

[Publicado como: GARCÍA DÍAZ, J. E. y GARCÍA PÉREZ, F. F. (2001). El conocimiento metadisciplinar y las didácticas específicas. *Congreso nacional de didácticas específicas: Las Didácticas de las Áreas curriculares en el siglo XXI (Granada 1,2 y 3 de Febrero de 2001)*, Granada: Grupo Editorial Universitario, vol. I, pp. 409-421. ISBN: 84-8491-006-7]

EL PAPEL DEL CONOCIMIENTO METADISCIPLINAR EN LAS DIDÁCTICAS ESPECÍFICAS

[Sección: Estatus epistemológico de las Didácticas de las áreas curriculares]

J. Eduardo García Díaz y Francisco F. García Pérez

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Sevilla. Avda. Ciudad Jardín, nº 22. 41005 Sevilla. Tfno.: 954551733. E-mail: jeduardo@cica.es y ffgarcia@cica.es

1. El punto de partida: ¿Qué tienen en común las didácticas específicas?

Las didácticas específicas presentan una serie de rasgos comunes que podemos considerar “ambivalentes”, en el sentido de que constituyen su riqueza, como potencial de desarrollo futuro, y, al mismo tiempo, su debilidad, como herencia que puede lastrar su evolución. En una primera aproximación, podrían citarse los siguientes:

- Son disciplinas con un doble carácter básico-aplicado, que combinan y complementan la elaboración teórica con la práctica. Si adoptamos una posición no reduccionista en nuestro análisis, las didácticas específicas no pueden ser una mera amalgama de contenidos procedentes de diferentes disciplinas, sino que deben integrar esas distintas aportaciones y reelaborarlas en un cuerpo teórico que facilite la intervención educativa.

- A la hora de delimitar su campo teórico, las didácticas incorporan dos referentes: por una parte las aportaciones de la (o las) disciplina(s) correspondiente(s) al contenido propio de cada didáctica y, por otra, las aportaciones de las disciplinas psicopedagógicas y de fundamentación de carácter general (didáctica general, psicología de la educación, sociología de la educación, historia de las disciplinas, entre otras). De ahí, su marcado carácter interdisciplinar. La dificultad estriba, precisamente, en que en muchos casos esos referentes citados tienen un estatus epistemológico muy diferente, por ejemplo de ciencia social y de ciencia de la naturaleza, en el caso de la didáctica de las ciencias de la naturaleza, o de ciencia social y ciencia formal, en el caso de la didáctica de las matemáticas.

- En el propio ámbito de las didácticas específicas se ha ido generando un conjunto de conceptos y de principios de intervención, que constituyen un acervo común: ideas como las de transposición didáctica, análisis didáctico del contenido, utilización didáctica de las concepciones de los alumnos, presentación de los contenidos en forma de tramas, formulación de dichos contenidos en distintos niveles o aprendizaje del alumno por investigación, por citar algunas, cada vez aparecen con mayor frecuencia en la literatura de las diferentes didácticas específicas. Se constata, a este respecto, un predominio de los postulados que suelen denominarse “constructivistas” como fundamentación epistemológica y psicológica de muchas propuestas didácticas.

- La comunidad de investigadores en el amplio y diverso campo de las didácticas específicas no se limita -a diferencia de lo que suele ocurrir en otras áreas educativas- al profesorado universitario, sino que incorpora profesores de otros niveles educativos, lo que favorece la posibilidad de existencia de equipos de investigación internivelares. En contrapartida, se aprecia,

en ocasiones una cierta ambigüedad en la caracterización de lo que sería propiamente investigación didáctica con respecto a lo que pueden ser innovaciones educativas o experimentaciones de carácter curricular.

- Existe -quizás, en gran parte, por el carácter reciente de este campo disciplinar de las didácticas- una cierta diversidad y hasta una relativa buena armonía entre paradigmas de investigación de corte más experimentalista y otros de corte más interpretativo, de forma que en muchas líneas de investigación ambos paradigmas se presentan como complementarios y no excluyentes, lo que puede facilitar -si se supera, asimismo, el riesgo de la indefinición- un tratamiento más complejo -y al tiempo más funcional- de las realidades educativas.

Con este panorama de rasgos o características comunes, se abre ante las didácticas específicas unas interesantes posibilidades de desarrollo, si se saben aprovechar las potencialidades enumeradas, eludiendo los riesgos que las acompañan. Ello exige importantes esfuerzos de reflexión y de elaboración específica acordes con la coyuntura en que nos hallamos. A ese objetivo pretendemos contribuir con estas reflexiones acerca del papel del conocimiento disciplinar en la construcción de un corpus común para las didácticas específicas.

2. ¿Puede ser el conocimiento metadisciplinar un marco de referencia común para las diferentes didácticas específicas?

