

## **Formas de pensar la enseñanza en ciencias. Un análisis de secuencias didácticas**

**Carola Astudillo, Alcira Rivarosa y Félix Ortiz**

Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina. Emails: [castudillo@rec.unrc.edu.ar](mailto:castudillo@rec.unrc.edu.ar), [arivarosa@exa.unrc.edu.ar](mailto:arivarosa@exa.unrc.edu.ar), [fortiz@exa.unrc.edu.ar](mailto:fortiz@exa.unrc.edu.ar)

**Resumen:** El presente artículo desarrolla el análisis de un conjunto de secuencias didácticas elaboradas por profesores y futuros profesores de Ciencias en instancias de formación inicial y continua. La elaboración de secuencias didácticas ofrece un escenario formativo donde la construcción conceptual se retroalimenta a partir de la práctica de diseño y planificación didáctica, en un proceso espiralado de fundamentación, revisión y reescritura. El objetivo del análisis es detectar algunas formas de pensar la enseñanza de contenidos de Ciencias y, a partir de su caracterización, ensayar niveles de formulación del conocimiento profesional docente al respecto. De este modo, el análisis ha permitido definir un continuo que avanza hacia nuevos sentidos más complejos y potentes: un nuevo protagonismo constructivo para profesores y estudiantes, la definición de un espiral argumentativo desde un enfoque globalizador del conocimiento escolar, la construcción de niveles conceptuales de complejidad e integración creciente y la creación de diseños estratégicos de secuenciación didáctica. Se espera, de este modo, aportar referentes para el diseño de nuevas estrategias de formación, ofreciendo hipótesis acerca de posibles obstáculos y trayectorias de evolución del pensamiento y la acción docente.

**Palabras clave:** secuencias didácticas, pensamiento del profesor, formación docente.

**Title:** Ways of thinking in science education. A didactic sequence analysis.

**Abstract:** This paper develops the analysis of a set of didactic sequences carried out by teachers and future science teachers in instances of initial and continuing training. The development of didactic sequences offers a formative stage in which the design and the didactic planning provide feedback to the conceptual construction during a spiral process of reasoning, revision and rewriting. The aim of this analysis is to highlight some ways of thinking the teaching science contents and, from its characterization, to test levels of development of professional knowledge about teaching. Thus, the analysis has helped define a continuum that moves toward more complex and powerful ways: a new constructive role for teachers and students, the definition of an argumentative spiral out from a comprehensive approach of school knowledge, the construction of conceptual levels of complexity and increasing integration, and the creation of strategic designs of didactic sequencing. It is expected, thus, to provide references for the design of new teaching strategies, offering hypotheses

about possible obstacles and paths of evolution of thought and teacher action.

**Keywords:** didactic sequences, teacher thinking, teacher training.

### **Introducción**

Es cierto que, cada vez más, los formadores de docentes saben que sus posibilidades de promover cambios en las prácticas de enseñanza se ven seriamente reducidas si limitan su acción formadora a transmitir principios o dar a conocer modelos ideales (Porlán, 1995, Porlán y Rivero, 1998, Pozo, 1999, Perales y Cañal, 2000, Martín del Pozo et al., 2005, Perrenoud, 2007). En palabras de Perrenoud (2007:23).

“Una parte de los formadores ha captado que su única oportunidad de transformar las prácticas de los enseñantes consiste en construir puentes entre lo que ellos hacen y lo que se les propone.”

Es este generalizado reconocimiento, lo que ha dado lugar a perspectivas de formación docente centradas en la reflexión en y sobre la práctica. Se trata de una apuesta a nuevos modelos que, recuperando un enfoque de cambio didáctico, desafíen genuinamente concepciones y rutinas profesionales (Feldman, 1992, Maiztegui, et al., 2000, Adúriz Bravo, et al., 2002, Fernández, et al., 2003, Carrascosa, et al., 2008).

En este marco, se sugiere la posibilidad de avanzar hacia una práctica más conciente, racional y autónoma mediante procesos significativos de recreación de posibilidades de acción y decisión (Feldman, 2004). Como estrategia, la literatura señala la elaboración de hipótesis curriculares y didácticas, incorporando la escritura de experiencias o diseños de enseñanza como un necesario ejercicio metacognitivo (Romero Ayala, 1998, Pacca y Villani, 2000, Mignorance, 2001, Imbernón, 2002, Larrosa, 2002, Porlán, 2003).

Concretamente, consideramos que la elaboración de secuencias didácticas integradas en procesos de formación, es un escenario potente para promover el diálogo genuino entre teoría educativa, pensamiento y acción reflexiva y situada de enseñanza. En este marco, concebimos a la secuencia didáctica como una hipótesis de trabajo para la enseñanza de contenidos de ciencia orientada a la promoción de aprendizajes para la significación socio-cognitiva. Su elaboración supone, desde nuestra perspectiva, un proceso recursivo de fundamentación, revisión y reescritura desde un enfoque de problematización del conocimiento escolar.

La propuesta, entonces, es invertir el modelo clásico de formación, según el cual la teoría precede a la acción. En otras palabras, crear una secuencia didáctica, como experiencia formativa, supone un abordaje espiralado donde la construcción conceptual se desarrolla y retroalimenta a partir de la práctica de diseño y planificación didáctica (Martín y Cervi, 2006, Perrenoud, 2007).

Es, además, una tarea de múltiples articulaciones: una mediación entre el pasado y el futuro (recuperando analíticamente otras experiencias de formación); la cooperación entre conocimiento didáctico y práctica de enseñanza; la integración de condiciones psico-contextuales; y la

construcción de una coherencia global entre las acciones propuestas, con criterios de continuidad y profundización progresiva.

En otro plano de articulación, el docente o futuro profesor ha de tomar decisiones autónomas y argumentadas respecto del saber a enseñar. En este sentido, la elaboración de secuencias didácticas se concibe como una instancia de formación pensada para desafiar la motivación y la curiosidad, ampliando el campo cultural-científico y promoviendo nuevas categorías de interpretación y comprensión sobre los qué y para qué aprender y enseñar contenidos de Ciencia (Rivarosa y De Longhi, 2006).

Como podemos ver, en este esfuerzo de articulación, construir una secuencia didáctica es decir y pensar la práctica de enseñanza de un modo muy particular. En términos sencillos, supone apelar a acciones que se reservan a sujetos potenciales: los alumnos y docentes de la propuesta. Y es en la síntesis que emerge de esa trama de acciones asignadas, imaginadas o esperadas, donde anida una especial manera de entender la ciencia y su enseñanza.

De este modo, analizar cada secuencia didáctica contribuye a definir las fronteras del pensamiento docente y sus modos de operar: lo que algunos autores denominan modelos vivos del pensamiento respecto de un dominio específico de conocimiento y práctica (Steffe, et al., 2000). Y lo que es más interesante aún, definir algunos niveles de progresión del conocimiento profesional docente en instancias de formación (Porlán, et al., 1997). La posibilidad de conocer y comprender estos niveles aporta referentes para el diseño de nuevas alternativas de formación, pues ofrece algunas hipótesis acerca de obstáculos y trayectorias de posibilidad para favorecer la evolución del pensamiento y la acción docente (Porlán, et al. 1998).

Nos referimos, en palabras de Perafán (en Adúriz Bravo et al., 2002), a desentrañar la polifonía epistemológica del profesor de ciencias, identificando los principales ejes de movilización del pensamiento y aquellos núcleos de resistencia ligados a sistemas de prácticas más estables y arraigados (Bachelard, 1990, Perrenoud, 2007).

