

EL DESARROLLO PROFESIONAL DEL PROFESORADO DE CIENCIAS COMO INTEGRACIÓN DE LA REFLEXIÓN Y LA PRÁCTICA. LA HIPÓTESIS DE LA COMPLEJIDAD^(*)

Bartolomé Vázquez Bernal¹, Roque Jiménez Pérez² y Vicente Mellado Jiménez³

(1) Profesor de Física y Química, IES Jorge Juan, San Fernando, Cádiz.

(2) Dto. Didáctica Ciencias y Filosofía, Universidad de Huelva.

(3) Dto. Didáctica Ciencias Experimentales y Matemáticas, Universidad de Extremadura, Badajoz.

[Recibido en Marzo de 2007, aceptado en Mayo de 2007]

RESUMEN ^(Inglés)

El artículo que presentamos aborda el desarrollo profesional del profesorado de ciencias en un sistema que integra reflexión y práctica de aula. En esta propuesta teórica cobra especial significación la denominada Hipótesis de la Complejidad, en la que percibimos tres dimensiones asociadas de complejidad creciente, desde la racionalidad técnica, pasando por el interés en los problemas prácticos y concluyendo en posiciones basadas en la crítica social.

Palabras clave: *Profesorado de ciencias experimentales; reflexión; desarrollo profesional y complejidad.*

INTRODUCCIÓN: LA REFLEXIÓN COMO NEXO DE UNIÓN TEORÍA Y PRÁCTICA

En el terreno de la educación, existe una abundante literatura centrada en la importancia de los procesos de reflexión (Dewey, 1998; Loughran, 1996; Schön, 1983), los cuales han ido desarrollándose a lo largo del siglo pasado y el actual, a medida que se iban reelaborando y contextualizando las investigaciones en educación (Zee y Roberts, 2002). Se incluyen, dentro de esta dinámica reflexiva, la formación inicial y permanente de los docentes, como expresan Pacca y Villani (2000), para quienes el cuestionamiento de los relatos de los profesores sobre su práctica, puede revelar al profesor las características de su práctica efectiva y las implicaciones de la misma en el establecimiento de un clima favorable al diálogo. De esta forma, la reflexión sobre qué se está ofreciendo a los alumnos, parece constituir el mejor punto de partida para instalar en ellos un sentido favorable al diálogo (Villani y Pacca, 2001). Frente al papel aséptico y acrítico, orientado a la cualificación profesional (Schön, 1992), diversos autores apuestan por el papel emancipador de la reflexión. Para Goodman (1987) y Zeichner (1993, 1995), en todo el mundo se utiliza el término "profesional reflexivo" como lema y eslogan a favor de la enseñanza y la formación del profesorado, existiendo mucha confusión sobre el tema. La *reflexión* es interpretada

como un acto inherente a la propia práctica y no como una comprensión teórica sobre la misma, como una pregunta de acción diferente que intenta cuestionar el orden legitimado (Jiménez *et al.*, 1999). En la misma línea argumental Kemmis (1999) define el concepto de reflexión como una construcción social orientada a la acción.

Furlong (2002) establece que hay tres procesos principales que apuntalan la enseñanza: el *pensamiento intuitivo* que subyace bajo la acción y la toma de decisiones rápidas, a las que sostiene; el *pensamiento analítico* y objetivo que permite a los profesores planificar el aprendizaje; y el *pensamiento reflexivo* que es crucial para aprender de la experiencia y valorarla. Las interconexiones entre estos tres procesos de pensamiento están representadas cíclicamente en la figura 1.

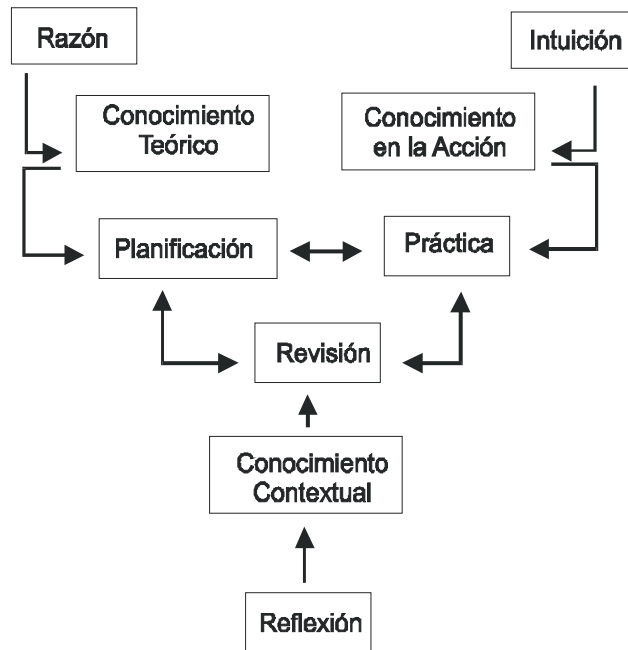


Figura 1.- Los procesos de pensamiento en la enseñanza (adaptado de Furlong, 2002).

Nuestra zona de interés se centra en la asunción de las posiciones críticas respecto a la reflexión. Tomando el esquema teórico precedente de Furlong (2002)

asumimos nuestra capacidad para investigar en las zonas que competen a la racionalidad y la reflexión, que producen conocimiento teórico y contextual, según el enfoque del citado autor. Nuestras expectativas se focalizan en el ámbito de la reflexión consciente, aquella que es capaz de integrar pensamiento racional y reflexivo, que genere conocimiento teórico y contextual práctico consciente y que pueda explicitarse. Así, añadimos una nueva dimensión al término *reflexividad*, como aquel que, al integrar ambas formas de pensamiento, dota de conciencia a los saberes y conocimientos, un puente que da nitidez a las reflexiones y las orienta. Implica una actitud frente a la acción reflexiva. No desechamos el pensamiento intuitivo, simplemente mostramos nuestro interés por la reflexión consciente, promotora del diálogo interno y de la capacidad de comunicación con los otros. Recogemos estas ideas en la figura 2.

El papel, por tanto, que ocupan los procesos de reflexión es incuestionable, como destacan Bryan y Atwater (2002), quienes entienden que la *práctica reflexiva* no es necesariamente mejor porque sea más deliberada y determinada, sino que se necesita ver la enseñanza como un proceso personal de indagación, así como observar las tensiones y choques culturales, como un catalizador necesario para el desarrollo del conocimiento profesional y las tareas sobre aprendizaje y enseñanza de las ciencias. Esta apertura hacia el diálogo, personal y compartido, son especialmente importantes

para el desarrollo del profesorado (Gunstone y Northfield, 1994), para quienes la colegialidad proporciona ideas, apoyo, recompensas y motivación. El desarrollo personal de los profesores tiene que fomentar la autoestima y los aspectos afectivos del profesor así como considerarlo como integrante de un grupo, ya que el cambio suele ser continuo y gradual y no se realiza en solitario sino en colaboración con los colegas (Mellado *et al.*, 2006; Reyes *et al.*, 2001).

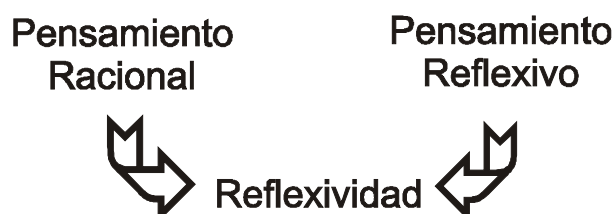


Figura 2.- La reflexividad como integración entre las formas de pensamiento.

Nos interesa, especialmente, comprender e interpretar la reflexión y sus relaciones con la práctica (Baird *et al.*, 1991; Gunstone *et al.*, 1993, 1994; Gunstone, 1999), no en términos de adiestrar o mejorar sustancialmente la reflexión, ya que caeríamos en la verticalidad de la eficacia, sino en proporcionar la oportunidad de reflexionar, como ha puesto en evidencia Windschitl (2004), en sus investigaciones sobre formación, ejecución e interpretación de proyectos de enseñanza indagatoria.