¿Es la disciplina correspondiente al contenido de cada didáctica el único referente que habría que tener en cuenta para la formulación del conocimiento escolar? Aunque la respuesta a esta pregunta puede ser diferente según la perspectiva de investigación que se adopte, cada vez más se acepta la necesidad de tener en cuenta otros referentes, como son: los problemas sociales y ambientales, la funcionalidad del conocimiento para la vida cotidiana de los alumnos, las características de los propios aprendices (motivaciones, intereses, concepciones sobre el mundo, etc.), los rasgos del contexto social en el que se produce el aprendizaje o el sentido general que le vayamos a dar a la intervención educativa. En relación con estos aspectos, el debate filosófico e ideológico relativo al *para qué* enseñar adquiere una gran relevancia. El dilema que se plantea es, en definitiva, si, por ejemplo, el aprendizaje de la lengua, de la historia o de la biología es algo “neutro” o no, en relación con las distintas cosmovisiones y modelos de desarrollo humano presenten en nuestra cultura, o si hay que asumir que toda acción educativa se sitúa, inevitablemente, en una determinada posición ideológica y epistemológica.

Los grupos de investigadores vinculados a la Red IRES (*Investigación y Renovación Escolar*) - integrados por personas de diferentes disciplinas y que trabajan en distintos niveles educativos (García Pérez y Porlán, 2000)- hemos optado, de forma explícita, por un conocimiento escolar que sirva para enriquecer el conocimiento cotidiano de las personas y que, por tanto, favorezca la transición desde el conocimiento más simple que suelen manejar los alumnos y alumnas hacia otro conocimiento más complejo, potente y elaborado, que les capacite para entender mejor el mundo y para participar adecuadamente en la gestión de los problemas sociales y ambientales (García Díaz, 1998). Este conocimiento escolar incorporaría, desde luego, aportaciones de las disciplinas (conocimiento científico disciplinar) pero las integraría con aportaciones -también indispensables- de otros tipos de conocimiento (conocimiento cotidiano, conocimiento metadisciplinar...).

Concretamente, el conocimiento metadisciplinar juega un papel esencial en esta elaboración del conocimiento escolar. Por conocimiento metadisciplinar entendemos (Grupo Investigación en la Escuela, 1991; Porlán, 1993; Rivero, 1996; García Díaz, 1998) tanto el saber metacientífico -es decir, el conocimiento sobre la naturaleza de los conocimientos disciplinares, el análisis histórico, sociológico y epistemológico de los contenidos disciplinares (la evolución de los

paradigmas científicos y epistemológicos, los obstáculos epistemológicos que han dificultado los cambios, las interacciones entre lo científico, lo ideológico y las demandas sociales, etc.)- como las cosmovisiones ideológicas que orientan el para qué y el por qué de las decisiones que se toman tanto en el ámbito científico como en el propio ámbito educativo.

En el conocimiento metadisciplinar destacamos, por su papel en la didáctica, un conjunto de nociones -conceptuales, procedimentales y actitudinales-, que podríamos definir como nociones *metadisciplinares, transdisciplinares o transversales* (utilizaremos indistintamente los tres términos), que son comunes a diversas disciplinas y que poseen un fuerte carácter estructurador de los diferentes campos de conocimiento (Grupo Investigación en la Escuela; Porlán, 1993; García Díaz, 1998). Juegan este papel conceptos metadisciplinares como los de unidad-diversidad, sistema, interacción o cambio. También consideramos importantes determinados procedimientos generales básicos relacionados con el uso de fuentes de información, con el debate y con la toma de decisiones, con el planteamiento de problemas y la planificación de la investigación y con el desarrollo propiamente dicho de la acción investigadora. En el plano de los valores constituyen referentes fundamentales los relativos a tres grandes ámbitos: el ámbito del reconocimiento y respeto a la diversidad, el de la negociación y comunicación crítica y el del desarrollo de la autonomía.

Desde la perspectiva del Proyecto IRES nos interesa resaltar el carácter de compromiso crítico que tiene la asunción de un sistema básico de valores de referencia. En ese sentido, nuestra posición pretende superar no sólo los modelos axiológicos tradicionales tendentes a la imposición de una hegemonía, sino también algunos modelos “postmodernos”, basados en el relativismo epistemológico radical y en cierto espontaneísmo fenomenológico en lo educativo (que, al desarrollar una especie de coexistencia no conflictiva y acrítica, confunden “no imponer” con “no criticar ni opinar”). Tomamos, pues, como referencia un sistema de valores basado en el desarrollo de una conciencia autónoma, en la negociación “conflictiva” (que contempla el conflicto) y crítica de intereses y valores diversos y en el desarrollo y reconocimiento de la diversidad (social, cultural y antropológica). Y ello se hace en interacción con una determinada concepción epistemológica (es decir, con una visión sobre los conocimientos y los métodos), con lo que se pretende evitar el riesgo de derivar hacia el relativismo radical y el espontaneísmo educativo a los que acabamos de hacer referencia.

