisión	<ul style="list-style-type: none"> • Guiar la aplicación de las ideas científicas y pasar la responsabilidad al estudiante. • Mantener el desarrollo de la "narración científica". 	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> • Repaso y toma de conciencia de lo aprendido. 		<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de los nuevos aprendizajes en otras situaciones. • Planteamiento de nuevas preguntas.

- La introducción gradual de información nueva (ideas, relaciones, explicaciones), que puede coincidir o no con lo que los estudiantes ya sabían, y que se introduce como el punto de vista de la ciencia, una perspectiva alternativa a los conocimientos que elaboramos en la vida cotidiana.

- La necesidad de ofrecer oportunidades para recapitular y articular los nuevos conocimientos de manera organizada y clara.
- La importancia de "cerrar" la experiencia de aprendizaje con oportunidades para aplicar lo aprendido en otros casos, situaciones, ejemplos; lo cual además sirve como parte de la evaluación.

Asimismo, los esquemas de planeación serían de utilidad si se adoptan de manera sistemática y su efectividad reportada en la literatura puede ser puesta a prueba nuevamente en nuestras aulas. Guerra y Sánchez (2007) documentan la aplicación de un esquema de planeación y su implementación en el contexto de la formación de profesores de secundaria.

Innovación en el aula de ciencias: diseño de actividades auténticas

Los estudios realizados desde la psicología han sugerido que contemplemos las dificultades en el aprendizaje de las ciencias comparándolo con otros aprendizajes que tienen mejores resultados, como el de un oficio. Según Brown, Collins y Duguid (1989), el conocimiento no puede abstraerse de las situaciones en las que se aprende y utiliza, como ocurre en un taller de mecánica donde se aprende a reparar coches. Sin embargo, en la clase de ciencias se pide al alumnado que utilice las herramientas de una disciplina, sin practicar su uso en contextos reales. El conocimiento conceptual como ocurre con una herramienta nueva (pensemos en un teléfono móvil) no es comprendido por completo hasta que no es usado. Es difícil explicarle a alguien cómo funciona si no lo ponemos en práctica.

Por esta razón se propone, en informes recientes sobre el aprendizaje de las ciencias (Duschl *et al.*, 2007; OCDE, 2006; Osborne y Dillon, 2008) que el alumnado tenga la oportunidad de participar en indagaciones (*inquiry*) o pequeñas investigaciones que duren algún tiempo, que tome parte en prácticas científicas, como

modelizar o argumentar. Para ello es necesario que las tareas a realizar en clase sean actividades *auténticas* (véase apartado 3.2 Indagación y experimentación), llamadas así en contraposición a las actividades escolares estereotipadas. ¿Qué entendemos por actividades o problemas auténticos? ¿Cómo podemos diseñarlos? En Jiménez Aleixandre (2010) se discuten las características que debemos tener en cuenta al planificarlas:

- *Naturaleza problemática*. En primer lugar, la tarea ha de ser un verdadero problema, que no tenga una solución obvia, ni pueda ser resuelta por el alumnado al buscar la pregunta unas páginas más atrás del libro de texto. Por ejemplo, podemos sustituir una pregunta sobre la presión que experimenta un cuerpo sumergido en agua a determinada profundidad por esta tarea que Miguel Bernal, del proyecto RODA (Razonamiento, Discusión, Argumentación, llevado a cabo en la Universidad de Santiago de Compostela), diseñó para sus alumnados de secundaria: ¿Cómo podemos sacar a flote el submarino U201 Wolf de la Segunda Guerra Mundial, que está hundido en la ría de Vigo?
- *Contexto relevante para el alumnado*. Deben ser cuestiones que tengan el potencial de interesar al alumnado, en las que sea fácil reconocer su utilidad, su relevancia para la vida real, mejor que cuestiones abstractas. Las situaciones en las que se requiere la aplicación de conocimientos deben resultar familiares para los estudiantes, así podrá identificarlas y relacionarlas con su vida. Por ejemplo, la elección de un sistema de calefacción para un edificio, que sea más barato y de menor impacto ambiental (Jiménez, Gallástegui, Eirexas y Puig, 2009).
- *Apertura*. La mayoría de los problemas de la vida real tienen un cierto grado de apertura, en el sentido de que admiten varias soluciones posibles, y a veces ninguna de ellas es la mejor en todos los aspectos (en contraposición a los problemas escolares, que son cerrados, teniendo una única solución). Es deseable que las tareas auténticas den lugar a varias respuestas posibles; por ejemplo, en la elección de calefacción, algunos pequeños grupos optaron por el gas natural (por resultar