LA HIPÓTESIS DE LA COMPLEJIDAD PARA LA REFLEXIÓN

Antecedentes

La hipótesis, a la que denominamos de la complejidad, se considera heredera de desarrollos teóricos precedentes en el campo de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, en especial de los diversos enfoques que han ido refinándose con el avance de esta disciplina y que, al amparo de los modelos de enseñanza centrados en el profesor, han sustentado y afianzado su lógica evolución. Desde una perspectiva constructivista, pronto surge, en el campo que nos atañe, el intento por caracterizar la enseñanza que los profesores utilizan en sus intervenciones en el aula. A partir de modelos teóricos precedentes, se proponen modelos de profesor ya clásicos en nuestra literatura: tradicional, espontaneísta, tecnológico, constructivista, en sus acepciones más aceptadas (Porlán y Rivero, 1998). A la vez, comienzan a desarrollarse líneas de investigación que inciden más en la búsqueda de dotar de identidad propia a los profesores, tratando de huir de los esquemas rígidos que, a veces, subyacen en las clasificaciones iniciales y que, sin embargo, orientan y dan cobertura teórica a estas mismas investigaciones. Así, surge la búsqueda de los *modelos didácticos personales* propios de cada profesor. Como fruto de estas indagaciones se elabora la *Hipótesis de Progresión sobre el Conocimiento Profesional de los Profesores*, que hunde sus raíces en las elaboraciones teóricas de distintos autores sobre las concepciones de los profesores (Porlán y Rivero, 1998; Wamba, 2001; Jiménez y Wamba, 2003).

Para vertebrar, nuestro discurso teórico, nos referiremos a la aportación de diversos investigadores, más específicos en cuanto a la caracterización de la capacidad de reflexión, aunque sin abandonar el campo educativo. En orden cronológico, Hoyle (1974) distingue dos tipos de profesionalidad: restringida y desarrollada. La primera

centrada en las destrezas profesionales derivadas de experiencias y, la segunda, en las destrezas derivadas de una reflexión entre experiencia y teoría. Aunque no incide de forma profunda en la reflexión de los profesores, sí la considera una característica de la profesionalidad avanzada.

Van Manen (1977), desarrolla los aspectos centrados en la propia reflexión, y distingue tres niveles, a los que denomina de racionalidad técnica, práctico y crítico, caracterizados por la aplicación eficiente y eficaz del conocimiento educativo, en el primer nivel; la acción unida a compromisos de valor particular, en el segundo y, por último, la incorporación de criterios morales y éticos, en el tercero. Destacamos la compleja vertiente social que la educación conlleva (Tom, 1984). La aparición de este tipo de criterios no es contemporánea a la aportación de estos autores, proviene de los movimientos sociales del siglo XIX, aunque, en el campo de la reflexión educativa, sí podemos catalogarla de reciente. Profundizando en esta línea, Zimpher y Howey (1987) también encuentran tres niveles en la reflexión, uno tecnológico, asociado a la selección de técnicas específicas para lograr objetivos prefijados; otro práctico, relativo al juicio sobre lo que se debería ser hecho y, para finalizar, un nivel crítico, centrado en la autocrítica y crítica social.

De las contribuciones de los anteriores investigadores, en orden a su aparición cronológica, observamos que los niveles se van haciendo más complejos, adquiriendo una verdadera entidad teórica todo lo relativo a la crítica social y a la emancipación como base de la educación. Este movimiento se acentúa en autores como Carr y Kemmis, (1988) que desarrollan teóricamente este modelo de educación y, al igual que los autores precedentes, diferencian entre tres niveles diferentes de reflexión: el tecnológico y el práctico, que se corresponden con los niveles descritos con anterioridad, y el crítico, que profundiza en el sentido de dotar a la educación de herramientas que conduzcan a la emancipación y sienten las bases del sistema educativo sobre los pilares de la justicia social. Estos mismos argumentos son compartidos por múltiples autores, aunque discrepen en el número de niveles que constituye la capacidad de reflexión. Por ejemplo, Loudon (1991), añade un nivel más de desarrollo en la reflexión, al distinguir entre lo personal y lo problemático, a caballo entre el tecnológico y el problemático (o práctico), e implicaría a la experiencia que conecta con el entendimiento de la propia vida de uno. Se desprende de las ideas previas que el profesor debe trascender las propias reflexiones que afectan a su vida personal y enfocarlas, además, hacia el plano profesional. En última instancia estarían las revisiones y el cuestionamiento de las propias ideas, orientadas hacia la acción crítica. Para Schön (1998), en cambio, sólo existen dos niveles de reflexión, uno técnico y otro que surge desde la acción, el primero consiste en la aplicación rigurosa de la teoría científica y de la técnica. El segundo nivel implica la definición de medios y fines de forma interactiva en una situación problemática.

Con Schön, coincide también Elliot (1999), en cuanto al número de niveles, si bien su concepto de profesionalidad en el ámbito educativo posee una dimensión más humanística. Sus propuestas teóricas emergen de las teorías de Habermas (2002), distinguiendo dos niveles: el técnico, con pautas claras, inequívocas e impersonales y el práctico, con la autorreflexión crítica y la persona como fuente de pautas.

Observamos que el nivel crítico parece integrarse dentro del nivel práctico, diluyéndose en este nivel, conformándose la propia persona como fuente de pautas potencialmente problemáticas.

Las metáforas como herramientas para la Complejidad

Aunque la literatura se decanta mayoritariamente por la existencia de tres niveles de reflexión, no hay que descuidar la hipótesis de Elliot, en la que podemos encontrar sólo dos niveles. Nosotros distinguimos con claridad dos niveles en la reflexión, ambos incompatibles entre sí, como son la perspectiva técnica o instrumental y la no técnica. En esta última, a su vez, en aras de una mejor conceptualización, distinguimos dos versiones, no incompatibles sino incluso complementarias: una versión centrada en la resolución de problemas de tipo práctico y otra que, englobando a la anterior, añade más complejidad y supone un paso más, esto es, la concienciación social y crítica.

La implementación de estudios de naturaleza compleja precisa de acercamientos de naturaleza conceptual diversa al medio didáctico (Herrán, *et al.*, 2005). A partir de todas las aportaciones anteriores, elaboramos la Hipótesis de la Complejidad (Vázquez Bernal, 2006). En ella, diferenciamos tres *dimensiones*, que ocupan el lugar de los niveles descritos por los diversos autores, pero que llevan asociado un concepto algo diferente que explicaremos recurriendo a las metáforas. Lakoff *et al.* (1986), defienden que cualquier sistema conceptual humano es, en su mayor parte, de naturaleza metafórica. El empleo de metáforas ha ayudado a realizar múltiples conceptualizaciones a lo largo de la historia de las ciencias. Según Fox Keller (1995), las metáforas en la ciencia pueden ser interpretadas no sólo como algo pedagógico o heurístico, sino que en ellas se muestran componentes significativos de las teorías científicas. Feldman (1993, 2002), reflexionando sobre la necesidad de analizar la forma de razonar de los profesores, sobre sus prácticas y el contexto social y político, forjó la metáfora de los *horizontes*; para este autor la vista del profesor de su horizonte educativo es de alguna forma como un horizonte físico. Mientras el contexto está fijado, la situación educativa cambia, como un horizonte, viaja con el profesor a través del espacio y del tiempo; en este sentido, como un horizonte, no hay límites a la situación educativa, a medida que la situación del profesor se traslada, el horizonte se mueve, abarcando nuevas entidades y las historias nuevas y futuras de esas entidades.

Dentro de la capacidad de reflexión, como expresábamos previamente, distinguimos tres dimensiones: técnica, práctica y crítica. En nuestra *hipótesis*, cada dimensión se vuelve más compleja, añadiendo una complejidad creciente a la propia reflexión. Desde los intereses instrumentales hasta la concienciación social y el papel emancipador de la educación. Recurriendo a la metáfora, parecería que dentro de la *dimensión técnica* nos moveríamos en un universo unidimensional, que se cierra sobre sí mismo, plagado de rutinas y esquemas de acción autoconsistentes, los cuales se retroalimentan a sí mismos, pero que, observado desde el mismo, nos parecería completo y suficiente.

En una dimensión superior, la *dimensión práctica*, el mundo unidimensional daría lugar al universo plano, bidimensional, donde la resolución de problemas prácticos orienta a

la reflexión. Nos hallamos en un mundo con un grado de libertad más. No existe solamente la perspectiva única, hacia delante o detrás, el ensayo/error como método de indagación de la práctica educativa. Otro tipo de presupuestos dan sentido a la educación y a la enseñanza y nuestras reflexiones encuentran sentido en ellas. Sin duda el espacio se amplía y nos movemos en el plano.