Desde nuestro punto de vista, y en el caso de las didácticas específicas, el conocimiento metadisciplinar complementa y complejiza la visión disciplinar, ampliando nuestra percepción de la intervención educativa. Dicha intervención se sitúa así en un marco de referencia más general, que organiza y articula más adecuadamente nuestras hipótesis curriculares. A ese respecto, en lo que sigue analizaremos más detalladamente algunas posibles utilidades del conocimiento metadisciplinar.

3. El conocimiento metadisciplinar y la determinación del *para qué enseñar*

Frente a la concepción tradicional de las didácticas específicas como ámbitos centrados exclusivamente en contenidos específicos, ajenos al debate de los fines educativos y de la función social de la escuela, la reflexión metadisciplinar nos lleva a ubicar nuestros planteamientos didácticos en una determinada concepción de la cultura escolar. En efecto, no podemos obviar el hecho de que existe una cultura escolar más general en la que se integra la enseñanza de las materias concretas (Rozada, 1997; Pérez Gómez, 1998). Las propuestas curriculares, la selección de los contenidos, su organización en materias, su desarrollo secuencial, el protagonismo de los alumnos en su selección y organización, los valores y expectativas que manifiestan los profesores y los alumnos, las formas de organización del

espacio y del tiempo o las pautas de interacción social que se proponen, tienen que ver con determinadas formas de ver el mundo, con opciones epistemológicas e ideológicas, con un referente metadisciplinar en suma. Y esto resulta decisivo para la educación, pese a la facilidad con que se olvida o se obvia. Por ello deberían ser comunes a todas las didácticas específicas preguntas como éstas: ¿para qué queremos enseñar ciencias naturales o lengua o geografía o matemáticas?, ¿cómo la enseñanza de esas materias puede ser un medio para conseguir la formación de ciudadanos y ciudadanas críticos, autónomos, solidarios, participativos...?, etc. A ese respecto, creemos que la escuela debe ser un lugar de reflexión sobre las relaciones entre los humanos, y entre éstos y el medio, y un motor del cambio social, teniendo como objetivo educativo básico lo que hemos denominado el *enriquecimiento del conocimiento cotidiano* de los alumnos y alumnas. La evolución de dicho conocimiento se dirigiría así hacia la construcción, por parte de las personas, de un determinado modelo de desarrollo humano (individual y social) alternativo al actualmente predominante; a dotarles de una visión de conjunto del mundo que les permita comprender y actuar en la realidad en que viven; a proporcionarles unos recursos que les capaciten para el ejercicio de la autonomía, la cooperación, la creatividad y la libertad; a favorecer una formación que facilite la investigación de su entorno y la reflexión sobre su propia práctica, no sólo en el ámbito escolar, sino también en los demás ámbitos de su actividad cotidiana (Grupo Investigación en la Escuela, 1991). De esta forma prepararemos a las nuevas generaciones para avanzar en la construcción de sociedades más democráticas y solidarias, lo que constituye un decisivo objetivo social de la educación, en cuya consecución el conocimiento metadisciplinar nos ayuda como referencia y guía básica.

En efecto, para orientar la transición hacia un conocimiento más complejo y hacia un modelo de desarrollo humano más deseable, hemos tenido en cuenta tres grandes perspectivas (teóricas e ideológicas) que consideramos integradas en el conocimiento metadisciplinar que nos sirve de referencia: una “*perspectiva constructivista y evolucionista del conocimiento*” (y, en definitiva, del desarrollo humano), una “*perspectiva sistémica y compleja de la realidad escolar*” (y, en definitiva, de la realidad en general) y una “*perspectiva crítica de la transformación de la escuela*” (y, en definitiva, del cambio social) (Grupo Investigación en la Escuela, 1991; García Díaz, Martín y Rivero, 1996; García Díaz y Merchán, 1997; García Díaz, 1998).

Estas perspectivas fundamentan un *cambio radical*, a contracorriente de la cultura predominante en nuestra sociedad (que es fragmentaria, especializada, reduccionista, autoritaria, etc.), hacia: una visión más sistémica y ecológica del mundo, superadora de la visión aditiva de la realidad y de las formas de actuación y de pensamiento centradas en lo próximo y evidente, en la causalidad mecánica y lineal, en las dicotomías y los antagonismos, en la idea estática y rígida del orden y del cambio; una mayor capacidad para ir más allá de lo funcional y concreto, para el descentramiento y para la adopción de diferentes perspectivas, a la hora de interpretar la realidad y de intervenir en la misma; y un mayor control y organización del propio conocimiento, de su producción y de su aplicación a la resolución de problemas complejos y abiertos, superando, por una parte, la dependencia de la cultura hegemónica y de sus valores característicos (con el desarrollo de actitudes de tolerancia, solidaridad, cooperación, etc.) y, por otra, la sumisión a los dictados de los expertos (técnicos, políticos...).