más barato en España, y producir menor impacto ambiental), y otros por energía solar, combinada con electricidad o con gas natural. Ninguna de estas soluciones es óptima, pues todas implican utilizar recursos no renovables, aunque tienen en cuenta que, de momento, no es posible generar energía de origen solar suficiente para la calefacción de un edificio. Esta variedad genera debate y lleva al alumnado a justificar sus opciones. En las cuestiones puramente disciplinarias quizás haya sólo una respuesta adecuada, y la apertura puede entenderse como distintos caminos para llegar a resolver el problema.

- *Procesos de resolución que implican indagación.* El alumnado debe diseñar un experimento para generar datos, seleccionar los datos relevantes entre los disponibles, poner los datos en relación con las hipótesis o explicaciones, identificar pautas en los datos, construir explicaciones o elegir una opción entre varias decisiones posibles. Todo ello requiere de tiempo y es deseable que se le dediquen varias sesiones de clase. Fernández (2009) discute ejemplos de experimentos diseñados por el alumnado para dar respuesta a sus propias preguntas, por ejemplo, ¿influye la Luna en el crecimiento de las plantas?

En la tabla 6 se resume un problema auténtico para aplicar las nociones de transferencia de energía y pirámides tróficas en el contexto de la gestión de recursos pesqueros y el agotamiento de los recursos marinos. No resulta fácil para el alumnado comprender que es distinto comer organismos situados en un nivel más o menos elevado de las cadenas tróficas y que, debido a la pérdida de 90% de energía al pasar de un nivel a otro, es más eficiente comer en los niveles más bajos (plantas o herbívoros) que en los más altos (carnívoros primarios o secundarios).

Como puede notarse, el problema anterior reúne las características de los problemas auténticos: naturaleza problemática, contexto relevante, apertura y procesos de resolución que implican indagación. Los problemas auténticos, dependiendo de su complejidad y el tiempo necesario para resolverlos, se consideran en distintos momentos durante la planeación didáctica.

**Tabla 6. Resumen de un problema auténtico y datos para resolverlo
(Bravo y Jiménez, 2010)**

Problema	
<p>La población de un pequeño pueblo ha sufrido el paso de un huracán, que ha echado a perder su cosecha y ha matado al ganado. Durante una temporada el único recurso que tiene para alimentarse serán los peces de una pequeña bahía próxima al lugar. Para poder alimentar a la máxima población durante el mayor tiempo posible, ¿sería mejor alimentarse de arenques y sardinas –que se alimentan de pequeños crustáceos– o de salmón? Justifica tu respuesta.</p>	
Datos empíricos	Nociones teóricas
<ul style="list-style-type: none"> • Para producir 1 kg de salmón son necesarios de 3 a 5 kg de sardinas y arenques (Powell, 2003). • Dieta del salmón. • Dieta de las sardinas. • Pirámide de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Transferencia de energía. • "Regla del 10%". • Procesos biológicos de los organismos (respiración, fotosíntesis, excreción).

Pueden plantearse: a) como una actividad desencadenante que capture la atención e interese a los estudiantes en el tema; b) como una actividad para explorar las ideas de partida de los estudiantes; c) para identificar la información crítica que no está disponible de momento y que requiere ser buscada; d) como un contexto de aplicación de lo aprendido, y e) como una actividad de evaluación que permita a los estudiantes desplegar habilidades, conocimientos y actitudes. Estos son problemas con potencial para involucrar a los estudiantes en procesos de razonamiento e indagación que contribuyan a su formación integral y se acerquen a aquellos practicados por las comunidades científicas.