Finalmente, en el último grado de complejidad, encontramos *la dimensión crítica*. Nos desenvolvemos en el mundo tridimensional, con el máximo grado de libertad. Las perspectivas se desarrollan y se abren ante nosotros. Dotamos de espacialidad a nuestras reflexiones, dicho sea de forma metafórica. Los problemas prácticos se vuelven más complejos con todas las posibilidades que las coordenadas sociales nos permiten. Todo problema de índole práctico está incardinado en un contexto social complejo y único. Tratamos con individuos que aprenden y con la rica gama de diversidad que les acompañan. Sometemos a revisión nuestras ideas y pensamientos, interaccionando con el contexto y con la ayuda de nuestros compañeros, debatiendo y tratando de movilizar, e incluso, de remover las concepciones que sustentan nuestra práctica y afloran en las reflexiones compartidas o en la soledad de la introspección. En definitiva, da sentido de forma racional a nuestra aspiración de conocimiento, fundamentado en la práctica e inherente a nuestras acciones e intervenciones diarias.

Sin embargo, así como preconizamos desde esta investigación un nivel creciente de complejidad en la reflexión de los profesores, pensamos que esa misma *hipótesis de la complejidad* ha de vincularse a la práctica de aula, o sea, a las intervenciones que los profesores desarrollan en el proceso de enseñanza/aprendizaje. La vinculación entre reflexión y acción es evidente. Montero (2001) se pregunta si, el conocimiento en la acción y la reflexión en la acción, no son los constructos más potentes para explicar los vínculos entre conocimiento y acción; respondiendo que, mediante ellos, hemos accedido a la evidencia del conocimiento incrustado en la actuación profesional, desvelándose un proceso interno, activo, de construcción.

En este sentido, vincular significa emanar, por lo que es desde la reflexión y su análisis, del que derivaremos la búsqueda de significado de la acción educativa (Imbernón, 2001). No es ajena esta premisa a las aportaciones de investigadores de nuestro contexto cercano (Porlán *et al.*, 1998), que ven el conocimiento como un conocimiento práctico, integrador, profesionalizado, complejo, tentativo, evolutivo y procesual.

LA COMPLEJIDAD DE LA REFLEXIÓN Y LA PRÁCTICA

Para un autor crítico con el sistema de racionalidad técnica como Zeichner (1993), la reducción del proceso de reflexión a la consideración de las destrezas y estrategias docentes y la exclusión de la delimitación de los fines de la enseñanza de este proceso, es característico de la racionalidad técnica. Este autor considera los distintos enfoques que subyacen a los procesos de reflexión. En primer lugar una tradición académica, que hace hincapié en la reflexión de los profesores sobre su asignatura para promover la comprensión del alumnado. Una tradición de la eficiencia social, que resalta la aplicación de la investigación llevada a cabo por estudiosos universitarios. Otra tradición desarrollista que da prioridad a una enseñanza sensible a los intereses,

pensamiento y pautas evolutivas de los alumnos. Por último, una tradición de práctica reflexiva, que considera la reflexión como un acto político que puede contribuir a una sociedad más justa y humana.

Nuestra visión de la reflexión como promotora del conocimiento es compatible con las teorizaciones de autores como Cochran-Smith y Lytle (2003), que distinguen entre un conocimiento para la práctica, generado en la Universidad; un conocimiento en la práctica, generado en la propia práctica docente y, para finalizar, un conocimiento de la práctica, que compatibilizan ambos tipos de conocimientos.

Por otro lado, en la actualidad, las investigaciones del pensamiento del profesor están asumiendo un enfoque más dialéctico. En ellas, la relación teoría-práctica se ve de un modo interactivo: la acción pedagógica es orientada por las propias construcciones teóricas e influenciada y modificada por acontecimientos prácticos (Imbernón, 2002), reclamándose trabajos de investigación que se contextualicen, tanto en la formación inicial (Gallego *et al.*, 2004), como en ejercicio del profesorado. Por tanto, partimos de la necesaria integración entre calidad de reflexión en los profesores, como generadora de conocimiento y práctica de aula, lo que, desde nuestro punto de vista, ha de redundar en un grado de complejidad en el desarrollo/conocimiento profesional. Hemos querido simbolizar la *hipótesis de la complejidad* de forma gráfica, en la que destacamos el grado de complejidad creciente que supone avanzar de una dimensión a otra, para ello hemos plasmado nuestras ideas en la figura 3.

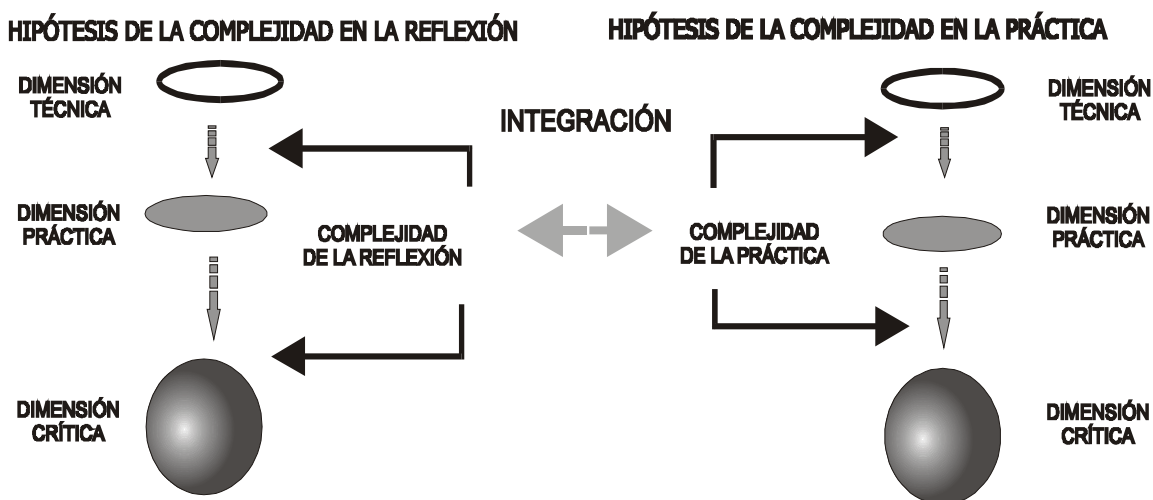


Figura 3.- Integración reflexión – práctica.

La elección de una determinada forma de desarrollar y realizar nuestras reflexiones y su repercusión en la práctica educativa es una elección personal. El adentrarse de forma voluntaria en el espacio tridimensional o de permanecer en la unidimensionalidad, suponemos que es una elección que reporta beneficios personales, sociales y profesionales a quien las efectúa. Ello no implica que nosotros no defendamos una visión compleja y sistémica en el discurso del profesor, con la incorporación de diferentes voces o modelos (Pozo, 1999), sólo expresamos que la elección de la complejidad implica descubrir un vasto mundo y que, ese mismo acto, es por sí mismo motivador. La noción de la complejidad, ampliamente desarrollada por Morin (1995), supone una opción ideológica orientadora de valores, pensamiento y

acción, una perspectiva de la construcción del conocimiento y una perspectiva de la acción (Bonil y Pujol, 2005).

Como expresan Joyce y Weil (1985), no existe un modelo perfecto, ni enfoques que resuelvan todos los problemas educativos, no hay planteamientos que tenga éxito con la totalidad del alumnado y para todas las finalidades perseguidas. Esto no significa que "todo vale", sino que, por un lado, los diferentes objetivos de la enseñanza de las ciencias requieren un amplio repertorio de estrategias de consecución (Jiménez, 2001), y que cada modelo tiene su ámbito de aplicación, que puede ser complementario con otros (Aliberas *et al.*, 1989).

UN MODELO DE DESARROLLO PROFESIONAL BASADO EN LA COMPLEJIDAD

El término "desarrollo profesional" (DP) viene utilizándose con asiduidad desde hace décadas, en la literatura al uso, para referirse a una multiplicidad de profesiones, entre las que se incluye la profesión docente. Lejos de ser un término estático, sus acepciones y significados han ido transformándose en el tiempo, existiendo, hoy por hoy, un consenso bastante extendido, por el cual, conviven interpretaciones variadas que responden a modelos de DP cuyas bases teóricas compiten al sustentarse en paradigmas divergentes. Durante muchos años el DP de los profesores de ciencias experimentales estuvo centrado, casi exclusivamente, en incrementar y actualizar el conocimiento del contenido científico. En las dos últimas décadas, el conocimiento didáctico del contenido (Shulman, 1986) ha encontrado también un lugar en este desarrollo, impulsando numerosos trabajos con el profesorado de ciencias (Gess-Newsome y Lederman, 1999). Un punto de vista más amplio, ha sido adoptado por un número de educadores que han incorporado una perspectiva constructivista social o sociocultural. Marrero (1999), dentro de la componente social, distingue un continuo en los modos de trabajar del profesorado, relacionado con el desarrollo profesional, desde la autocracia hasta la colaboración.