El desafío que alimenta estas metas es hallar respuestas a interrogantes como: ¿Qué conocimiento necesitamos construir para diseñar estrategias de formación docente que promuevan la genuina movilización del cambio pedagógico y didáctico? ¿Cómo articular, en la formación de profesores de Ciencias, el diálogo reflexivo y situado entre conocimiento disciplinar, teoría educativa y vicisitudes de la práctica de enseñanza? ¿Es posible definir algunos puntos de partida y trayectorias posibles de evolución del conocimiento profesional?

Esperando ofrecer una contribución en estos sentidos, presentaremos el análisis de un conjunto de secuencias didácticas elaboradas en instancias de formación de profesores, a fin de detectar algunas formas de pensar la enseñanza de contenidos de Ciencias y, a partir de su caracterización, ensayar niveles de formulación del conocimiento profesional docente. Es nuestra intención avanzar en la definición de hipótesis acerca de los obstáculos y posibilidades que pueden impedir o facilitar el progreso hacia concepciones más evolucionadas.

Estudiar de esta manera el pensamiento del profesor supone trascender los planteamientos generales acerca de la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje. Lo que interesa es comprender las concepciones docentes respecto de la enseñanza de un campo conceptual específico, desde una perspectiva evolutiva del conocimiento profesional (Porlán et al., 1998).

### **Metodología**

Teniendo en mente estas consideraciones, hemos procedido a leer analíticamente 26 secuencias didácticas escritas por profesores y futuros profesores de Ciencias, recogidas en instancias de formación inicial y continua que son ámbitos de desempeño académico de los autores. Este corpus de datos se conforma del siguiente modo:

a) 10 secuencias didácticas elaboradas por estudiantes de profesorado universitarios de Ciencias (Biología, Física, Química e Informática) que se encuentran cursando la asignatura Didáctica.

b) 16 secuencias didácticas elaboradas por profesores en ejercicio (Nivel Primario y Secundario) durante un trayecto de actualización en Didáctica de las Ciencias Naturales.

El diseño de secuencias didácticas se propuso, en ambos contextos, como actividad principal de formación y consistió en la producción de un texto que debía contemplar: a) Una trama conceptual definida a modo de recorrido temático en torno a un problema considerado relevante; b) La delimitación de las condiciones contextuales en que se propone la secuencia didáctica; c) Una fundamentación teórica de las decisiones didácticas adoptadas; y d) Una secuencia de actividades y momentos articulados entre sí, incluyendo la definición de objetivos y fuentes de información sugeridas u ofrecidas.

El objetivo del análisis fue caracterizar modalidades de enseñanza que subyacen a las secuencias didácticas producidas por los participantes y, a partir de ello, definir una hipótesis de progresión en términos de niveles de complejidad del diseño didáctico. Este análisis pretende aportar a la comprensión de posibles obstáculos y trayectorias de evolución del pensamiento y la acción docente. Consideramos que ello, además, constituye un insumo complementario para el abordaje de nuevas estrategias de formación que contribuyan a la movilización de saberes docentes y sistemas de prácticas.

En función de este objetivo el análisis de las secuencias didácticas se ha organizado en dos instancias. La primera de ellas, consiste en la definición de modalidades o formas de pensar la enseñanza como construcciones de sentido que subyacen a los diseños didácticos en estudio. Para ello, se proponen las siguientes categorías de interpretación:

- a) Enfoque sobre el conocimiento escolar
- b) El papel atribuido a docentes y alumnos en cada secuencia
- c) Las lógicas de progresión didáctica (criterios de secuenciación entre momentos didácticos)

En función de estas categorías se procedió a caracterizar las secuencias didácticas en estudio e identificar aquellos aspectos compartidos, agrupándolas en modelos de síntesis que hemos identificado como

modalidades de enseñanza y representado con una esquematización espacial.

La segunda instancia de análisis consiste en la resignificación de las modalidades identificadas en términos de un continuo que da cuenta de la evolución hacia niveles de mayor fundamentación y articulación didáctica. A tal fin, se definieron las siguientes categorías:

a) Un nivel de partida, más próximo a las tendencias mayoritarias o tradicionales en enseñanza de las Ciencias;

b) Niveles intermedios que aportarían novedades en la superación de los obstáculos que suponen dichas tendencias y

c) Un nivel de referencia más próximo a lo que podemos denominar conocimiento profesional deseable (Porlán et al., 1997).

## **Resultados**

### *1. Primera instancia de análisis: Modalidades de enseñanza*

La atención a las categorías de lectura descriptas, ha posibilitado arribar a la definición de siete (7) modalidades o formas de pensar la enseñanza que sintetizan el enfoque sobre el conocimiento a enseñar, los criterios de secuenciación didáctica y los sentidos reservados a las figuras de docentes y alumnos en las diferentes secuencias. En términos generales, se advierte una progresión entre las modalidades definidas en función de mayor articulación e integración de la secuencia de enseñanza que se propone. De todos modos, se distinguen algunos solapamientos, a través de casos intermedios o mixtos que, más allá de su ubicación inicial, circulan en la clasificación otorgándole cierta movilidad.

#### *1.1. Modalidad acumulativa*

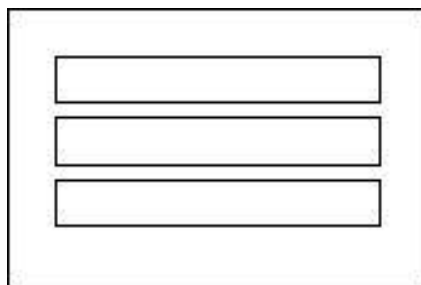


Figura 1.- Modalidad acumulativa.

La organización de la secuencia, procede por una sucesión independiente de bloques de actividad que refieren a diferentes tópicos de la temática central. En términos generales, el desarrollo conceptual es la instancia inicial y el eje que articula la secuencia, respecto de la cual se enfatiza su aplicación en la resolución de ejercicios clásicos o sus implicancias en la descripción de problemáticas específicas. La recepción de información pertinente es, en general, la condición necesaria y suficiente para desplegar procesos de argumentación, inferencia, valoración y toma de decisiones. En otras palabras, la mera exposición al contenido u objeto de aprendizaje

garantiza el resultado, estrechamente vinculado a la reproducción de la información presentada (ver ejemplo en figura 2).

Las secuencias que responden a este modelo aportan algunas diferencias que pueden sintetizarse en las siguientes variantes:

Variante A: El abordaje conceptual se acompaña de instancias de problematización o contextualización del saber al interior de cada bloque. En algunos casos se integra el trabajo inter-áreas de conocimiento.

Variante B: Se enfatizan la comprensión exhaustiva de conceptos vinculados a un tema central, con espacios de ejercitación o reproducción, seguidos de instancias de evaluación u observación experimental, como estrategia de ilustración de la teoría. Es una teoría acabada y legitimada de antemano que se incorpora en su aplicación, dando cuenta de cierto realismo ingenuo según el cual el conocimiento se corresponde con la realidad.

Variante C: Se propone una progresión que va de lo general a lo particular, incluyendo conceptos básicos, sistemas de clasificación y desarrollo exhaustivo de cada categoría.