4.3 Uso de libros de texto y otros materiales educativos

Enseguida se resumen resultados de investigaciones que indican cómo los docentes de ciencias utilizan los materiales educativos a su alcance. Se aborda,



en particular, la importancia de los libros de texto en el contexto nacional y la incorporación de otros materiales educativos para enriquecer la enseñanza.

Las principales ideas de la investigación educativa que se pretenden introducir en este apartado son:

- El uso que hacen los docentes de los materiales educativos.
- El papel del libro de texto en el aula de ciencias.
- Creatividad e iniciativa en el uso de materiales educativos.

La investigación realizada tanto en nuestro país como en otros contextos coincide en señalar que los profesores solemos usar los materiales educativos a nuestro alcance con distintos énfasis y grados de apropiación. Durante mucho tiempo, el libro de texto ha sido el material empleado más intensamente, en ocasiones el único disponible. Recientemente, en las escuelas se han ido incorporando poco a poco otros recursos destinados también a apoyar la enseñanza de las ciencias, como modelos tridimensionales, computadoras con acceso a Internet, software educativo, unidades didácticas y paquetes para la realización de actividades experimentales, entre otros; sin embargo, su disponibilidad y acceso siguen siendo muy variables en las escuelas públicas mexicanas.

En la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en educación básica, los libros de texto han jugado un papel central como fuentes de información para docentes y estudiantes, y son estructuradores de la dinámica de la clase (García Herrera, 2001; Quiroz, 2001). Algunos autores incluso han sugerido que los libros de texto constituyen el *currículo de facto* (Altbach y Kelly, 1988); o *currículo real*; es decir, la interpretación del oficial más cercana a la práctica docente.

Varios trabajos dan cuenta de cómo los profesores utilizamos los libros en las clases de ciencias. Si bien la mayoría de libros presenta los contenidos combinando información, imágenes, actividades prácticas y otros elementos; se reporta que

con frecuencia el uso más común es leer su contenido escrito ya sea de manera individual, colectiva o expositiva. Jara (1989), por ejemplo, documentó el uso de los libros de texto gratuitos vigentes en su momento. Encontró que 65% de profesores participantes en el estudio realizaban actividades basadas en el libro de texto, como dictado, copiado de textos, cuestionarios y dibujos, y que sólo 30% realizaba las actividades prácticas sugeridas en los libros. Sin embargo, también se han documentado situaciones en las que los docentes retomamos actividades de libros de textos comerciales, o incorporamos otras que modifican las propuestas didácticas de los libros oficiales y las adaptamos a necesidades particulares (García Herrera, 2001; Naranjo y Candela, 2006).

A pesar de la centralidad de los libros de texto en la práctica docente, aún hace falta motivar un uso crítico, flexible y creativo, y de otros materiales educativos. Los profesores como usuarios de estas herramientas tendríamos mucho qué decir en cuanto a su calidad, utilidad y pertinencia, a fin de participar en una mejora constante de los mismos. La tendencia a ver los materiales educativos como fuentes incuestionables de conocimientos científicos y de propuestas didácticas, debe ser contrarrestada con un uso reflexivo que permita incorporar diversos recursos e identificar qué utilidad tiene cada uno para lograr determinadas finalidades pedagógicas. Consideremos una planeación didáctica relacionada con los seres vivos, cuya finalidad sea familiarizar a los niños pequeños con los insectos y arácnidos de la región, identificar los que son ponzoñosos y prevenir picaduras. En este caso, podemos pensar en una secuencia de actividades congruente con estas finalidades, que nos permita explorar lo que los pequeños ya saben y las experiencias relevantes que han tenido, introducir información nueva y llamar la atención de los niños hacia aspectos críticos que no habían notado, desarrollar habilidades de observación y el uso de lupas, ejemplificar medidas preventivas para evitar picaduras, y aplicar los conocimientos nuevos ante especímenes menos comunes en la región. Una vez definida la secuencia y su lógica, es más fácil seleccionar e incorporar diversos recursos y materiales disponibles, como un ser

vivo, láminas, imágenes bajadas de Internet, un libro sobre insectos, un video u otros recursos a nuestro alcance. Nuevamente recurrimos a Casanova (1994:206) para recordar que los materiales educativos que elegimos han de tener ciertas características, como:

- Adecuados a la edad del alumnado.
- Adecuados a las características psicológicas del alumnado.
- Científicamente apropiados para el área/materia en que se utilizan.
- Didácticamente útiles para la comprensión y aclaración de contenidos.
- Coherentes con el currículo y los proyectos institucionales.
- Favorecedores de actividades relevantes de aprendizaje.
- Recursos al servicio de la planeación didáctica en oposición a que la planeación didáctica esté dirigida y condicionada por el material seleccionado.

La SEP ha generado en los últimos años diversos materiales complementarios a los libros de texto, como cuadernos de trabajo, videos, audiocintas, programas como Habilidades digitales para todos, entre otros. La diversificación de los materiales con los que trabajamos nos ayuda saber cuáles están disponibles, solicitarlos a la instancia correspondiente o bien consultarlos u obtenerlos en préstamo en los Centros de Maestros.

Actualmente, existen muchos materiales impresos por casas editoriales y paquetes educativos producidos por otras empresas, otros están disponibles en Internet. Durante las últimas décadas, la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) a las aulas, ha abierto nuevos retos y posibilidades para la enseñanza (Bingimlas, 2009). Incorporar al sistema de enseñanza recursos, como la computadoras, la Internet, el pizarrón electrónico, entre otros, requiere no sólo de que estén físicamente disponibles y sean funcionales, sino también de que seamos competentes al utilizarlos y podamos identificar su potencial educativo. Es relativamente fácil que estos recursos se conviertan

en medios para el despliegue monótono y acrítico de información, la repetición y el repaso en un modelo de enseñanza basado en la transmisión-recepción. Por otro lado, se abre la posibilidad de que las TIC se conviertan en recursos que apoyen los procesos de comprensión, reflexión, argumentación, toma de conciencia y trabajo colaborativo. Perrenoud (2004), en relación con el uso de las nuevas tecnologías, señala algunas ventajas de que docentes usen las TIC en la edición de documentos, el logro de los objetivos de enseñanza, la comunicación a distancia, y en el uso de recursos multimedia que combinan textos imágenes, video y sonidos.

Lo esencial al utilizar cualquier material o recurso es tener claro que ninguno de ellos constituye una fórmula mágica; lo importante es cómo lo utilizamos y si promovemos con él que nuestros estudiantes piensen, colaboren, discutan, argumenten, observen, exploren y sean creativos. Se trata pues de que el uso de los materiales promueva el aprendizaje auténtico y el desarrollo de competencias. Hemos de asegurarnos que los materiales que seleccionamos son coherentes con la educación responsable que queremos otorgar a los estudiantes; sobre todo usarlos de manera creativa, adaptándolos a nuestras circunstancias y contexto.

4.4 Evaluación del aprendizaje y de la enseñanza

En este apartado se habla de la evaluación como un proceso que permite retroalimentar a estudiantes y a docentes para mejorar su desempeño. Se hace notar que tradicionalmente la evaluación ha estado centrada en las y los estudiantes, pero también se orienta hacia el mejoramiento de la enseñanza. Además, se refieren algunas estrategias que se pueden implementar para evaluar conocimientos y conductas relevantes en la ciencia escolar.

Se recuperan resultados de investigación respecto a:



- La evaluación como retroalimentación de los procesos de enseñanza y aprendizaje.
- Estudios sobre evaluación en el aula y nuevas perspectivas.

Funciones de la evaluación en el aula de ciencias

La evaluación de lo que se aprende y enseña en nuestras aulas es un elemento imprescindible si, como profesores, realmente deseamos formar a nuestros estudiantes como ciudadanos capaces de participar en el mundo actual y tomar decisiones que promuevan mejoras en su vida personal y en la comunidad en la que se desenvuelven. Con frecuencia, profesores y estudiantes solemos poner mucha atención en los exámenes que solicitan respuestas correctas, las cuales significan recuperar mecánicamente de la memoria la información “vista” en clase o revisada en libros de texto.