Entre las voces críticas con los modelos de DP tecnológicos se alzan la de quienes como Kepler (1999), observan que la realidad de la enseñanza exige un enfoque de la formación del profesor, que se acomode a la complejidad de la enseñanza: la similitud y la singularidad de los individuos y de los contextos; el conocimiento base y los aspectos críticos del proceso de la enseñanza. Para Hargreaves (1999), la buena enseñanza no sólo radica en el conocimiento de habilidades y competencias, también se alimenta con la pasión, el desafío, la creatividad y la alegría. La experiencia de investigadores/ formadores como Luft (1999, 2001), le hace expresar que reflexionar sobre las creencias y la práctica es importante para que se produzca el cambio de enseñanza. El establecimiento de un clima de indagación en las escuelas es, probablemente, crítico para la realización del cambio conceptual en el alumnado de ciencias en un marco constructivista. Hewson *et al.* (1999) inciden en la complejidad de la enseñanza, reclamando que, sin un clima de indagación en las escuelas, probablemente los profesores volverán a lo tradicional y a unas formas de enseñar ciencia menos complejas y con menor exigencia.

Un ejemplo muy recurrente y empleado en contextos de innovación curricular, que incluyen las consideraciones sociales y personales en el DP de los profesores, es el

modelo de "práctica social" de Elliot (1993). El esquema central del modelo es la investigación-acción, seguida de reflexión sistemática, que conduce la comprensión y construcción de significados.

Un modelo interesante es el de Bell y Gilbert (1998), que desde una perspectiva constructivista social, consideran que el desarrollo de profesor posee tres perspectivas: social, personal y profesional. Otra aproximación, al DP en profesores de ciencias experimentales, lo constituye el modelo de Marx et al. (1998) basado en una dinámica interrelacionada de cuatro elementos, representados por el acrónimo CEER (en inglés): colaboración; implementación de nuevas prácticas en el aula; esfuerzo prolongado para promover el cambio; y reflexión sobre la práctica.

Existen otros modelos, más actuales, específicamente desarrollados para profesores de ciencias experimentales, que poseen una raíz postpiagetiana, basado en la asunción del profesor como "líder del aula y del centro" (Howe y Stubbs, 2003). Las metas de esta forma de DP se basan en incrementar el conocimiento de los profesores; implementar el nuevo conocimiento en los materiales de aula; llegar a estar más seguro de sí mismo; y llegar a implicarse en trabajos colaborativos.

Un asunto en el que deseamos incidir, ya que se incorpora con frecuencia, es el de la formación permanente. Para García Barros (1999), no siempre son dos caras de la misma moneda, ya que las actividades formativas que se han venido realizando, han incidido tan poco en los procesos de DP del profesorado como para que, actualmente y para paliar esta situación, se evite el uso del término formación permanente en favor del desarrollo profesional, dado el interés por enfatizar el deseo de que aquella promueva éste. Por lo que se refiere a la formación permanente, ésta debería incidir en aquellos factores que ayudasen a los profesores y profesoras a desarrollar su capacidad de reflexión a partir de su experiencia práctica. Se trata, por tanto, del análisis de la práctica, pero también y sobre todo, de las condiciones sociales e institucionales en que esa práctica tiene lugar y encuentra justificación (Sola, 1999).

Formación permanente y colegialidad son asuntos recurrentes en las prescripciones de raíz tecnológicas en el DP del profesorado. Para Smyth (1999), la colegialidad como herramienta administrativa, bajo el disfraz de un proceso de DP, obliga a muchos docentes a adoptar métodos eficaces para su neutralización. Howe y Stubbs (2003), asumen que es casi imposible que los profesores asuman nuevos roles, cuando se encuentran encerrados en estructuras escolares que separa administradores de profesores y de un esquema que no permite la interacción colegiada entre los profesores día a día.

Imbernón (1998) incardina el DP del profesorado, tanto en la formación inicial como en la permanente, en una cultura profesional que desarrolla una visión del profesorado como elemento activo, agente social y profesional crítico que colabora y se confronta con otros profesionales. Ello implica que los dilemas, las dudas, la divergencia y la confrontación llegan a constituirse en aspectos de la cultura profesional y, por consiguiente, también, del desarrollo profesional, llegándose a percibir éste como una forma de solucionar los problemas profesionales relevantes para el profesor (Fernández y Elortegui, 2000).

Estas líneas de actuación se organizan en modelos de formación específicos para el profesor de ciencias, coherentes con las orientaciones constructivistas, de los que recogemos, por su interés y cercanía temporal, el modelo de Copello y Sanmartí (2001), basado en la toma de decisiones en una perspectiva crítico-reflexiva; la metacognición, regulación y cambio; la mediación de la reflexión dialógica; y la construcción del conocimiento en la zona de desarrollo próxima de cada profesor.

El ámbito de la metacognición, como desencadenante de procesos de autorregulación en la formación del profesorado, es un campo emergente dentro de la didáctica de las ciencias experimentales, como lo demuestran el ascenso de trabajos de investigación en este área (Sanmartí *et al.*, 1999; Lucio, 2001). En estos planteamientos, la metacognición se convierte en eje dinamizador de los procesos de cambio del profesor, vertebrando las concepciones de éste al interactuar con los procesos que tienen lugar en el aula. También destacable, en nuestro contexto, es el modelo de Furió y Carnicer (2002), cuyos ejes centrales orbitan en torno a la reflexión colectiva y la integración teoría-práctica.

Según Rodrigo *et al.* (2000), sin embargo, la disociación entre grupos de profesores consolidados y centros de trabajos, puede derivar en la creación de grupos elitistas alejados de sus centros de trabajos, lo cual constituye una segregación indeseable. Por último, Estepa (2004) añade al DP el diseño y el desarrollo del currículo en equipo de profesores, a través de la experimentación colegiada de propuestas y proyectos curriculares en una actitud de ensayo, comprobación y evaluación, de modo que el DP implique un perfeccionamiento en equipo, colegiado, colaborativo y cooperativo, pues los procesos de cambios del profesorado poseen una complejidad inherente que necesitan planteamientos formativos estables (Azcarate y Cuesta, 2005) y con una mayor orientación o enfoque hacia el aula y hacia los problemas profesionales (Oliva, 2005).

Como se desprende de los puntos de vistas anteriores, son múltiples las visiones que subyacen bajo el desarrollo profesional. Mellado *et al.* (2006), ofrecen una síntesis sobre puntos de vista compatibles dentro del mismo, abarcando desde la unión entre lo personal, social y afectivo (Hargreaves, 1996), el apoyo sostenido en el tiempo (Sánchez y Valcárcel, 2000), la didáctica de las ciencias como eje de formación (Tobin *et al.*, 1996; Tobin *et al.*, 1997) pasando por la investigación-acción (Lyons *et al.*, 1997; Roth, 1998).

EL DESARROLLO PROFESIONAL COMO INTEGRACIÓN REFLEXIÓN-PRÁCTICA

A partir de los antecedentes y compartiendo elementos con algunas de las visiones expuestas, desarrollaremos nuestra propia propuesta sobre el desarrollo del profesor. Recurrimos al concepto de estadio para concretar nuestra comprensión sobre este desarrollo. Empleamos esta palabra con la acepción de "nivel de percepción", en el sentido de que a medida que vamos concretando los estadios, podemos ir observando con más detalle aquellos sucesos que escaparían de estadios más genéricos. Por elegir una analogía adecuada desde las teorías actuales del cosmos, se trataría de pasar de un estadio de observación cosmológico (grandes agrupamientos de cúmulos de galaxias) hasta nivel planetario; aunque sepamos que el cosmos a nivel global se

comporta de forma muy homogénea (Hu y White, 2004; Strauss, 2004), a medida que descendemos de estadio, éste se comporta con menor isotropía, es decir, vamos observando más irregularidades y, por tanto, somos testigos de las irregularidades que a nivel mesoscópico nos rodean.