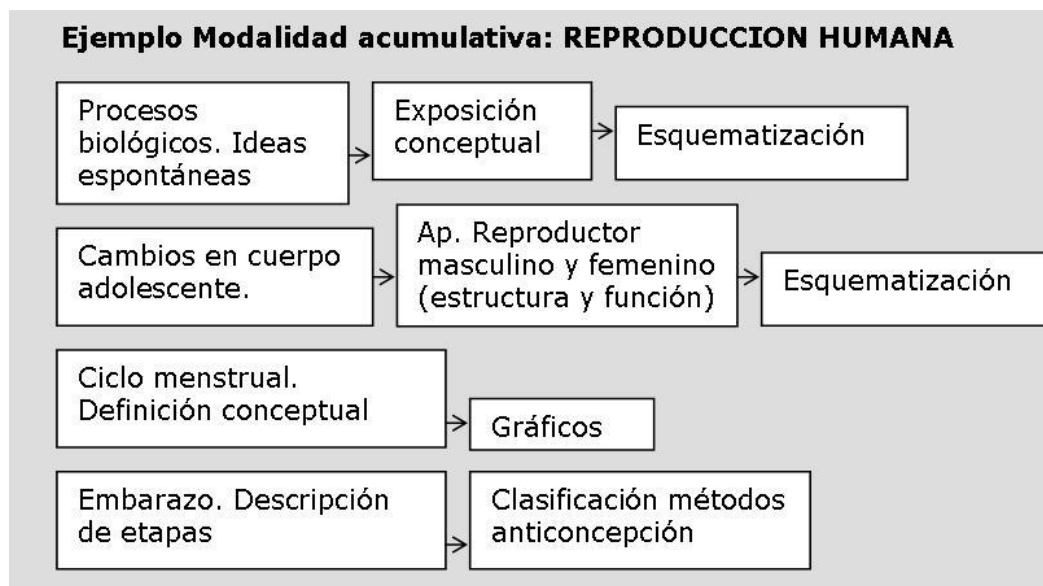


Figura 2.- Ejemplo de modalidad acumulativa.

En todas las variantes el profesor centra su actividad, o bien en la exposición de conceptos (características, definiciones, formalizaciones, etc.) con algunas demostraciones a través de fórmulas, ecuaciones, analogías, etc.; o bien ofrece cuestionarios o situaciones problemáticas que orientan la lectura del material bibliográfico.

La actividad del alumno se centra en tomar nota de la exposición docente, responder a los cuestionarios solicitados o desarrollar protocolos de experimentación prediseñados. Es importante también el espacio destinado a la resolución de ejercicios clásicos o a completar esquemas conceptuales cerrados.

Además, el alumno busca información en múltiples fuentes a partir de criterios ofrecidos por docente. En algunos casos, despliega procesos de predicción y produce e interpreta situaciones desde textos o modelos de representación. Al respecto, se advierte un énfasis en la expresión de opiniones de sentido común.

### 1.2. Modalidad en red de relaciones lábiles

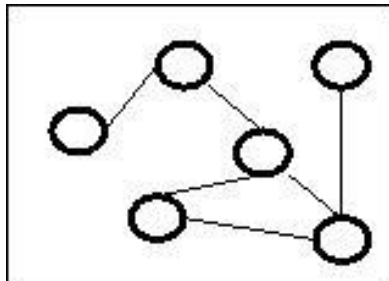


Figura 3.- Modalidad en red de relaciones lábiles.

En estos casos se van tejiendo significaciones múltiples en torno a una temática, a través de un proceso de identificación de tópicos puntuales. Los vínculos conceptuales entre los bloques son lábiles y definen una secuencia de relaciones de naturaleza arbitraria (ver ejemplo en figura 4).

A pesar de ello, el docente es muy cuidadoso en la tarea de selección de información pertinente recurriendo a fuentes alternativas. Es interesante, además, su preocupación por reflexionar sobre los objetivos de cada una de las actividades que se proponen. En cada bloque, centra su actividad en la identificación de núcleos vinculantes, el aporte de información, y la orientación de actividades experimentales de verificación de la teoría.

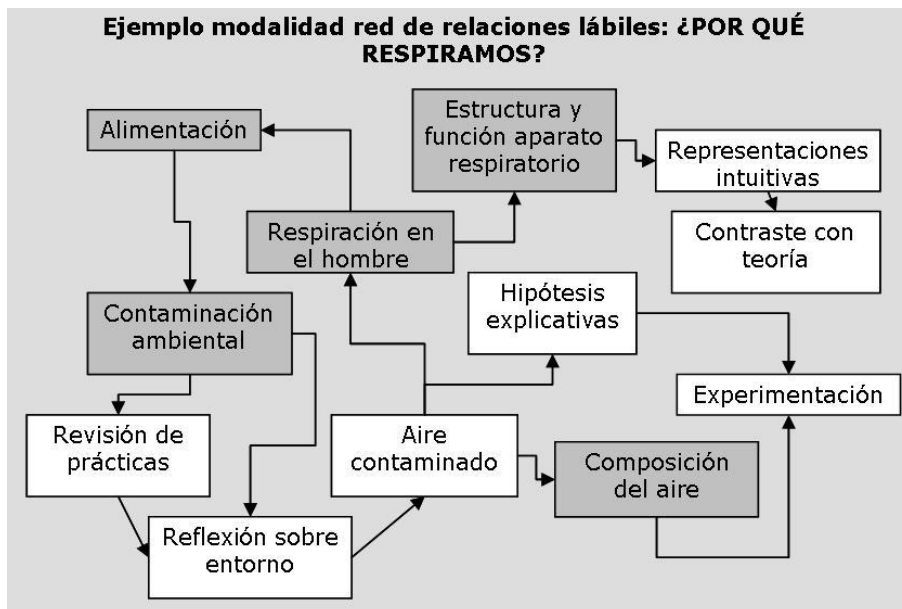


Figura 4.- Ejemplo de modalidad en red de relaciones lábiles.

Por su parte, el estudiante desarrolla un amplio espectro de procesos: definición de parámetros, identificación de variables, jerarquización de

información, toma de de posición, argumentación, etc. Ante situaciones problemáticas, proyecta soluciones, interpreta sentidos implícitos y asume roles desde una posición perspectivista. La finalidad de su participación parece centrarse en completar sus ideas intuitivas, respecto de cada tópico, a partir de nueva información y comprobaciones experimentales. Es característico de esta modalidad el énfasis en un hacer variado y múltiple, rayando con cierto activismo en la construcción de la participación del estudiante: aprender es hacer.

### 1.3. Modalidad por núcleo conceptual

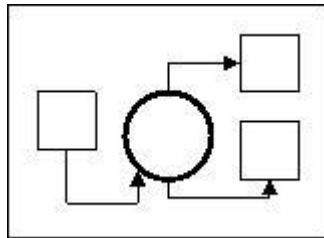


Figura 5.- Modalidad por núcleo conceptual.

En este tipo de secuencias, es posible identificar un núcleo conceptual que configura la instancia de mayor desarrollo de la secuencia y al que se arriba a través de algún tipo de problematización o sensibilización. En términos generales, es seguido de momentos de aplicación de lo abordado, nuevos espacios de problematización o profundización conceptual. En algunos casos esta macroestructura se replica al interior de los bloques que la componen.

En esta modalidad, el conocimiento comienza a pensarse como herramienta para la descripción contextualizada de fenómenos o el análisis de soluciones alternativas a problemáticas específicas (ver ejemplo en figura 6).