Así, la transición desde lo simple a lo complejo comprende tanto una dimensión conceptual como procedimental y actitudinal: conceptos metadisciplinares básicos, como los -citados- de sistema, interacción, cambio... nos ayudan a tener una visión más global del mundo; en cuanto al ámbito procedimental, se trataría, sobre todo, de construir destrezas generales -más allá de las habilidades concretas- referidas al tratamiento de problemas abiertos y complejos; en el ámbito

de las actitudes, los valores y los afectos habría también una transición desde el dominio de lo subjetivo, lo irracional, lo dogmático, desde la dependencia hacia la autonomía moral y afectiva, el respeto a la diversidad y el reconocimiento del papel que desempeña la negociación democrática en el tratamiento de la asimetría en las relaciones sociales, etc.

4. El conocimiento metadisciplinar como referente para la organización y secuenciación de los contenidos escolares

Según lo que se acaba de exponer, una finalidad básica de la didáctica -así concebida- sería dotar a los contenidos escolares de un enfoque que posibilite cambiar la perspectiva epistemológica de los sujetos, su manera global de acercarse al mundo, mediante la utilización del *conocimiento metadisciplinar como marco de referencia para la determinación del conocimiento escolar*. En ese sentido, las nociones metadisciplinarias deben estar presentes en la formulación de los contenidos escolares, como categorías o dimensiones generales, útiles para:

- Situar las aportaciones de las disciplinas específicas en un marco más general, de forma que los contenidos escolares se organizarían según una lógica no disciplinar, en la que lo disciplinar se emplearía como un medio más para conocer una realidad global. En ese sentido, el conocimiento metadisciplinar resulta útil para analizar los conceptos científicos disciplinares, para discriminar lo relevante y para comprender mejor la construcción de conocimientos científicos concretos, es decir, funciona como una cosmovisión, que comprende unas categorías generales para entender el mundo, y que posibilita la relectura de las aportaciones de las diferentes disciplinas desde una perspectiva común y unificada. Este planteamiento nos lleva a reconsiderar el concepto de *transposición didáctica*, considerando su sustitución por el de *integración y transformación didáctica* (García Díaz, 1998; García Díaz y García Pérez, en prensa). En efecto, mientras que la transposición didáctica se refiere al proceso de reelaboración del conocimiento científico disciplinar para convertirlo en conocimiento escolar, la noción de integración alude a la utilización de diversas fuentes, pero no de manera aditiva o yuxtapuesta, sino mediante la elaboración de un *conocimiento escolar peculiar, diferenciado* de cada una de ellas.

- Organizar los contenidos escolares, en la medida en que las nociones metadisciplinarias pueden tener el papel de *nociones estructurantes* de los diferentes campos de conocimiento. En ese sentido, las nociones metadisciplinarias serían los nudos principales de la red de relaciones, de forma que cada una de ellas actúa como elemento organizador de un conjunto de conceptos, procedimientos y actitudes característicos. Al respecto, se pretende que los profesores utilicen este instrumento intelectual para el análisis de los contenidos que pretenden enseñar y que los alumnos construyan una concepción más sistémica y relativista del mundo a partir del trabajo con sistemas accesibles y concretos. Desde el punto de vista del aprendizaje, la adquisición de nociones metadisciplinarias posibilita la construcción de un modelo teórico útil para generalizar las adquisiciones parciales a otros contextos, para aplicar el saber adquirido a los problemas de la vida cotidiana y para asegurar que la pérdida de determinada información no signifique una pérdida total, pues el disponer de un modelo general permite la reconstrucción de los detalles siempre que se necesite. En definitiva, se trata de que los individuos puedan resolver mejor los problemas que la realidad les plantea -y hablamos de problemas complejos y abiertos-, en la medida en que dominan sistemas de ideas cada vez más coherentes, más organizados y más potentes para la comprensión e intervención en dicha realidad.

- Establecer el grado de complejidad en el que deben ser formulados los contenidos para que puedan ser aprendidos, es decir, la elaboración de *hipótesis de progresión* (García Díaz, 1998) que nos permiten la construcción gradual y progresiva del conocimiento manejando distintos niveles de complejidad para cada uno de los contenidos considerados.