De forma análoga, en nuestro modelo de desarrollo profesional, en el primer estadio convenimos y aceptamos la visión de Bell y Gilbert (1994) y Bell (1998), en cuanto a que el desarrollo del profesor implica un desarrollo profesional, social y personal. En el segundo estadio de concreción, el desarrollo profesional se vincula a tres esferas: la del *Saber*, la del *Saber Hacer* y la del *Ser*. La esfera del *Saber*, vinculada al conocimiento profesional de la práctica, coherente con tres perspectivas teóricas: constructivismo, complejidad y teoría crítica; así como con la idea de un profesor investigador como principio organizador del desarrollo profesional (Porlán y Rivero, 1998; Porlán *et al.*, 1997; 1998). La esfera del *Saber Hacer*, vinculada a los procedimientos para implementar el desarrollo del profesor y a la innovación curricular a través de la investigación-acción (Stenhouse, 1987). Por último, la esfera de la actitudes, del *Ser*, de la búsqueda de la identidad como individuo perteneciente a una comunidad de aprendices en continua evolución. En el tercer estadio de concreción, el más explícito, abogamos por la complejidad de la reflexión y de la práctica de aula. Ambas, como reflejo del desarrollo integral del profesor, confluyen y se integran, en un diálogo mutuo, en donde la práctica de aula informa a la reflexión, y a la inversa, generándose teorías prácticas y contextualizadas (figura 4). El último estadio de concreción nos brinda la oportunidad de indagar en los obstáculos para la complejidad de la reflexión, la práctica de aula y su integración mutua, en los términos compatibles con la Hipótesis de la Complejidad, explorando la interacción entre los diferentes elementos que pueden ponerse en juego dentro del aula: ideológicos, formativos, psicológicos, contextuales, epistemológicos y curriculares y con la connotación crítica y emancipatoria del acto educativo.

OBSTÁCULOS PARA EL DESARROLLO PROFESIONAL

La omnipresencia de los obstáculos, en cualquier contexto de nuestras vidas, nos hace poner un especial énfasis en el lugar que ocupa en la investigación sobre el desarrollo profesional. En lo referente a los obstáculos y dificultades, en sus términos más genéricos, dos son los grandes orientadores teóricos de este campo de investigación: Bachelard (1987) y Piaget (1969). Sus orientaciones las consideraremos complementarias, "*convocadas al servicio de cuestiones didácticas*" (Astolfi, 1999), siendo muy difícil su unificación, al estar confrontadas dos epistemologías de naturaleza distinta: una epistemología histórica, encarnada por Bachelard, y otra genética representada por Piaget.

En el caso de los profesores como individuos que se sitúan en escenarios cambiantes y, por tanto, en continua interacción con éstos, podemos estimarlos como válidos, lo cual añade una visión de los profesores como aprendices. Porlán *et al.* (1998) emplean el concepto de obstáculos epistemológicos, que, según los autores, pueden resumirse en las siguientes tendencias-obstáculos: fragmentación y disociación entre la teoría y la acción y entre lo explícito y lo tácito; simplificación y reduccionismo; conservación-

adaptativa y rechazo a la evolución-constructiva; uniformidad y rechazo a la diversidad.

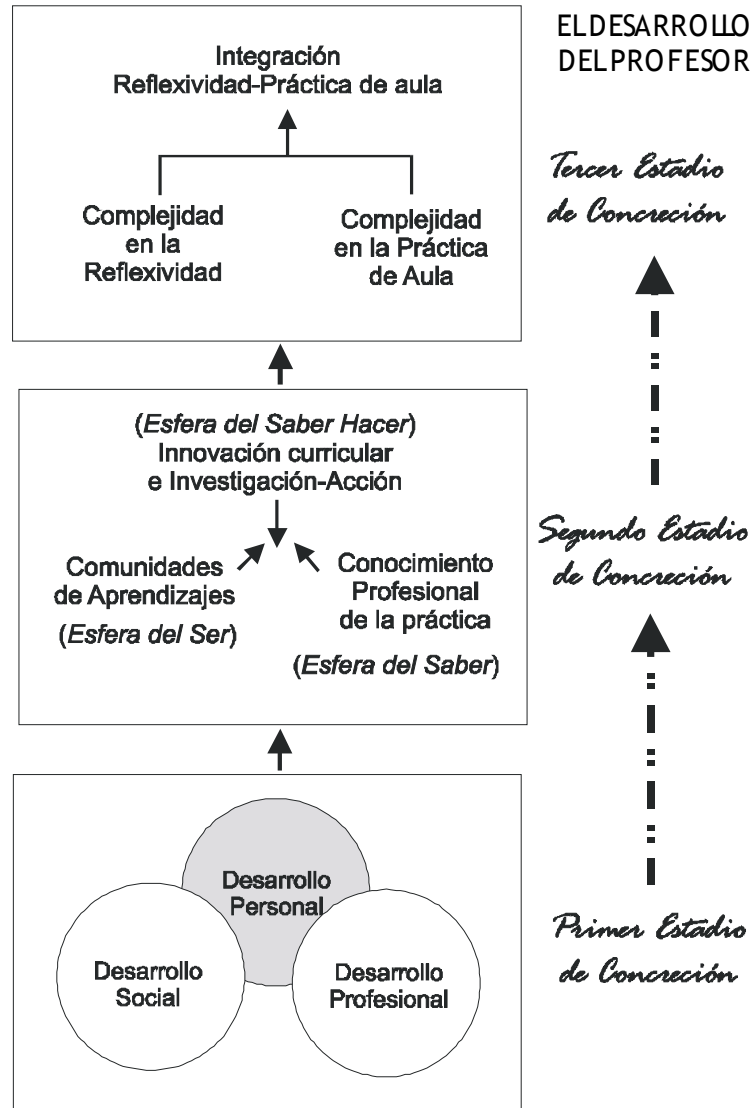


Figura 4.- Estadios de concreción en nuestra propuesta de Desarrollo del Profesor.

Los profesores con experiencia tienen creencias y conocimientos prácticos personales muy estables y consolidados a lo largo de sus actividades profesionales y muy resistentes al cambio. Recurriendo a la metáfora sobre la competencia entre programas de investigación de Lakatos (1983), es indudable que existen *núcleos duros* en las concepciones y la práctica de los profesores (Mellado, 2001, 2003), muy resistentes al cambio, núcleos que debemos tratar de determinar o, al menos, acercarnos a ellos en la medida de lo posible, ya que su conocimiento determinará, en buena medida, las posibilidades reales de competencia y reconstrucción de *teorías prácticas* más complejas (Fourez, 1994; Niaz, 2002). Además tienen poco tiempo disponible y la formación les supone un esfuerzo añadido y una sobrecarga de trabajo.

En estos profesores, la formación no hay que plantearla como un "cambio", sino más bien como un proceso interno de "crecimiento" y de "desarrollo" gradual a partir de lo que ya piensan y hacen, de los problemas reales de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, y de las preocupaciones cotidianas del profesor, potenciando y apoyando la motivación, la disponibilidad, la colaboración y el compromiso de los profesores en su propio DP (Mellado, 2003).

Obstáculos exclusivos e inclusivos en el desarrollo profesional

Con relación a los obstáculos, distinguimos entre aquellos que afectan a la reflexión y aquellos otros que afectan a la práctica de aula. A los obstáculos que pertenecen al contexto propio de la reflexión los denominaremos *exclusivos*, mientras que los *inclusivos* afectan a la reflexión y a la práctica de aula. Al contrario que los obstáculos inclusivos, los exclusivos actuarán no sólo dificultando la complejidad de la reflexión, sino que además serán promotores de los obstáculos de la práctica de aula, dificultando su complejidad. Sin duda, este grado de influencia ha de ser sutil e implícito, pues, no en vano, se trata de obstáculos que determinan los conflictos ideológicos y de relación de los profesores con el entorno. Por tanto la ideología, la capacidad de socialización o la formación, por ejemplo, pueden condicionar al resto de los obstáculos y, aunque deseamos establecer relaciones de causalidad, ya que estas relaciones son complejas, sí podemos intentar dar sentido a la influencia que se ejerce, de forma global, para cada uno de los obstáculos exclusivos. En la figura 5 ilustramos las relaciones entre los tipos de obstáculos y su influencia en la reflexión y la práctica de aula.