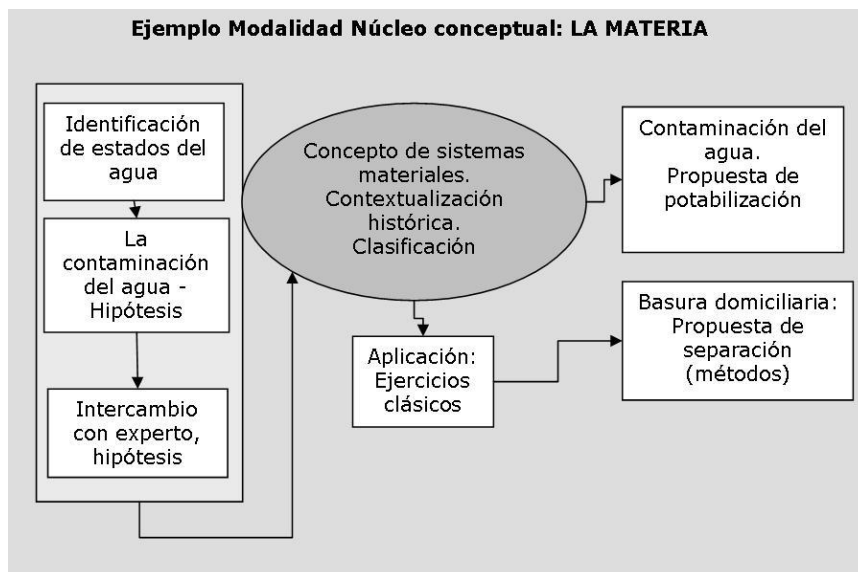


Figura 6.- Ejemplo de Modalidad por núcleo conceptual-



Variante A: En algunos casos, los conceptos adquieren sentido y relevancia en estrecha relación con las problemáticas abordadas aunque conservan un momento exclusivo y central en el marco de la propuesta.

Variante B: En otros casos, el desarrollo conceptual pareciera tener un valor en sí mismo, mientras que la actividad experimental y la problematización resultan accesorias.

Variante C: En otras oportunidades la profundidad con que se aborda el núcleo conceptual se reduce, diluyéndose en la problematización y contextualización que se propone.

El profesor desarrolla un papel principalmente directivo, centrado en la exposición de conceptos, incluyendo clasificaciones, descripciones y ejemplos. Además, elabora y presenta al estudiante protocolos de laboratorio y cuestionarios también centrados en la dimensión conceptual. En algunas oportunidades ofrece pautas para orientar la búsqueda y selección de información y propone nexos entre los bloques. Finalmente, se identifican indicadores de reflexión sobre la potencialidad de las actividades en la promoción de mayor significatividad de los aprendizajes.

El alumno, a partir de las orientaciones recibidas, formula hipótesis acerca de las causas de procesos naturales, propone alternativas de solución a problemas y elabora conclusiones desde la observación a campo o prácticas experimentales. Son centrales además, las instancias de búsqueda de información y puesta en común de conclusiones y producciones.

#### *1.4. Modalidad procedimental-productiva*

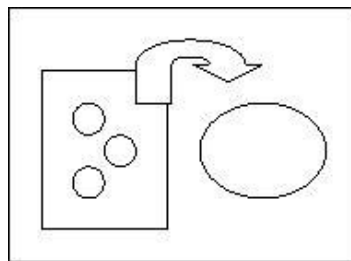


Figura 7.- Modalidad procedimental-productiva.

Esta modalidad reúne aquellas secuencias que abordan procedimientos o técnicas específicas y su utilización en la elaboración o diseño de nuevas producciones tecnológicas o comunicacionales (ver ejemplo en figura 8). Como variantes pueden citarse:

Variante A - centrada en la herramienta: Se destinan los bloques iniciales a la exploración, conceptualización y ejercitación del uso o aplicación de herramientas procedimentales, que se recuperan o requieren en bloques subsiguientes para el desarrollo de algún tipo de producción. En otras palabras, la secuencia desarrolla una puesta a punto de herramientas cuya utilidad se comprende en instancias posteriores. Se advierte un privilegio de procesos creativos y productivos.

Variante B - centrada en la solución: más que el dominio de los componentes de cada herramienta procedimental, la secuencia se focaliza

en el diseño de alternativas de solución a un problema específico y sus posibilidades de implementación.

Variante C- centrada en el problema. En otras secuencias, la exploración de los procedimientos se realiza en un plano de mayor generalidad priorizando el diagnóstico, formulación y reconocimiento del problema a resolver.

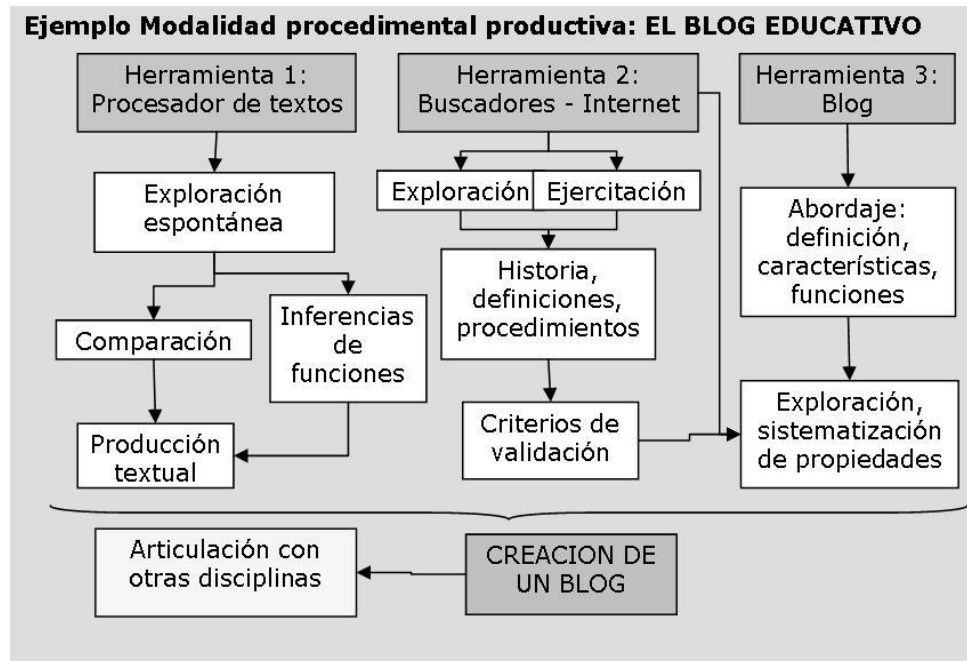


Figura 8.- Ejemplo modalidad procedimental-productiva.

En todas las variantes, el profesor centra su actividad en el modelaje o demostración de los procedimientos que se abordan. Expone acerca de la relevancia, utilidad y aplicabilidad de los mismos y, en algunos casos, profundiza sobre situaciones a las que se intentaría dar respuesta. Es importante la exposición conceptual con recurso a esquematizaciones, representaciones gráficas o materiales instructivos. Además, es central su rol de sugerencia y seguimiento en los ensayos de aplicación que despliegan los estudiantes.

El alumno manipula herramientas procedimentales y desarrolla sistematizaciones, comparaciones e inferencias de posibilidades y propiedades. Asimismo, ensaya aplicaciones en contextos significativos tras recoger información específica sobre la naturaleza del problema a resolver y especificidades técnicas para su abordaje. Finalmente, integra las herramientas y procedimientos en una producción nueva que suele ser, en sí misma, una nueva herramienta.