- Interpretar las aportaciones del conocimiento cotidiano, y más concretamente, las explicaciones que dan los alumnos y las alumnas. El análisis de estas explicaciones debe servirnos para caracterizar las dificultades de aprendizaje que aparecen cuando dichas explicaciones interaccionan con otras informaciones presentes en la situación educativa, aspecto que vamos a desarrollar más ampliamente a continuación.

5. El conocimiento metadisciplinar y las dificultades de aprendizaje comunes a diferentes dominios. Un ejemplo: la noción de interacción

Frente a la idea de una cognición fragmentada -es decir, “atomizada” entre diferentes dominios de conocimiento- partimos de una visión del conocimiento humano en la que los conocimientos “generales” y los conocimientos propios de dominios específicos no se oponen sino que se consideran complementarios. En ese sentido, para las didácticas específicas, sería muy relevante identificar aquellos supuestos epistemológicos y patrones de razonamiento que son comunes al procesamiento en distintos dominios, y que se adquieren en el aprendizaje cuando se dan procesos metacognitivos y de transferencia de las adquisiciones de unos dominios a otros y de unas situaciones a otras (Astolfi, en prensa). Pues bien, hay una serie de categorías metadisciplinares que nos pueden ayudar a identificar y describir sistemáticamente estos patrones comunes. Vamos a verlo a continuación con un ejemplo: la noción de interacción (García Díaz, en prensa).

Entendemos por **interacción** aquella relación entre elementos materiales en la que se produce una influencia mutua que, al darse, modifica de alguna manera la propia naturaleza de esos objetos materiales y provoca la aparición de propiedades nuevas en ellos y en el sistema formado por los mismos. Las interacciones están presentes en fenómenos de todo tipo, como podemos apreciar en los siguientes enunciados tomados de diversas disciplinas: un cuerpo que cae es atraído por la Tierra y ésta, a su vez, por ese cuerpo; la planta depende del suelo y el suelo de la planta; la cantidad de depredadores que hay en un determinado lugar depende del número de presas existentes y éste número depende, a su vez, de la cantidad de depredadores; hay selva tropical porque hay humedad y hay humedad porque hay selva tropical; la sociedad modela al individuo y éste, a su vez, contribuye a una determinada constitución de la sociedad; en una conversación los participantes van negociando y construyendo, en sucesivos turnos, unos significados comunes; etc. Sin embargo, en los contenidos escolares, no suele estar presente esta noción, a pesar de que la investigación psicoeducativa y didáctica nos indica que el no reconocimiento del carácter organizador de las interacciones es una de las dificultades mayores que aparecen en la construcción de distintos conceptos disciplinares.

Para poder comprender mejor la naturaleza de esta dificultad, vamos a analizarla considerándola en relación con tres grandes **dimensiones o categorías metadisciplinares**: la organización del medio, la causalidad y el cambio (Correa, Cubero y García, 1994; García Díaz, 1995 y 1998). En relación con la **organización del medio**, la construcción de la noción de interacción choca con el obstáculo de la aditividad. Las formas más comunes del conocimiento cotidiano no van más allá de lo próximo y evidente, de una realidad de objetos inconexos; asimismo, una buena parte del conocimiento considerado científico sigue siendo mecanicista y reduccionista. El pensamiento de nuestros alumnos y alumnas participa de esta forma de ver el mundo. En efecto, cuando investigamos cómo explican los alumnos su medio (Correa, Cubero y García, 1994; García Díaz, 1995 y 1997; García Díaz y Rivero, 1996), se aprecia el predominio de una concepción aditiva del medio, en la que sólo hay objetos desconectados entre sí o relacionados muy débilmente; junto a esta concepción existen otras, minoritarias, más próximas a una visión sistémica de ese medio.

Así, por ejemplo, en estudios realizados en el ámbito de la ecología (García Díaz y Rivero, 1996; García Díaz, 1997) encontramos con mayor frecuencia, en las explicaciones de alumnos adolescentes, modelos aditivos de la organización ecológica, en los que el ecosistema se entiende como una suma de partes o, como mucho, como una organización en cadena trófica sencilla (en definitiva, una suma de relaciones binarias). Dificultades similares para entender la realidad como una configuración de interacciones las encontramos en el ámbito de la física. Así, en el caso de la electricidad, los alumnos “sustancializan” la electricidad, no conservan la masa o la carga, o creen que las partículas de la materia actúan como si fueran objetos del mesocosmos (lo perceptible), sin comprender las interacciones existentes entre las mismas (Criado, 1999).