Desafortunadamente, en muchos contextos persiste la idea de que los mejores estudiantes son quienes son capaces de repetir términos, conceptos, relaciones y clasificaciones. Sin embargo, la información que este tipo de evaluación proporciona no sirve para saber si somos capaces de relacionar lo aprendido en la clase de ciencias con situaciones cotidianas, ni para hacernos conscientes de lo que sabemos y lo que nos falta por aprender, ni por qué tenemos dificultades en comprender algo, o si podemos hacer algo para aprender/enseñar de manera más eficiente.

Tal como se sugiere en la sección 2.3, es necesario cuestionar y modificar las ideas sobre la evaluación de profesores del alumnado como una condición para aprender y enseñar mejor. También se señala ahí que la evaluación tiene dos finalidades fundamentales: una pedagógica y una función de acreditación. En cuanto a la finalidad pedagógica, es importante visualizar la evaluación como una forma de identificar dificultades y obstáculos de los estudiantes para aprender; además, de hacer evidentes sus logros y avances por mínimos que sean para que tomen conciencia de ellos. En cuanto a la finalidad de acreditación, es importante cambiar

de una perspectiva centrada en la información correcta, hacia una perspectiva basada en la acción competente –que muestra la capacidad de usar el conocimiento interiorizado, en la interpretación de situaciones o solución de problemas nuevos y complejos. Esto implica, por supuesto, diversificar las estrategias de evaluación que usamos en el aula e ir más allá del examen tradicional.

Sin intención de agotar un tema tan amplio como la evaluación, aquí abordamos el asunto desde la perspectiva de las competencias del profesorado. Perrenoud (2004) sugiere que la evaluación vista como un proceso formativo está en la base de las competencias docentes: retomar los errores de los estudiantes para construir y no para descalificar; promover su avance y su autoestima; responder a la heterogeneidad del alumnado; involucrar a los estudiantes en el aprendizaje, y orientar la formación continua y el desarrollo profesional basada en la reflexión sobre la práctica docente.

Tradición e innovación en evaluación

Para una caracterización de las prácticas más comunes de evaluación en las aulas y otros aspectos de la evaluación en la enseñanza de las ciencias, se pueden revisar los trabajos de Gitomer y Duschl (2003), y Black (2003). En esta sección simplemente señalaremos que, en congruencia con la perspectiva que hemos venido esbozando, coincidimos con Casanova (1998), quien afirma que renovar la evaluación es un camino para renovar la enseñanza. A continuación se ofrece una síntesis de instrumentos de evaluación diferenciados por finalidades que Sanmartí sugiere para diversificar e innovar (tabla 7).

Por supuesto que los instrumentos enumerados no agotan todas las posibilidades, sin embargo, ejemplifican distintas formas de evaluar y aspectos que usualmente no consideramos. Difícilmente puede formularse una sola manera para implementar una evaluación innovadora en el aula; como profesores debemos elegir e incorporar los elementos que juzguemos apropiados al contexto en que trabajamos.

Tabla 7. Instrumentos de evaluación diferenciados por finalidades (adaptado de Sanmartí, 2007)

Diagnóstico o Evaluación inicial
<ul style="list-style-type: none">• Preguntas abiertas y contextualizadas para comprender la lógica del que aprende.• Preguntas de opción múltiple diseñadas a partir de respuestas a preguntas abiertas.• Mapas conceptuales que muestren las relaciones entre conceptos que inicialmente establecen los estudiantes.• Esquemas para identificar lo que el alumno cree que sabe.• Conversación libre.• Portafolio o carpeta de trabajo.
Evaluación de la representación de los objetivos de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none">• Explicitación de objetivos por parte del profesor y autoevaluación de los alumnos acerca de cuándo creen que los logran.• Expresión de lo que los alumnos creen que están aprendiendo o han aprendido.• Diarios de clase con opiniones de los alumnos contrastando lo que creían que iban a aprender y lo que han aprendido.• Mapas conceptuales que se construyen o analizan colectivamente a medida que se aprende un concepto nuevo y se relaciona con los demás.• Análisis de trabajos de alumnos de cursos anteriores y explicitación por parte de los alumnos de lo que se espera que sean capaces de hacer.
Evaluación de la calidad de la anticipación y planificación de la acción
<ul style="list-style-type: none">• Bases de orientación, carta de navegación en las que los estudiantes resumen las operaciones necesarias para hacer una tarea o actividad.• Diarios de clase que recojan lo que los alumnos creen que han aprendido y cómo lo han aprendido.• Esquemas, diagramas, mapas conceptuales que organicen e interrelacionen lo aprendido.