CONSIDERACIONES FINALES

Desde una visión más actual, el modelo de profesor parece concretarse en el de la identidad profesional, apostando por un profesional inmerso en el aprendizaje cooperativo (AA.VV, 2004). Sin embargo, la realidad que emana de la práctica cotidiana en los centros educativos ofrece aspectos claramente divergentes. En los centros de Secundaria (en Primaria es más evidente la cultura del equipo) compiten prácticas de naturaleza diferente, a modo de "nicho ecológico", en el que encontramos la defensa a ultranza del individualismo, junto a la opción en ascenso, aunque incipiente, de las comunidades de aprendizajes. La elección de una u otra forma de relacionarse con los demás, obedece a concepciones más o menos formales sobre el papel que la figura del profesor ha de desempeñar. Ante estas posturas, en nuestro trabajo tratamos de indagar en la interacción entre la reflexión y la práctica de aula del profesorado, así como en su incidencia en el desarrollo profesional. El término "desarrollo profesional" es objeto de reconceptualización, congruente con las teorías que sostienen nuestro discurso.

Este trabajo teórico viene sustentado por un programa de investigación-acción, desarrollado a lo largo de tres cursos. Las fuentes que inspiraron el programa fueron el conocimiento de la práctica, la elaboración de nuevas teorías prácticas, la innovación curricular y la socialización del profesorado. A lo largo de esos años, un grupo de profesoras y profesores de diferentes departamentos (Física, Química, Biología y

Geología) trabajaron con el propósito de mejorar su enseñanza y el aprendizaje del alumnado. Se tuvieron en cuenta diferentes aspectos: formativos del profesorado, psicológicos asociados al aprendizaje, contextuales ligado a la interacción en el aula, epistemológicos, curriculares e ideológicos. El nexo común de estos ámbitos fue la Didáctica de las Ciencias, a través del Conocimiento Didáctico del Contenido (Shulman, 1986), el cual actuó de catalizador provocando un proceso de cambio conceptual, metodológico y actitudinal (Gil, 1993) en las reflexiones del profesorado y en sus prácticas de aulas. Elementos esenciales de esta dinámica fueron la libertad de conciencia y de pensamiento, sosteniéndose la complejidad en el debate y la crítica en el seno del grupo de trabajo, así como en los réditos personales, sociales y profesionales que el profesorado obtuvo por su implicación en nuevas dinámicas de trabajo de raíz colaborativas.

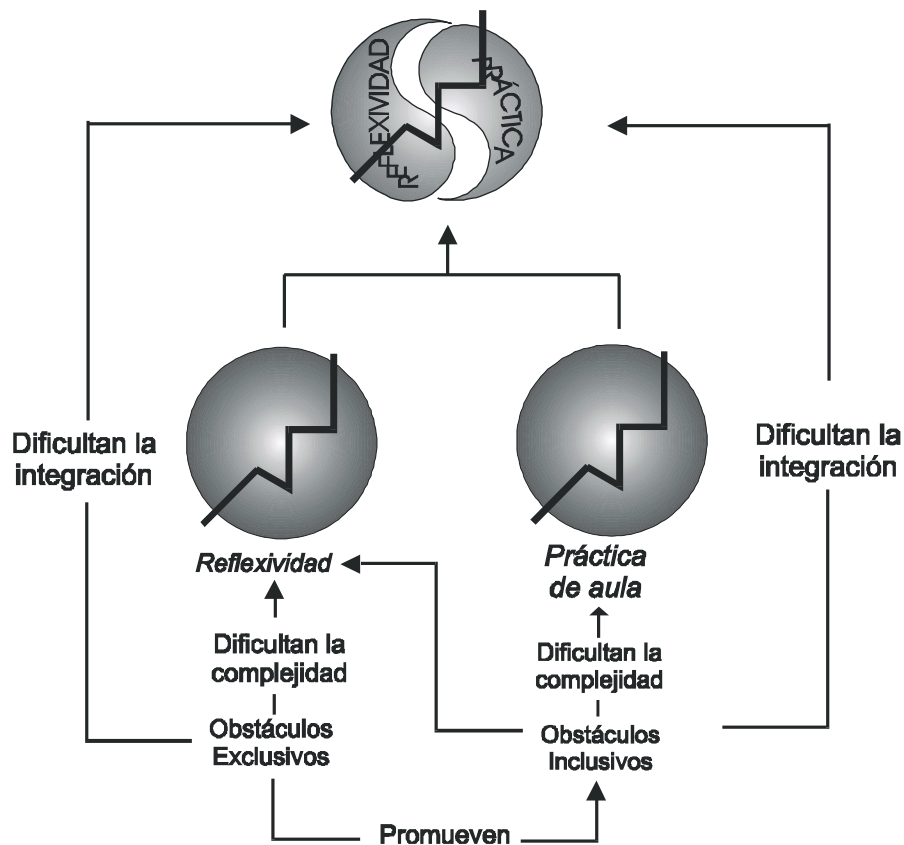


Figura 5.- Acción de los obstáculos en el desarrollo de las profesoras.

Nuestra investigación mostró que este tipo de aprendizaje, dentro de los grupos de trabajos, son procesos a medio y largo plazo (Vázquez *et al.*, 2007), en los que se ponen en tela de juicio concepciones que forman parte del conocimiento profesional del profesorado, además de capacidades y actitudes. Pudimos determinar algunas de las resistencias que se ocultaban detrás de las concepciones del profesorado y en sus propias prácticas (Vázquez *et al.*, 2006a), verdaderos núcleos duros muy refractarios al cambio. Sin embargo, gracias al soporte profesional, social y emocional dentro del grupo, los resultados mostraron un desarrollo profesional inequívoco. Dentro de las

expectativas que se abrieron a los miembros del grupo de trabajo, cobró vital importancia la labor de apoyo continuado del equipo, esencial en ambientes de innovación curricular abiertos al exterior. Consideramos que el escenario privilegiado que, a nuestro juicio, proporciona la didáctica de las ciencias experimentales, tanto por su nivel de desarrollo actual, como por su implicación ideológica y socializadora, se constituye en un vehículo primordial en el desarrollo del profesorado (Vázquez Bernal *et al.*, 2006b).

Como hemos visto a lo largo del artículo, el término "complejidad" no es sinónimo de obstáculo; al contrario, añade, según nuestra visión, perspectiva al sistema y otorga nuevas dimensiones al trabajo del profesorado, ofreciéndole la posibilidad de interactuar con el medio, asumiendo la complejidad que subyace a éste, de forma que, para el caso de la enseñanza de la ciencia, esta postura supone entender la ciencia como un instrumento de desarrollo personal y de cambio social (García Díaz, 2005).

REFERENCIAS

- AA.VV. (2004). Profesorado y evaluación. Una identidad profesional en crisis. *Cuaderno FIES*, 2, 9-12.
- ALIBERAS, J., GUITIÉRREZ, R. e IZQUIERDO, M. (1989). La didáctica de las ciencias: una empresa racional. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), 277-284.
- ASTOLFI, J.P. (1998). Desarrollar un currículo multirreferenciado para hacer frente a la complejidad de los aprendizajes científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), 375-385.
- ASTOLFI, J.P. (1999). *El error, un medio para enseñar*. Sevilla: Díada.
- AZCÁRATE, P, y CUESTA, J. (2005). El profesorado novel de secundaria y su práctica. Estudio de un caso en las áreas de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 23 (3), 393-402.
- BACHELARD, G. (1987). *La formación del espíritu científico*. México: Siglo XXI.
- BAIRD, J.R., FENSHAM, P.J., GUNSTONE, R.F. y WHITE, R. (1991). The importance of reflection in improving science teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (2), 163-182.
- BELL, B. y GILBERT, J. (1994). Teacher development as professional, personal and social development. *Teaching & Teacher Education*, 5, 483-497.
- BELL, B. (1998). Teacher development in Science education. En B. J. Fraser y K. G. Tobin (Ed.) *International Handbook of Science Education*, 681-693. Dordrecht: Kluwer.
- BONIL, J. y PUJOL, R. M. (2005). La aventura de integrar la complejidad en la educación científica de la ciudadanía. *Actas del VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*. Número Extra. *Enseñanza de las Ciencias*. Barcelona.
- BRYAN, L. y ATWATER, M.M. (2002). Teacher beliefs and cultural models: A challenge for science teacher preparation programs. *Science Education*, 86(6), 821-839.
- CARR, W. y KEMMIS, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza*. Barcelona: Martínez Roca.