### 1.5. Modalidad por síntesis integradas

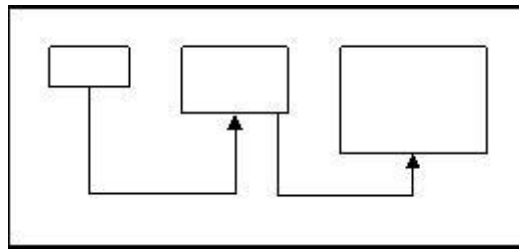


Figura 9.- Modalidad por síntesis integradas.

Se advierte, en estos casos, una integración sucesiva de síntesis parciales por sumatoria de nuevos conceptos o relaciones conceptuales, sin que necesariamente se prevea el contraste o reformulación de esquemas iniciales. El conocimiento se organiza en niveles de complejidad creciente y su abordaje parte de esquemas explicativos intuitivos que se complejizan con nuevas indagaciones, comprobaciones experimentales o instancias de problematización.

En general el componente teórico se asume como voz autorizada que corrige, confirma o refuta hipótesis iniciales, agregando o sustituyendo elementos descriptivos o explicativos (ver ejemplo en figura 10).

El profesor desarrolla una actividad o bien expositiva, o bien de orientación de construcciones progresivas, incluyendo la reflexión respecto de la relevancia de los contenidos que se proponen. Además, ofrece demostraciones de las explicaciones expuestas y la identificación de núcleos de síntesis y progresión conceptual. Es clave su tarea de control de la comprensión y evaluación del dominio de conceptos.

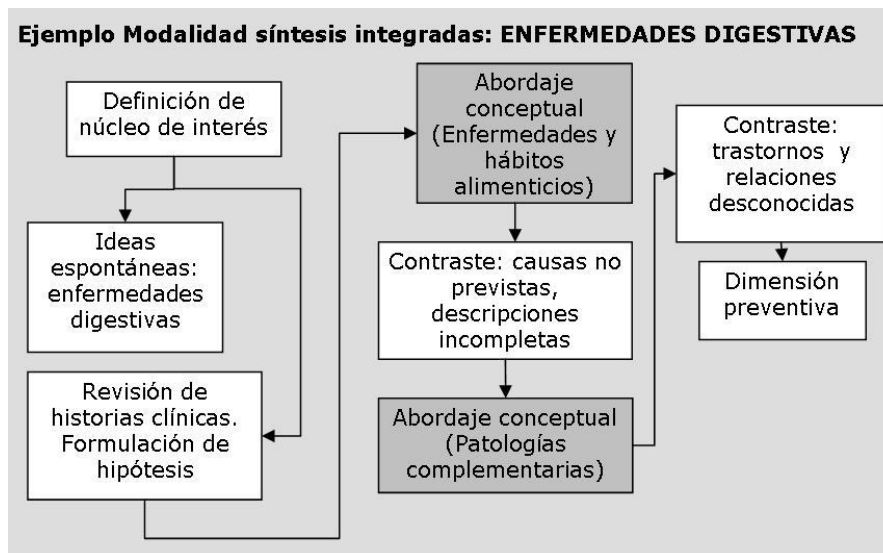


Figura 10.- Ejemplo de modalidad por síntesis integradas.

Por parte del alumno es muy importante la actividad de inferencia, predicción y pensamiento intuitivo, así como el esfuerzo de integración progresiva de conceptos. Comienza a plantearse el reconocimiento de la idea de bucles de aprendizaje. No obstante, el alumno nuevamente resuelve

ejercicios clásicos y prácticas experimentales como proceso de demostración o verificación de la teoría. Como novedad, participa en la evaluación de producciones de pares, manifiesta sus dudas e inquietudes y formula preguntas para obtener información pertinente.

### 1.6. Modalidad por eje transversal

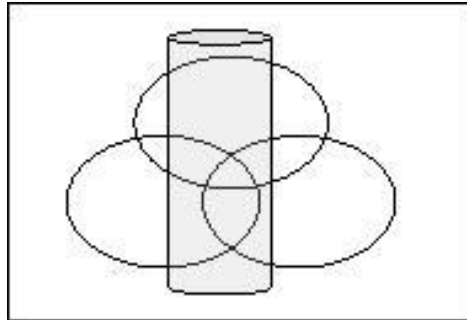


Figura 11.- Modalidad por eje transversal.

En estos casos, cada bloque de actividad se centra en una de las dimensiones o aspectos de la temática que se aborda contribuyendo a una configuración conceptual de conjunto. La lógica de progresión se organiza en torno a una estructura transversal que se va completando progresivamente. La teoría es una construcción que culmina en un modelo explicativo respecto de fenómenos complejos contextualizados en problemas abiertos (ver ejemplo en figura 12).

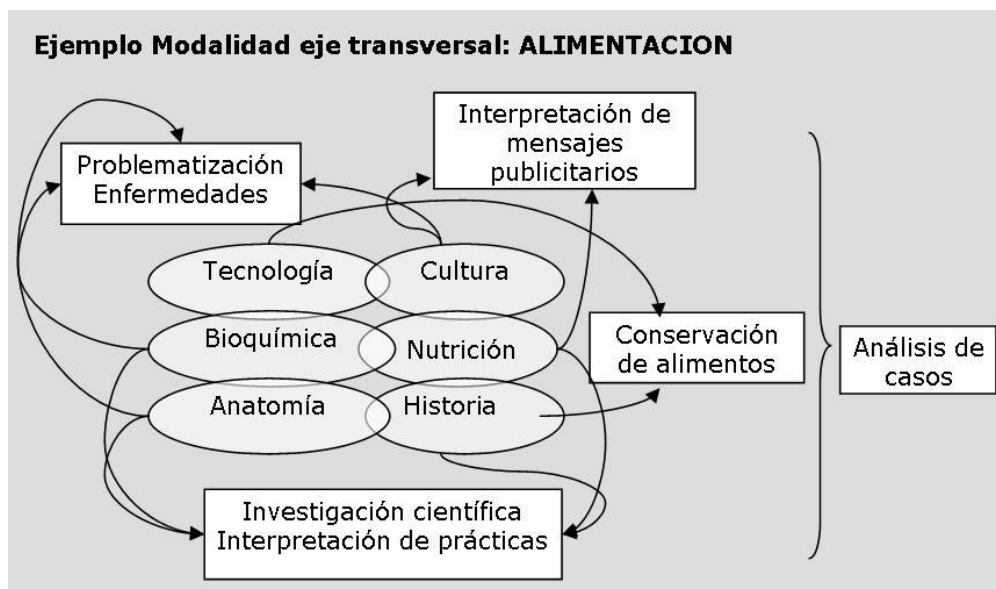


Figura 12.- Ejemplo de modalidad por eje transversal.

El profesor prioriza la selección de materiales, recursos o fuentes de información no convencionales a los fines de abarcar las diferentes dimensiones, alternando con espacios de exposición dialogada. Del mismo modo, elabora y ofrece esquemas de organización e integración de la información. En algunos casos, reflexiona acerca de los procesos cognitivos requeridos al estudiante y las situaciones que pueden contribuir a ellos,

principalmente el establecimiento de relaciones entre conceptos y dimensiones.