En estudios realizados en el ámbito de la didáctica de las ciencias sociales, y más concretamente, sobre el medio urbano (García Pérez, 1999), vuelve a aparecer la perspectiva aditiva del medio, concibiéndose la ciudad bien con una visión muy elemental, caracterizada por la imprecisión y muy marcada por la idea de magnitud (la ciudad es más grande que un pueblo, hay muchos coches, mucha contaminación...), bien con una visión aditiva algo más compleja, en la que se empiezan a categorizar elementos característicos de la ciudad, como determinadas actividades económicas, unas formas de vida peculiares, un paisaje distintivo o unas ciertas funciones. También, en el caso de las concepciones de los alumnos sobre las actividades económicas (Travé, 1999) puede apreciarse una gradación similar: desde una comprensión más sencilla de la actividad económica a partir de la satisfacción de las necesidades cotidianas y vinculada, casi exclusivamente, a ejemplos conocidos de profesiones o de actividades con las que se tiene un contacto habitual, hasta una concepción algo más compleja que entiende la diversidad de elementos constitutivos de una actividad económica, la diversidad de actividades y su diferente ubicación en el espacio, así como la posible estructuración de actividades en un entramado más complejo (diversidad de sectores económicos, estructura económica de una zona o de un país).

Parece, por tanto, que nuestros alumnos y alumnas entienden el mundo como una suma de cosas y no como una organización basada en una configuración de interacciones, es decir, como un sistema. Así, por ejemplo, para ellos conocer un organismo es conocer bien la estructura y el funcionamiento de las partes que lo componen, sin comprenderlo como un todo (el organismo como sistema en el que aparecen propiedades emergentes distintas a las de sus componentes; la circulación e intercambio de materiales, energía e información entre sus partes; la manera como se regula dicho intercambio, etc.). Sin embargo, la consideración del organismo como "suma" de componentes puede servir para describirlo pero no para entenderlo. Además la aditividad dificulta comprender no sólo las *propiedades emergentes*, que surgen en cuanto que existe la interacción y que definen lo peculiar y característico del sistema, sino también las propiedades que adquieren los elementos componentes en cuanto integrantes del mismo, que aparecen en el acto mismo de la interacción. Así, por ejemplo, un sistema social no sólo tiene propiedades nuevas que no están en los individuos que lo componen, sino que, además, esos individuos adquieren, ellos mismos, propiedades nuevas que aparecen al ocupar un cierto "lugar" en dicho sistema social.

Esta dificultad básica para comprender la realidad se halla relacionada con la dificultad para comprender la relación, dialéctica, entre unidad y diversidad. En efecto, es difícil reconocer la unidad que subyace a la diversidad. En las formas más comunes del pensamiento cotidiano las personas son capaces de comprender la diversidad de los elementos y relaciones componentes de la realidad, pero no lo que hay en común entre dichos entes, la organización configurada por esas relaciones. Parece como si unidad y diversidad fueran conceptos excluyentes, o sin ninguna relación; sin embargo, la diversidad es tanto condición como consecuencia de la organización,

pues es la diversidad la que posibilita la aparición de las interacciones que configuran la realidad, organización que, a su vez, diversifica más aún la realidad. De ahí que, aunque todas las interacciones comparten unas propiedades comunes (influencia mutua, causalidad circular, aparición de restricciones y emergencias, etc.), también hay que reconocer una gran diversidad de interacciones y, por tanto, de sistemas.

Por lo demás, la constatación de la diversidad en el conocimiento cotidiano es muy limitada. Es cierto que procesos como comparar o clasificar son procesos comunes, pero también que las comparaciones y clasificaciones que se realizan están muy condicionadas por lo evidente y por la aparente, así como por la visión aditiva de la realidad. A este respecto, sólo se reconocen los elementos más conspicuos o familiares y las relaciones más sencillas, sin interacción y, por tanto, sin organización. (García Díaz y Rivero, 1996; García Díaz, 1997; García Pérez, 1999). Por otro lado, cualquier evento se interpreta desde una única perspectiva, la del mesocosmos (lo perceptible y próximo a nuestros sentidos y a nuestra experiencia), de forma que resulta muy difícil que los alumnos y alumnas entiendan que cualquier hecho observable se puede describir en función de una jerarquía de niveles de organización. No se interpreta el hecho como algo que sucede, simultáneamente, en el mesocosmos (por ejemplo, un depredador que se come a su presa), el macrocosmos (regulación recíproca de las poblaciones de depredadores y presas, organización trófica del ecosistema) y el microcosmos (intercambio de materia, flujo de energía).

En definitiva, y tal como muestran estas investigaciones, entender nuestro entorno como una realidad sistémica requiere evidentemente de un proceso de construcción del conocimiento que supere limitaciones propias del conocimiento cotidiano más común, como son el centramiento en lo perceptivo o la utilización de una causalidad muy simple, aspecto que analizaremos a continuación.