Evaluación de la representación o percepción de los criterios de evaluación

- Elaboración de parrillas (cuadros) de criterios de evaluación por parte de los alumnos que aplicarán a sus producciones.
- Aplicación de parrillas de criterios de evaluación elaboradas por el profesorado.
- Contratos de evaluación, donde alumnos y docentes negocian y acuerdan tanto los contenidos como los criterios de evaluación.
- Diarios de clase que recojan lo que los alumnos han aprendido bien y lo que no acaban de entender o saber hacer.
- Elaboración por parte de los alumnos de preguntas de un posible examen.
- Elaboración y corrección de ejercicios en actividades de coevaluación.
- Revisión de respuestas a preguntas o actividades planteadas en la evaluación inicial, explicitando los criterios para valorarlas.

Evaluación de los resultados de los aprendizajes esperados

- Pruebas escritas que incluyan preguntas "productivas", cuya respuesta exige relacionar conocimientos aplicándolos al análisis de situaciones no trabajadas anteriormente.
- Mapas conceptuales realizados por los alumnos.
- Realización de proyectos o trabajos que requieran aplicar los conocimientos aprendidos. Pueden concretarse en escritos, maquetas, dramatizaciones, murales.
- Exposición oral sobre algún tema en que se demuestren las relaciones con lo aprendido.
- Responder de nuevo el cuestionario inicial e identificar los cambios producidos en los conocimientos.

4.5 Comunidades de aprendizaje en el aula

En esta sección se analiza la perspectiva de transformación de las clases de ciencias en comunidades de aprendizaje.

Se discuten resultados de investigación relacionados con:

- La escuela y la clase como una comunidad de aprendizaje.
- Estrategias que permiten transformar las clases de ciencias en comunidades de aprendizaje.
- Algunos ejemplos de comunidades de aprendizaje.



La escuela y la clase como una comunidad de aprendizaje

La idea de considerar la escuela y el aula como una comunidad de aprendizaje, forma parte de la perspectiva constructivista que considera el aprendizaje situado en su contexto (Brown *et al.*, 1989), y a la que nos referimos en el tema 4.2. Planeación didáctica, donde se analiza la puesta en práctica en el aula de algunas propuestas congruentes con esta perspectiva.

La propuesta de *aprendizaje cooperativo dirigido* de Brown y Palincsar (1989) está explícitamente fundamentada, en primer lugar, en la idea de la *génesis social* de la comprensión individual, según Vygotski (1995) y Piaget (1979); en segundo, en la estructura de la *argumentación* de Toulmin (2007) y, en tercer lugar, en el estudio *del diálogo en clase*, de Cazden (1990). Estos son referentes en los que coinciden con Candela (1999) y Jiménez Aleixandre (2003). Brown y Palincsar, en el trabajo mencionado, enmarcan su propuesta en el aprendizaje cooperativo, pero no únicamente en cuanto a la eficacia de la estructura organizativa (cooperativa o competitiva) en los resultados o productos, sino también en la influencia del contexto cooperativo en *procesos de pensamiento* –como elaboración de ideas, análisis y resolución de problemas. En particular, analizan los procesos de explicación en el seno de los grupos, la forma en que los participantes piden justificaciones de las afirmaciones. Estas autoras prestan atención al apoyo cognitivo, al significado de *colaboración* que distribuye la carga cognitiva entre los participantes que adoptan distintos roles y comparten la responsabilidad, y proporciona modelos de procesos cognitivos –ya que las estrategias de pensamiento (preguntar, explicar o evaluar) se ejecutan explícitamente en público, dando modelos para lo que después ha de ser realizado de forma independiente y privada–, ayudando a aprender a aprender.