El alumno tiene una participación central en la interpretación de sentidos múltiples a partir de la búsqueda y lectura de información en ámbitos y formatos diversos. Esta tarea requiere la articulación de conceptos, así como la revisión y reformulación de producciones de síntesis. Es importante el espacio destinado a la comunicación de conclusiones, así como la sistematización, integración y jerarquización de información. Además, el estudiante, elabora hipótesis argumentales respecto de problemas y formula alternativas de solución a partir del análisis de prácticas reales y situadas.

### *1.7. Modalidad en espiral*

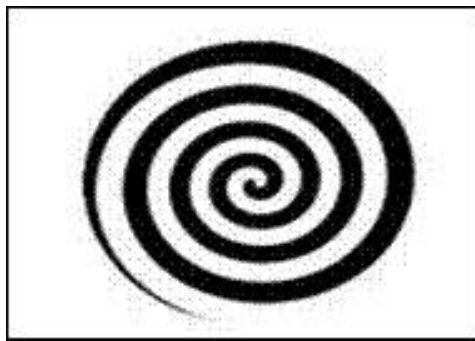


Figura 13.- Modalidad en espiral.

La enseñanza se organiza por niveles de progresión conceptual que se van integrando a través de síntesis parciales elaboradas por contraste entre inferencias o formulaciones previas y nueva información o instancias de problematización.

A lo largo de toda la secuencia se advierten momentos de recapitulación, síntesis e integración progresiva de conceptos y procedimientos. El punto de partida y eje transversal de la propuesta es un problema abierto que iría posibilitando la construcción genuina de respuestas a través de un diseño estratégico de abordaje.

El énfasis se sitúa en un espiral argumentativo que procede por secuencias de problematización de nuevos aspectos, formulación de conflictos o contra-argumentaciones y cierres parciales. La actividad experimental se convierte en un verdadero laboratorio de ideas y manipulación cognitiva de variables, a fin de ajustar y reformular sistemas explicativos que progresan en complejidad y especificidad (ver ejemplo en figura 14).

El profesor, cumple un rol principal en la recuperación de ideas espontáneas de los estudiantes y el aporte de disparadores para la progresión conceptual que se propone. Es clave su papel en el establecimiento de relaciones conceptuales y ejemplificaciones. Además, el docente reflexiona sobre la potencialidad de las actividades propuestas en vistas a esta progresión y el trabajo de sistematización y devolución sobre las intervenciones de los estudiantes. Finalmente ofrece orientaciones en la

elaboración de esquemas integradores y la preparación y selección de situaciones y materiales de información y contraste.

El alumno interpreta propuestas, ensaya variaciones, formula posibilidades y sistematiza conclusiones preliminares. El trabajo grupal adquiere relevancia en el contraste de posiciones y la formulación colectiva de explicaciones, en diálogo constructivo con el docente. Formula relaciones entre lo observado en la actividad experimental y los conceptos que se abordan, elaborando predicciones, modelos de representación y explicaciones provisorias. Participa activamente en la búsqueda e interpretación de datos relevantes y la reformulación progresiva de sus modelos y síntesis argumentativas.

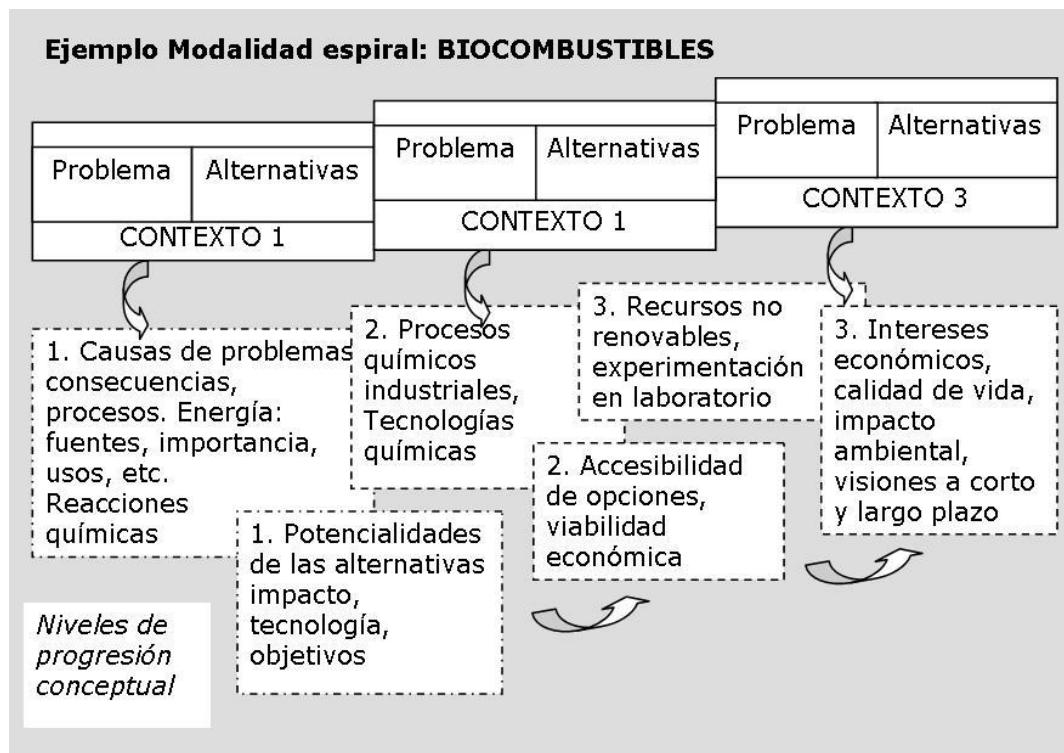


Figura 14.- Ejemplo de modalidad en espiral.

A modo de síntesis y recapitulación, a continuación se presenta una breve síntesis de las modalidades descritas (tabla 1). Es interesante resaltar que todas modalidades incluyen secuencias didácticas de ambos grupos (estudiantes de profesorado y docentes en ejercicio). No se han identificado diferencias que permitan inferir relaciones entre las modalidades identificadas y variables como experiencia o formación.

*2. Segunda instancia de análisis: Niveles de progresión del conocimiento profesional*

Tal como hemos anticipado, se desarrolló una nueva lectura transversal a las secuencias didácticas, redefiniendo las modalidades identificadas en términos de un gradiente de fundamentación y articulación. Cada uno de estos niveles se describe en función de las categorías ya definidas en la primera instancia el enfoque sobre el conocimiento escolar, el papel

atribuido a docentes y alumnos y las lógicas de progresión didáctica (ver tabla 2).