En efecto, la noción de interacción supone una **causalidad** basada en la reciprocidad, los procesos recurrentes, la influencia mutua, la renovación constante. En la interacción no hay una causa y un efecto, sino *"un proceso en el que los efectos o productos al mismo tiempo son causantes y productores del proceso mismo, y en el que los estados finales son necesarios para la regeneración de los estados iniciales"* (Morin, 1977, página 112 de la versión en castellano). Se trata de una causalidad "en espiral", pues nunca se vuelve al mismo punto, sino que se genera algo nuevo en cada ciclo, la determinación mutua genera el cambio. El carácter recurrente de esta causalidad implica también complementariedad, integración de los antagonismos (Morin, 1977 y 1980).

Al igual que ocurría con la concepción de la organización del medio, tampoco las ideas de causalidad recurrente y de complementariedad encuentran fácil acomodo en nuestra cultura. En el pensamiento cotidiano, y también en el científico, predominan las relaciones causales simples, de forma que podemos leer o escuchar: que "los seres vivos se adaptan al medio" (en vez de considerar que los seres vivos y el medio evolucionan conjuntamente en continua interacción); que una persona "es mala de nacimiento" (como si el comportamiento dependiera sólo de los genes, sin relación con los aspectos ambientales); que alguien "tiene malas relaciones personales por culpa sus amistades" (en vez de asumir que los problemas surgen en la interacción entre las personas); que "la ciudad crece al extenderse sus barrios periféricos" (en vez de entender que el crecimiento de determinadas zonas depende, a su vez, de la dinámica general urbana, de las nuevas funciones que la ciudad cumple en su territorio o del propio modelo de expansión presente en la planificación urbana). Asimismo, en el quehacer cotidiano, en las relaciones interpersonales, en los medios de comunicación, en la propia ciencia, encontramos continuamente reduccionismos y antagonismos: lo social se contrapone a lo natural, las

humanidades a la ciencia, el hombre a la mujer, lo cognitivo a lo afectivo, la cantidad a la cualidad, el análisis a la síntesis, unos países a otros, dicotomías que son una manifestación más de una visión del mundo como lucha de unos contra otros, como explotación y dominio de unos a otros.

Este panorama tiene su reflejo en las ideas de nuestros alumnos y alumnas, de forma que predomina un entendimiento simple de la causalidad, una concepción mecanicista de la realidad. Así, por ejemplo, en los estudios ya citados sobre concepciones ecológicas de alumnos adolescentes (García Díaz y Rivero, 1996; García Díaz, 1997), las relaciones tróficas se entienden como cadenas causales sencillas y como antagonismo y lucha por la vida. Por su parte, Martín del Pozo (1994), en su análisis de las ideas de los alumnos relativas a la interacción química, indica dos tendencias presentes en los sujetos, referidas al uso de reglas de inferencia causal, que explican sus dificultades para comprender la interacción: por una parte, la tendencia a atribuir un efecto a la causa que resulta más accesible a la memoria y que depende, a su vez, de lo reciente del hecho, de la frecuencia con que se atribuye un hecho a una causa y de lo impactante que sea (primacía de lo perceptivo); por otra, la tendencia al razonamiento causal lineal y simple, con la utilización de explicaciones aditivas más que interactivas. Dificultades parecidas en la construcción de interacciones aparecen en otros dominios de conocimiento, como es el caso de los conceptos de contaminación (Correa, Cubero y García, 1994), electricidad (Criado, 1999) o ciudad (García Pérez, 1999).

Podríamos decir, por tanto, que la causalidad lineal asociada a muchas de las explicaciones que los alumnos y las alumnas dan sobre diversos fenómenos, es una restricción estructural básica, presente en el conocimiento cotidiano, que dificulta la adquisición de conocimientos en diferentes dominios. En ese sentido, J.I. Pozo (1996) señala que la transición desde la causalidad lineal y simple hacia la interacción y la causalidad compleja es un cambio que exige una reestructuración o cambio conceptual radical.

En relación con la noción de **cambio**, la interacción hay que entenderla como intercambio de información, circulación de materiales, flujo de energía, o como proceso recurrente que mantiene la *reorganización permanente* -la capacidad de organizar de otra manera los elementos y relaciones para mantener la estabilidad en el cambio- de los sistemas complejos (Morin, 1980). La interacción explica el cambio: es en la interacción en la que los objetos se transforman o cambian de posición. El intercambio de materia, energía e información asociado a las interacciones nos permite comprender la organización del mundo como una organización dinámica, en la que la materia y la información circulan de unas partes a otras, y la energía fluye pasando de unas formas de energía a otras.