- COCHRAN-SMITH, M. y LYTLE, S.L. (2003). Más allá de la certidumbre: adoptar una actitud indagadora sobre la práctica. En A. Lieberman y L. Miller (Ed.) *La indagación como base de la formación del profesorado y la mejora de la educación*, 65-79. Barcelona: Octaedro.
- COPELLO, M.I. y SANMARTÍ, N. (2001). Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2), 269-283.
- DEWEY, J. (1998). *Cómo pensamos*. 2ª edición. Barcelona: Paidós.
- ELLIOT, J. (1993). Conocimiento, poder y evaluación del profesor. En W. Carr (Ed.) *Calidad de la enseñanza e Investigación-Acción*, 155-174. Sevilla: Díada.
- ELLIOT, J. (1999). La relación entre comprender y desarrollar el pensamiento docente. En A. Pérez Gómez, J. Barquín Ruiz y J.F. Angulo Rasco (Ed.) *Desarrollo profesional del docente: Política, investigación y práctica*, 364-378. Madrid: Akal
- ESTEPA, J. (2004). *Proyecto docente*. Universidad de Huelva: Inédito.
- FELDMAN, A. (1993). Erzberger's dilemma: Validity in action research and science teacher's need to how. *Science Education*, 78, 83-101.
- FELDMAN, A. (2002). Multiple perspectives for the study of teaching: Knowledge, reason, understanding, and being. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (10), 1032-1055.
- FERNÁNDEZ, J. y ELORTEGUI, N. (2000). Formación inicial del profesorado mediante resolución de situaciones problemáticas. En M. Martín Sánchez y J.G. Morcillo Ortega (Ed.) *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 373-379. Madrid: Universidad Complutense.
- FOUREZ, G. (1994). *La construcción del conocimiento científico*. Madrid: Narcea.
- FOX KELLER, E. (1995). *Lenguaje y vida. Metáforas de la biología en el siglo XX*. Buenos Aires: Ediciones Manantial, 2000.
- FURIÓ, C. y CARNICER, J. (2002). El desarrollo profesional del profesor de ciencias mediante tutorías de grupos cooperativos. Estudio de ocho casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (1), 47-73.
- FURLONG, J. (2002). La intuición y la crisis de la profesionalidad entre los docentes. En T. Atkinson y G. Claxton (Ed.) *El profesor intuitivo*, 29-49. Barcelona: Octaedro.
- GALLEGO, R., PÉREZ, R., TORRES, L.N. y AMADOR, R.Y. (2004). *La formación inicial de profesores de ciencias en Colombia*. Bogotá: U. Pedagógica Nacional.
- GARCÍA DÍAZ, J. E. (2005). Complejidad y construcción del conocimiento. *Actas del VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Número Extra. Enseñanza de las Ciencias*. Barcelona.
- GARCÍA BARROS, S. (1999). La difícil convivencia de intereses en actividades de formación permanente. En G. Rodríguez, J. Gil. y E. García (Ed.) *Metodología de la investigación cualitativa*, 319-347. Archidona: Aljibe.
- GESS-NEWSOME, J. y LEDERMAN, N.G. (1999). *Examining Pedagogical Content Knowledge*. Dordrecht: Kluwer A.P.
- GIL, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.

- GOODMAN, J. (1987). Reflexión y formación inicial del profesor: Estudio de casos y análisis teórico. *Revista de Educación*, 284, 223-244.
- GUNSTONE, R., SLATTERY, M., BAIRD, J R. y NORTHFIELD, J.R. (1993). A Case Study Exploration of Development in Preservice Science Teachers. *Science Education*, 77 (1), 47-73.
- GUNSTONE, R. y NORTHFIELD, J. (1994). Metacognition and learning to teach. *Internacional Journal of Science Education*, 16 (5), 523-537.
- GUNSTONE, R. (1999). Content knowledge, reflection, and their interwinig: a response to the paper set. *Science Education*, 19 (3), 394-396.
- HABERMAS, J. (2002). *Ciencia y Técnica como ideología*. Madrid: Tecnos.
- HARGREAVES, A. (1996). *Profesorado, cultura y modernidad*. Madrid: Morata.
- HARGREAVES, A. (1999). Hacia una geografía social de la formación docente. En A. Pérez Gómez, J. Barquín Ruiz y J.F. Angulo Rasco (Ed.) *Desarrollo profesional del docente: Política, investigación y práctica*, 119-145. Madrid: Akal.
- HERRÁN, A. de la, HASHIMOTO, E. y MACHADO, E. (2005). *Investigar en educación. Fundamentos, aplicación y nuevas perspectivas*. Madrid: Dilex S.L.
- HEWSON, P. W., TABACHNICK, B. R., ZEICHNER, K.M y LEMBERGER, J. (1999). Educating prospective teachers of biology: findings, limitations, and recommendations. *Science Education*, 19 (3), 375-384.
- HOWE, A.C. y STUBBS, H. (2003). From science teacher to teacher leader: Leadership development as meaning making in a community of practice, *Science Education*, 87(2), 281-297.
- HOYLE, E. (1974). Professionalism, professionalism and control in teachig. *London Educational Review*, 3, 13-19.
- HU, W. y WHITE, M. (2004). La sinfonía cósmica. *Investigación y Ciencia*, 331, 42- 51.
- IMBERNÓN, F. (1998). *La formación y el desarrollo profesional del profesorado. Hacia una nueva cultura profesional*. Barcelona: Graó.
- IMBERNÓN, F. (2001). La profesión docente ante los desafíos del presente y del futuro. En C. Marcelo (Ed.) *La función docente*, 27- 45. Madrid: Síntesis.
- IMBERNÓN, F. (2002). La investigación educativa y la formación del profesorado. En F. Imbernón (coord.). *La investigación educativa como herramienta de formación del profesorado. Reflexión y experiencias de investigación educativa*, 11-68. Barcelona: Graó.
- JIMÉNEZ, M.P. (2001). Modelos didácticos. En F. J. Perales Palacios y P. Cañal de León (Ed.) *Didáctica de las ciencias experimentales*, 165-186. Alcoy: Marfil.
- JIMÉNEZ, R., PÉREZ, J. y RODRÍGUEZ, C. (1999). Los condicionantes de la formación inicial del profesorado en España: Presupuesto para un nuevo modelo de formación. En A. Pérez Gómez, J. Barquín Ruiz y J.F. Angulo Rasco (Ed.) *Desarrollo profesional del docente: Política, investigación y práctica*, 146-180. Madrid: Akal.
- JIMÉNEZ, R. y WAMBA, A. M. (2003). ¿Es posible el cambio en los modelos didácticos personales? Obstáculos en profesores de Ciencias Naturales de Educación Secundaria. *Revista Interunivesitaria de Formación del Profesorado*, 17(1), 113-131.
- JOYCE, B. y WEIL, M. (1985). *Modelos de enseñanza*. Madrid: Anaya.

- KEMMIS, S. (1999). La investigación-acción y la política de reflexión. En A. Pérez Gómez, J. Barquín Ruiz y J.F. Angulo Rasco (Ed.) *Desarrollo profesional del docente: Política, investigación y práctica*, 95-118. Madrid: Akal.
- KEPLER, K. (1999). Investigación en la enseñanza: implicaciones para los programas de formación del profesorado. En A. Pérez Gómez, J. Barquín Ruiz y J.F. Angulo Rasco (Ed.) *Desarrollo profesional del docente: Política, investigación y práctica*, 339-363. Madrid: Akal.
- LAKATOS, I. (1983). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza Editorial.
- LAKOFF, G., JOHNSON, D. y JOHNSON, R. (1986). Components of cooperative learning: Effects of collaborative skills and academic group contingencies on achievement and mainstreaming. *Contemporary Educational Psychology*, 11, 229-239.
- LOUDEN, W. (1991). *Understanding Teaching: Continuity and Change in Teachers' Knowledge*. Londres: Casell/ New York: Teachers' College Press, Columbia University.
- LOUGHRAN, J.J. (1996). *Developing reflective practice: Learning about teaching and learning through modelling*. Washintong, D.C.: Falmer Press.
- LUCIO, R. (2001). *La actividad metacognitiva como desencadenante de procesos autorreguladores en las concepciones y prácticas de enseñanza de los profesores de ciencias experimentales*. Tesis doctoral inédita: Universidad Autónoma de Barcelona.
- LUFT, J.A. (1999). Teachers' Salient Beliefs about a Problem-Solving Demonstration Classroom In-Service Program. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (2), 141-158.
- LUFT, J.A. (2001). Changing inquiry practices and beliefs: the impact of an inquiry-based professional development programme on beginning and experienced secondary science teachers. *Internacional Journal of Science Education*, 23 (5), 517-534.
- LYONS, L.L., FREITAG, P.K. y HEWSON P.W. (1997). Dichotomy in thinking, dilemma in actions: researcher and teacher perspectives on a chemistry teaching practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (3), 239-254.
- MARRERO, J. (1999). La cultura de la colaboración y el desarrollo profesional del profesorado. En A. Pérez Gómez, J. Barquín Ruiz y J.F. Angulo Rasco (Ed.) *Desarrollo profesional del docente: Política, investigación y práctica*, 296-311. Madrid: Akal.
- MARX, R.W., FREEMAN, J., KRAJCIK, J. y BLUMENFED, P. (1998). Professional development of science education. En B. J. Fraser y K. G. TOBIN (Ed.) *International handbook of science education*, 667-681. Dordrecht: Kluwer.
- MELLADO, V. (2001). ¿Por qué a los profesores de ciencias nos cuesta tanto cambiar nuestras concepciones y modelos didácticos? *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 12-30.
- MELLADO, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), 343-358.