<b>Modalidad</b>	<b>Caracterización general</b>
Acumulativa (7 secuencias didácticas: 3 de profesores en ejercicio, 4 de estudiantes de profesorado)	Sucesión independiente de bloques que abordan diferentes tópicos de una temática central. El desarrollo conceptual es la instancia primera y principal a lo largo de la secuencia. La teoría es el punto de partida que da lugar a derivaciones de diversa índole (aplicaciones, problemas, ejercitaciones, etc.), primando una orientación expositivo-directiva.
Red de relaciones lábiles (3 secuencias didácticas: 2 de docentes en ejercicio, 1 de estudiantes de profesorado)	Tejido de significaciones múltiples vinculadas a una temática central a partir del abordaje y problematización de tópicos puntuales en un esquema de relaciones conceptuales lábiles. Se contemplan aristas de un problema a través de sensibilización y movilización de intuiciones.
Núcleo conceptual (7 secuencias didácticas: 4 de docentes en ejercicio, 3 de estudiantes de profesorado)	Núcleo conceptual desarrollado a partir de instancias de problematización o sensibilización y cuyo abordaje da lugar a escenarios de profundización conceptual y transferencia contextualizada a situaciones nuevas. Se abordan, en general, contenidos especialmente áridos y abstractos.
Procedimental – productiva (4 secuencias didácticas: 3 de docentes en ejercicio, 1 de estudiantes de profesorado)	Exploración, manipulación y abordaje de herramientas procedimentales orientado a su utilización en el diseño de nuevas producciones, concebidas como alternativas de solución de problemáticas específicas. Hay un privilegio del conocimiento práctico y una orientación pedagógica sobre procedimientos y su validación.
Síntesis integradas (8 secuencias didácticas: 5 de docentes en ejercicio, 3 de estudiantes de profesorado)	Síntesis parciales, con eje en la dimensión conceptual, se acoplan sucesivamente a partir de la sumatoria de nuevos componentes (conceptos, datos, relaciones conceptuales). Se introducen alternativamente elementos de problematización o contextualización. El docente desarrolla orientación directiva centrada en dimensión conceptual, con énfasis en el control o regulación de la comprensión.
Eje transversal (3 secuencias didácticas: 1 de docentes en ejercicio y 2 de estudiantes de profesorado)	Estructura transversal multidimensional que se va conformando articulada y progresivamente. Se procede por bloques de problematización y argumentación contextualizada hasta arribar a un modelo explicativo de conjunto, que privilegia un sentido de complejidad. El docente desempeña un rol central en los andamios para la articulación conceptual.
Espiral (2 secuencias didácticas: 1 de docentes en ejercicio, 1 de estudiantes de profesorado)	Niveles de progresión conceptual que se integran a través de síntesis parciales. Se parte de un problema abierto que da lugar a diseños estratégicos con énfasis en la dimensión argumentativa. Teoría y experimentación se introducen como necesarias en el contraste, formulación de hipótesis, argumentaciones, ajustes progresivos, etc. Metarreflexión docente y autorregulación cognitiva del estudiante (individual y grupal).

Tabla 1. Modalidades de enseñanza. Síntesis de caracterización.

### *2.1. El enfoque sobre el conocimiento escolar*

Respecto de esta categoría de progresión, los niveles iniciales describen un enfoque fragmentado y lineal del saber escolar que, reducido a su dimensión conceptual, se concibe como objeto externo que se incorpora como tal a través de procesos de apropiación formal. El conocimiento se reduce así a información descontextualizada y desarticulada (modalidad acumulativa, red de relaciones lábiles).

En un nivel intermedio, el conocimiento escolar asume el status de herramienta para la descripción e interpretación contextualizada de fenómenos complejos o la formulación de alternativas de solución a problemas de diversa índole (núcleo conceptual, procedimental - productiva).

Finalmente, el nivel de referencia da cuenta de un enfoque globalizador del conocimiento que, organizado en un espiral argumentativo, articula niveles de complejidad creciente. Asimismo, en este extremo del continuo el saber escolar se aborda desde la multidimensionalidad de problemas transversales abiertos, posibilitando la articulación de áreas de conocimiento diferentes (síntesis integradas, eje transversal, espiral).

### *2.2. El papel atribuido a docentes y alumnos*

Respecto de la figura del docente, la evolución parece avanzar desde lo que podríamos denominar un protagonismo docente directivo con énfasis en la exposición conceptual, el control de la comprensión del estudiante y la demostración de postulados (acumulativa, red de relaciones lábiles, núcleo conceptual).

En un nivel intermedio, y aún conservando la naturaleza directiva inicial, se incorporan nuevas prácticas: modelización, identificación de núcleos de progresión, recapitulaciones, etc. (procedimental - productiva, síntesis integradas). Finalmente, el nivel de referencia arriba a un nuevo protagonismo docente, de naturaleza constructiva que se caracteriza por la recuperación sostenida de las ideas de los estudiantes y el aporte de disparadores de conflicto y construcción (eje transversal, espiral). En este extremo del continuo adquiere relevancia la construcción de modelos o esquemas de articulación e integración conceptual, así como la reflexión sobre la recursividad de la secuencia y su potencialidad para promover la progresión en los aprendizajes.

En relación con la figura del alumno, el punto de partida está dado por aquellas propuestas centradas en una posición activa del estudiante pero definida desde la reproducción, aplicación y verificación del saber (acumulativa, núcleo conceptual). La búsqueda exhaustiva de información y la respuesta puntual a los requerimientos docentes caracterizan principalmente este nivel. Asimismo, la tendencia descrita cede espacio a otras alternativas (red de relaciones lábiles) donde un activismo arbitrario sitúa al estudiante en la posición de descubrir autónomamente nuevos significados respecto de diversos núcleos temáticos.

En niveles intermedios, la reconstrucción del andamio docente hace lugar a procesos de autorregulación cognitiva aunque estrechamente ligada a una perspectiva técnica del saber y con aún reducidas posibilidades de



integración conceptual (procedimental-productiva). Finalmente, se advierte un progreso hacia modalidades de referencia que integran nuevos y complejos procesos: interpretación, inferencias, contrastes y argumentaciones orientadas a la manipulación cognitiva de variables de problemas abiertos. La recursividad de las secuencias didácticas se expresa, en este extremo del continuo, en mayores posibilidades de revisión y reformulación de significados.

### *2.3. Las lógicas de progresión didáctica*

Por último, también es posible determinar algunos niveles respecto de criterios de progresión o secuenciación didáctica. Nos referimos a una serie de pares que nuevamente definen los extremos de un continuo:

Desde momentos didácticos desarticulados hacia esquemas de bloques integrados.

Desde lógicas de secuenciación lineal hacia modalidades recursivas.

Desde recorridos didácticos arbitrarios hacia itinerarios estratégicos de aprendizaje.

Desde criterios de progresión acumulativa (cada instancia agrega algo a la anterior) hacia principios de progresión transformadora (cada instancia propone una revisión y reformulación de la anterior).

En este esquema, los niveles intermedios se caracterizan por un esfuerzo de articulación didáctica fundamentado en criterios unidireccionales que definen la progresión propuesta: de lo general a lo particular o viceversa, de la teoría a la práctica (lógica aplicacionista o demostrativa).

<b>Categorías</b>	<b>Nivel inicial</b>	<b>Nivel intermedio</b>	<b>Nivel referencia</b>
Enfoque Conocimiento	Enfoque fragmentado, lineal y descontextualizado	Enfoque instrumental (conocimiento = herramienta)	Enfoque globalizador, contextualizado, niveles de complejidad creciente
Papel de docente y Alumno	Docente: Protagonismo directivo	Docente: prácticas puntuales de andamiaje o modelado	Docente: Protagonismo constructivo
	Alumno: Reproducción, apropiación formal	Alumno: autorregulación del aprendizaje conceptual -técnico	Alumno: Autorregulación, construcción, enfoque profundo sobre el aprendizaje
Progresión didáctica	Secuenciación desarticulada, lineal, arbitraria y acumulativa	Articulación unidireccional: general-particular, teoría-práctica	Secuenciación integrada, recursiva, estratégica y transformadora

Tabla 2.-Niveles de articulación didáctica.