Un ejemplo de la metodología derivada de esta propuesta es la *enseñanza recíproca* (Brown y Palincsar, 1989), diseñada para ayudar a estudiantes con dificultades en la comprensión de textos y que ha sido extendida a otros dominios. Es un aprendizaje cooperativo dirigido, en el que docente y estudiantes se turnan en la dirección de una discusión sobre un texto que intentan comprender juntos. Las discusiones son abier-

tas y se practican –en el caso de la comprensión de textos– actividades estratégicas, como preguntar, aclarar o resumir. Estas estrategias se introducen como herramientas para articular la discusión, pues son las que los buenos estudiantes emplean, por su cuenta, en una especie de diálogo interno para comprender los textos que leen; en la enseñanza recíproca se practican en contexto, no se enseñan como actividades aisladas. Esta forma de proceder hace *externos* estos intentos *internos* de comprensión, practicados primero socialmente hasta ser adoptados poco a poco como parte del repertorio personal de estrategias de aprendizaje.

La enseñanza recíproca asigna un importante papel al docente, quien proporciona el modelo de comportamiento experto, modelando actividades de comprensión, de forma que resulten *públicas*, explícitas y concretas, lo que en condiciones normales no ocurre, ya que las actividades de control de comprensión suelen ser privadas. Las autoras indican que, en la enseñanza recíproca, no todos los participantes son iguales; la profesora o profesor ocupa una posición privilegiada.

Las clases concebidas como comunidades de aprendizaje se fundamentan, según Ann Brown (1992), en la noción de comunidades de práctica de Pierre Bourdieu, y en la propuesta de Lave y Wenger (1991), del aprendizaje concebido como una participación creciente en comunidades de práctica, semejante a la experimentada por los aprendices de un oficio. En español no existe una palabra diferente para uno y otro tipo de aprendizaje, por lo que hemos propuesto (Jiménez Aleixandre, 2003) tomar del portugués el término *aprendizado* para hacer referencia a la inmersión en la práctica de aprender, a lo que se denomina “aprendizado cognitivo”.

Estrategias que permiten transformar las clases de ciencias en comunidades de aprendizaje

En las *comunidades de aprendizaje*, la investigación, la búsqueda de un modelo de aprendizaje y enseñanza está estrechamente unida a la acción, la mejora del

aprendizaje. La enseñanza recíproca es uno de los componentes de las comunidades de aprendizaje. Para Ann Brown (1992), la filosofía de estas clases es diferente de la tradicional, diferencias resumidas en la tabla 8 y que, según indica, es más adecuado contemplarlas como extremos de un continuo que como dicotomías. En las comunidades de aprendizaje cambia el papel del alumnado y también el del profesorado, el currículo y la evaluación, lo que en nuestra opinión responde a que las clases son sistemas con complejas interrelaciones entre sus dimensiones. Esta propuesta de Brown guarda semejanza con otras realizadas desde la perspectiva de investigación-acción, y con las que proponen un papel activo de las y los estudiantes como “investigadores” con su participación en las prácticas científicas.

Tabla 8. Cambios en la clase, adaptado de Brown (1992)

	Clase tradicional	Comunidad de aprendizaje
Alumnado	• Receptor pasivo.	• Investigadores, maestros.
Profesorado	• Lección tradicional.	• Indagación dirigida.
Currículo	• Amplitud, extensión. • Fragmentado. • Memorizar hechos.	• Profundidad. • Coherencia explicativa. • Comprender.
Evaluación	• Examen tradicional.	• Utilización del conocimiento.

Algunos aspectos sobre los que se pone el acento, además del rol activo del alumnado, es un diseño curricular que favorezca la comprensión y la coherencia explicativa de las teorías, y sistemas de evaluación centrados en el uso del conocimiento, y no sólo en su retención.