- MELLADO, V., RUIZ, C., BERMEJO, M. L. y JIMÉNEZ, R. (2006). Contributions from the philosophy of science to the education of science teachers. *Science & Education*, 15(5), 419-445.
- MONTERO, L. (2001). La construcción del conocimiento en la enseñanza. En C. Marcelo (Ed.) *La función docente*, 47-83. Madrid: Síntesis.
- MORIN, E. (1995). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.
- NIAZ, M. (2002). Understanding nature of science as progressive transitions in heuristic principles. *Science Education*, 86 (6), 684-690.
- OLIVA, J.M. (2005). Sobre el estado actual de la revista Enseñanza de las Ciencias y algunas propuestas de futuro. *Enseñanza de las Ciencias*, 23 (1), 123-132.
- PACCA, J.L. y VILLANI, A. (2000). La competencia dialógica del profesor de ciencias en Brasil. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (1), 95-104.
- PIAGET, J. (1969). *Psicología y Pedagogía*. Barcelona: Ariel.
- PORLÁN, R. y RIVERO, A. (1998). *El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de ciencias*. Sevilla: Díada.
- PORLÁN, R., RIVERO, A. y MARTÍN DEL POZO, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*. 15(2), 155-171.
- PORLÁN, R., RIVERO, A. y MARTÍN DEL POZO (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 271-288.
- POZO, J.I. (1999). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 479-492.
- REYES, L., SALCEDO, L. E. Y PERAFÁN, G. (2001). *Acciones y Creencias IV: Análisis e interpretación de creencias de docentes de Biología y Ciencias Naturales*, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.
- RODRIGO, M., MARTÍNEZ, M.M., MARTÍN, R., VARELA, P., FERNÁNDEZ, M.P. y GUERRERO, A. (2000). ¿Cómo entienden la acción docente los profesores de Educación Secundaria en ejercicio. En M. Martín Sánchez y J.G. Morcillo Ortega (Ed.) *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 418-425. Madrid: Universidad Complutense.
- ROTH, W.M. (1998). Science teaching as knowledgability: a case study of knowing and learning during coteaching. *Science Education*, 39(3), 253-282.
- SÁNCHEZ, G. y VARCÁLCEL, M.V. (2000). ¿Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza? Cambios y dificultades tras un programa de formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 423-437.
- SANMARTÍ, N., JORBA, J. e IBÁÑEZ, V. (1999). Aprender a regular y a autorregularse. En J.I. Pozo y C. Monereo, (coord.). *El aprendizaje estratégico*. Madrid: Aula XXI Santillana.
- SCHÖN, D. (1983). *The reflective Practitioner. How Professional Think in action*. London: Temple Smith.
- SCHÖN, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Barcelona: Paidós.
- SCHÖN, D. (1998). *El profesional reflexivo*. Barcelona: Paidós.

- SHULMAN, L. S. (1986). Paradigms and Research programs in the study of teaching: A contemporary perspective. En M. WITTROCK (Ed): *Handbook of Research on Teaching*, 3-36. New York. Mcmillan.
- SMYTH, J. (1999). Perspectivas internacionales sobre la colegialidad docente: un enfoque crítico basado en el concepto de trabajo de los docentes. En A. Pérez Gómez, J. Barquín Ruiz y J.F. Angulo Rasco (Ed.) *Desarrollo profesional del docente: Política, investigación y práctica*, 52-75. Madrid: Akal.
- SOLA, M. (1999). El análisis de las creencias del profesorado como requisito de desarrollo profesional. En A. Pérez Gómez, J. Barquín Ruiz y J.F. Angulo Rasco (Ed.) *Desarrollo profesional del docente: Política, investigación y práctica*, 661-683. Madrid: Akal.
- STENHOUSE, L. (1987). Investigación y desarrollo del currículo. Madrid: Morata.
- STRAUSS, M.A. (2004). Los planos de la creación. *Investigación y Ciencia*, 331, 52-59.
- TOBIN, K. y McROBBIE, C. (1996). Cultural myths as constraints to the enacted science curriculum. *Science Education*, 80(2), 223-241.
- TOBIN, K., McROBBIE, C. y ANDERSOS, D. (1997). Dialectical constrains to the discursive practices of high school physics community. *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (5), 491-507.
- TOM, A. (1984). *Teaching as a moral craft*. Nueva York: Longman.
- VAN MANEN, M. (1977). Linking ways of knowing with ways of being practical. *Curriculum Inquiry*, 6, 205-228.
- VÁZQUEZ BERNAL, B. (2006). *La interacción entre la reflexión y la práctica en el desarrollo profesional de profesores de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Estudio de casos*. [The interaction between reflection and practice in the professional development of a secondary education science teachers: Case study] Proquest Information and Learning: Michigan (USA).
- VÁZQUEZ, B., JIMÉNEZ, R., y MELLADO, V. (2007). La reflexión en profesoras de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), 73-90.
- VÁZQUEZ, B., JIMÉNEZ, R., MELLADO, V. MARTOS, M. y TABOADA, C. (2006a). Evolución de la reflexión y práctica de aula en la resolución de problemas. El caso de dos profesoras de ciencias de secundaria. *Campo Abierto*, 25(1), 133-152.
- VÁZQUEZ, B., JIMÉNEZ, R., MELLADO, V. y TABOADA, C. (2006b). El análisis de la epistemología en el medio escolar. Estudio de un caso. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, v. 11, nº 31, 1259-1286.
- VILLANI, A. y PACCA, J.L.A. (2001). Como avaliar um projeto de pesquisa em educação em ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 6(1). Site: <http://www.if.ufrgs.br/ensino/revista.htm>.
- WAMBA, A.M. (2001). *Modelos didácticos y obstáculos para el desarrollo profesional: Estudios de caso con profesores de Ciencias Experimentales en Educación Secundaria*. <http://wwwlib.umi.com/cr/uhu/results>.

- WINDSCHITL, M. (2004). Folk theories of "inquiry": How preservice teachers reproduce the discourse and practices of an atheoretical scientific method. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 481-512.
- ZEE, E. H. VAN y ROBERTS, D. (2002). Using pedagogical inquiries as a basis for learning to teach: Prospective teachers' reflections upon positive science learning experiences. *Science Education*, 85(6), 733-757.
- ZEICHNER, K. (1993). El maestro como profesional reflexivo. *Cuadernos de Pedagogía*, 220, 44-45.
- ZEICHNER, K.M. (1995). Los profesores como profesionales reflexivos y la democratización de la reforma escolar. En *Volver a pensar la educación, Vol. II*, 385-398. Madrid: Morata-Paideia.
- ZIMPHER, K. L. y HOWEY, K.R. (1987). Adapting supervisory Practices to different Orientations of Teaching Competence. *Journal of Curriculum and Supervision*, 2(2), 102-112.

(*) Agradecimientos: Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Proyecto de Investigación SEJ2006-04175 del Ministerio de Educación y Ciencia y los Fondos Europeos de Desarrollo Regional.

**THE PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF THE SCIENCE TEACHERS
AS THE INTEGRATION OF REFLECTION AND PRACTICE. THE
COMPLEXITY HYPOTHESIS**

SUMMARY

The article that we presented approaches the professional development of the science teachers in a system that unites reflection and practice of classroom. In this theoretical proposal the denominated Complexity Hypothesis acquires special meaning, in which we perceived three dimensions associated of increasing complexity, from the technical rationality, happening through the interest in the practical problems and concluding in positions based on the social criticism.

Keywords: *Science teacher; reflection; professional development and complexity.*