## **Conclusiones**

Por supuesto, el análisis precedente no agota las posibles lecturas ni logra abarcar la caracterización completa de las formas de pensar la enseñanza que pueden leerse en el seno de secuencias didácticas. Cada producción analizada es un recorte, un fragmento del discurso que se acota a sus múltiples condiciones de producción y posibilita interpretaciones siempre parciales, relativas y situadas.

De todos modos, consideramos que las categorías descritas son un punto de partida aceptable para proponer algunos lineamientos de formación de profesores de ciencia que no hacen otra cosa que confirmar o precisar lo que la investigación en este campo viene señalando como prioridades.

En primer lugar, coincidimos con que es posible definir niveles de progresión del conocimiento profesional del profesor de ciencias, lo que puede contribuir a definir trayectorias o itinerarios posibles de movilización, desde una perspectiva de cambio didáctico. Ello supone reconocer, una vez más, la naturaleza evolutiva del pensamiento y la práctica de enseñanza.

En segundo lugar, el análisis precedente nos permite anticipar el impacto que determinados modos de pensar la enseñanza pueden tener en el plano de las decisiones didácticas. De este modo, cobran relevancia –tal como afirmábamos al inicio– las instancias de articulación teoría-práctica y los diseños de formación que promueven la integración crítica de las diferentes epistemologías docentes (disciplinar, pedagógica, didáctica, etc.).

Ambas conclusiones, sitúan en primer plano el valor de estudios en contexto sobre estrategias de formación, con el objetivo de identificar las potencialidades y limitaciones que éstas poseen en la movilización de creencias y sistemas de prácticas. En el presente trabajo hemos intentado proponer una contribución en este sentido, identificando algunos núcleos de resistencia a la hora de pensar diseños didácticos: aquellos componentes del conocimiento profesional que ubicamos en los niveles iniciales del continuo.

Del mismo modo, hemos definido algunos ejes de movilización que vienen a confirmar la potencialidad que anida en este tipo de contextos de formación, centrados en la relación reflexiva teoría-práctica. En este sentido, hemos identificado niveles de referencia que destacan la configuración de un nuevo protagonismo constructivo para profesores y estudiantes, la definición de un espiral argumentativo en el desarrollo de un enfoque globalizador del conocimiento escolar, la definición de niveles conceptuales de complejidad e integración creciente y la creación de diseños estratégicos de secuenciación didáctica.

Finalmente, el presente estudio pretende situar en el centro de la escena el desarrollo de investigaciones capaces de reconocer a los docentes y futuros profesores como sujetos de conocimiento. Ello supone asumir que el profesor no es ya un técnico que aplica conocimientos producidos por otros, sino "...un actor que asume su práctica a partir de los significados que él mismo le da, un sujeto que posee conocimientos y un saber hacer proveniente de su propia actividad..." (Tardif, 2004:169). Nuevamente, esta perspectiva de investigación se orienta a nutrir nuevos formatos de

formación que resulten pertinentes a la realidad de los docentes y sus prácticas, considerando el conocimiento profundo de sus necesidades y saberes.

### **Agradecimientos**

Los autores recibieron apoyo financiero del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y el trabajo se realizó bajo el marco del Programa de Investigaciones Interdisciplinarias para el Aprendizaje de las Ciencias, subsidiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica (SECyT) de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Argentina.

### **Referencias bibliográficas**

Adúriz Bravo, A.; Perafán, G. y E. Badillo (2002). *Actualización en Didáctica de las Ciencias Naturales y las Matemáticas*. Bogotá: Editorial Magisterio.

Bachelard, G. (1999). *Epistemología*. Barcelona: Editorial Anagrama.

Carrascosa, J.; Martínez Torregosa, J.; Furió, C. y J. Guisasola (2008). ¿Qué hacer en la formación inicial del profesorado de Ciencias de Secundaria?, *Rev. Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5, 2, 118-133.

Feldman, D. (1992). ¿Por qué estudiar las creencias y teorías personales de los docentes?, *Revista del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Educación*, 1, 1, 41-50.

Feldman, D. (2004). *Ayudar a enseñar*. Buenos Aires: Aique.

Fernández, I.; Gil, D.; Vilches, A.; Valdés, P.; Cachapuz, A.; Praia, J. y J. Salinas (2003). El olvido de la tecnología como refuerzo de las visiones deformadas de la ciencia. *Rev. Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. En: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen2/Numero3/Art8.pdf>

Imbernón, F. (2002). *La investigación educativa como herramienta de formación del profesorado*. Barcelona: Graó.

Larrosa, J. (2002) Notas sobre a experiência e o saber de experiência. *Revista Brasileira de Educação*, 19, 20-28.

Maiztegui, A.; González, E.; Tricárico, H.; Salinas, J.; Pessoa de Carvalho, A. y D. Gil (2000). La formación de profesores de ciencia en Iberoamérica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 24, 163-187.

Martín del Pozo, R.; Porlán, R. y A. Rivero (2005). Secuencias formativas para facilitar el aprendizaje profesional. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. En: [http://www.aufop.com/aufop/uploaded\\_files/articulos/1229708104.pdf](http://www.aufop.com/aufop/uploaded_files/articulos/1229708104.pdf)

Martín, E. y J. Cervi (2006). Modelos de formación docente para el cambio de concepciones en los profesores en los profesores. En Pozo, J. E., M. Puy, M. Mateos, E. Martín, M. de la Cruz (Eds.), *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje* (pp. 419-434). Barcelona: Graó.

Mignorance, P. (2001). Aprendizaje y desarrollo profesional de los profesores. En Marcelo, C. (Ed.), *La función docente* (pp. 27-41). Madrid: Síntesis.

Pacca, J. y A. Villani (2000). La competencia dialógica del profesor de ciencias en Brasil. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 18, 1, 95-104.

Perales, F. y P. Cañal (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Editorial Marfil.

Perrenoud, P. (2007). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar*. Barcelona: Graó.

Porlán, R. (1995) Las creencias pedagógicas y científicas de los profesores. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 3, 1, 7-13.

Porlán, R. (2003). Principios para la formación del Profesorado de Secundaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17, 1, 23-35.

Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de ciencias*. Sevilla: Díada Editora.

Porlán, R.; Rivero García, A. y R. Martín del Pozo (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, Métodos e Instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15, 2, 115-171.

Porlán, R.; Rivero García, A. y R. Martín del Pozo (1998) Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: Teoría, Métodos e Instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 16, 2, 271-288.

Pozo, J. I., Scheuer N., Pérez Echeverría M. P. y Mateos M. (1999). El cambio de las concepciones de los profesores sobre el aprendizaje. En J. M. Sánchez, A. Oñorbe e I. de Bustamante (Eds.). *Educación científica* (pp. 29-52). Madrid: Ediciones de la Universidad. Alcalá.

Rivarosa, A. y A. De Longhi (2006). La noción de alimentación y su representación en alumnos escolarizados. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. En: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen5/ART9\\_Vol5\\_N3.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen5/ART9_Vol5_N3.pdf)

Romero Ayala, F. (1998). Una pequeña reflexión sobre los problemas de investigación de la Didáctica de las Ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, 16, 1, 171-174.

Steffe, L.; Thompson, P. y E. Glasersfeld (2000). Teaching experiment methodology: underlying principles an essential elements. En Lesh, R. & Kelly, A. (Eds.) *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Tardif, M. (2004). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Madrid: Narcea S.A. de Ediciones.