En las comunidades de aprendizaje cambia el papel del alumnado como activos constructores de conocimiento, protagonistas de su propio aprendizaje a los que se pide, por ejemplo, que generen propuestas, productos (sean modelos físicos, informes escritos o diseños experimentales), preguntas, que lleven a cabo investigaciones, o que justifiquen sus conclusiones u opciones con pruebas (Jiménez Aleixandre, 2008).

También cambia el papel del profesorado que actúa como modelo de las indagaciones y las dirige; estimula al alumnado a apoyar sus enunciados en pruebas, o favorece la reflexión sobre su aprendizaje y sobre cómo controlarlo. En las clases concebidas como comunidades de aprendizaje hay un ambiente de diálogo, pero esto no significa que el docente tenga el mismo papel o responsabilidad que los estudiantes.

En las clases que constituyen comunidades de aprendizaje, la indagación (*inquiry*) constituye el núcleo del currículo. En las clases de ciencias, las y los estudiantes toman parte en prácticas científicas, como elaborar y criticar argumentos (Jiménez *et al.*, 2009) o construir y usar modelos. El currículo se organiza en torno a actividades auténticas, como las discutidas en la sección 4.2, a la resolución de problemas. Se favorece la profundidad frente a la extensión, centrando el trabajo en una selección de temas clave. Este tipo de enseñanza y aprendizaje requiere también cambios en la evaluación en el sentido abordado en el apartado anterior.

Algunos ejemplos de comunidades de aprendizaje

¿Cómo poner en práctica los principios de diseño resumidos más arriba? ¿Es posible transformar las clases en comunidades de aprendizaje?

El trabajo de Antonia Candela, en aulas de México, muestra cómo llevar a la práctica la perspectiva que pone la responsabilidad de aprender en gran medida en las manos del alumnado. En su libro *Ciencia en el aula* (1999), Candela documenta la negociación de significados en aulas de primaria; por ejemplo, cómo se

construyen en una clase de quinto de primaria las relaciones entre lo observado en un experimento sobre la combustión, las pruebas (o evidencias) empíricas, la versión de los expertos ("los que saben más") y la legitimación de los conocimientos. La autora analiza el papel del discurso en esta construcción y legitimación de conocimientos científicos en el aula, las distintas fuentes de conocimiento, como pueden ser, por una parte, el consenso en la propia clase y, por otro, el libro o los expertos externos. Un aspecto al que se presta atención en el libro es la orientación hacia el acuerdo o consenso, no sólo por parte del profesorado, sino especialmente del alumnado.

Candela concluye que las y los estudiantes contribuyen a la construcción del conocimiento de ciencias, se apropian de recursos, fuentes de conocimiento de las ciencias y los utilizan creativamente. Esta apropiación es posible, en nuestra opinión, porque, como se documenta en el libro, los docentes crean condiciones adecuadas para la participación del alumnado en el discurso del aula, en los diálogos y propuestas, en la interpretación de lo observado, en la legitimación del conocimiento.

En España, López y Jiménez (2007) analizan el desarrollo de una unidad didáctica basada en una salida al campo en cuarto grado de primaria, en un aula y un centro en el que gran parte de la responsabilidad del aprendizaje se pone en manos del alumnado que, en este caso, decide colectivamente y en este orden, a lo largo de seis días, sobre: a) cómo comportarse en el campo para ser respetuosos con el medio, b) qué estudiar en la salida y, c) cómo estudiarlo. Los autores exploran la forma en que distintos estudiantes debaten propuestas, cómo las justifican e intentan persuadir a otros –es decir, cómo argumentan– y a qué conocimientos científicos recurren en este proceso. Un tema especialmente debatido y que da lugar a argumentos de cierta complejidad, es el de si se pueden capturar animales o no, en concreto, ranas. López y Jiménez concluyen que el desarrollo de las competencias argumentativas del alumnado parece relacionado con unas tareas que demandan un papel activo por parte del mismo.

En resumen, vemos que es posible convertir las clases en comunidades de aprendizaje y que en ellas hay una estrecha relación entre el papel activo del alumnado, el papel del profesorado dirigiendo la construcción de conocimientos y un currículo basado en tareas auténticas que interesen al estudiante.