También las interacciones suponen orden y estabilidad. El concepto de *estabilidad* alude a la posición de equilibrio en relación con un determinado marco de referencia y al retorno a dicha posición después de una perturbación externa. En muchos sistemas materiales (seres vivos, ecosistemas, sociedades humanas) la estabilidad se entiende como *equilibrio dinámico*: el sistema, en función de la interacción dinámica entre sus componentes y de todos con otros sistemas, crea y mantiene las condiciones apropiadas para su continuidad en el tiempo. Estos sistemas son estables mediante la renovación continua de sus componentes y el intercambio de materia y energía entre sus propios elementos y con otros sistemas. Maturana y Varela (1980), denominan a esa cualidad *autopoiesis*: el propio sistema crea las condiciones para su estabilidad, la dinámica de interacciones genera las condiciones que permiten la continuidad del sistema. Aquí aparece de nuevo la complementariedad, pues no hay una distinción neta entre productor y producto (el sistema se produce a sí mismo), ni entre estructura y función, en la medida en que la función es la propia estructura en proceso de cambio.

Pero, como puede suponerse, estos conceptos tienen poco que ver con la aproximación al cambio y al orden predominante en nuestra cultura. Efectivamente, nuestros alumnos y alumnas manifiestan una visión estática del mundo y una idea del orden muy rígida. Al respecto, Pozo (1996) señala la existencia de una tendencia, en el pensamiento cotidiano, a centrarse en las manifestaciones aparentes del proceso de cambio (los cambios más evidentes del objeto que se transforma) más que en los estados (lo que se conserva en el cambio). Este centramiento en las manifestaciones aparentes del cambio se puede encontrar en muy diversos dominios de conocimiento, desde la física -por ejemplo, no entender la electricidad como proceso (Criado, 1999)-, la química -fijación en los aspectos más conspicuos de las reacciones químicas (Martín del Pozo, 1994)-, la ecología -no comprensión de la sucesión ecológica (García Díaz y Rivero, 1996)- o las ciencias sociales -por ejemplo, problemas en la construcción del tiempo histórico-. En cuanto a la conservación, sólo en algunos casos, en los que las propiedades que se conservan son observables (por ejemplo, la masa de un trozo de plastilina al que vamos dando diferentes formas), se reconoce que algo se mantiene en el proceso. Pero si dichas propiedades no son observables (caso, por ejemplo, de la masa en una combustión o de la organización trófica de un ecosistema en una sucesión ecológica) no hay conservación. Es decir, la transformación sin conservación sería otra de las restricciones estructurales básicas, propias del conocimiento cotidiano, que dificulta la adquisición de conocimientos en diferentes dominios (Pozo, 1996). De igual manera, tal como indica el mismo Pozo (1996), el conocimiento cotidiano suele trabajar con cadenas de sucesos, con un principio y un fin, lo que dificulta sobremanera la adopción de una perspectiva de equilibrio dinámico. Si no se comprende que un sistema que cambia mantiene su organización (la organización del organismo vivo no desaparece en su desarrollo, la organización del ecosistema no desaparece en la sucesión ecológica, la organización social se mantienen en el cambio histórico) no se puede entender la idea de reorganización permanente de ese sistema.

6. Las nociones metadisciplinarias como principios didácticos que orientan la intervención educativa

En último término, las nociones metadisciplinarias sirven como principios que orientan la intervención, pues no sólo influyen en la formulación del conocimiento escolar sino también en la metodología o en la evaluación. Ya que hemos trabajado el ejemplo de la interacción, vamos a retomar ahora dicha noción desde una perspectiva distinta, como **idea orientadora de la intervención educativa**. En efecto, la noción de interacción no es sólo un concepto estructurante, o una categoría general que nos ayuda a entender las dificultades de aprendizaje de nuestros alumnos y alumnas, que aporta una visión sistémica del mundo a las personas que aprenden, que orienta el tratamiento educativo de interacciones concretas (sean físicoquímicas, biológicas o sociales), y que organiza el análisis de las explicaciones que alumnos y alumnas dan sobre su entorno, sino que también puede ser un *principio didáctico*, que nos sirve de marco de referencia para la intervención y que supone una cierta manera de entender la escuela y los procesos de enseñanza y aprendizaje. Este principio podría ser enunciado como **construir la interacción en la interacción**. En relación con él podemos considerar los siguientes aspectos, que simplemente esbozamos:

- El proceso de enseñanza-aprendizaje se puede entender como **un proceso interactivo, regulado por mecanismos de ajuste** (Cubero, 2000), lo que supone la superación de los planteamientos reduccionistas propios del paradigma proceso-producto, del tipo “a una determinada estrategia de enseñanza se corresponde un determinado rendimiento de los alumnos”. El ajuste no es otra cosa que una interacción: la construcción del conocimiento como

un proceso de cambio gradual y progresivo, que considera la evolución de las concepciones de los sujetos y que esté guiado por una cierta *hipótesis de progresión* (García Díaz, 1998).

- También está presente la interacción en la idea de integrar la escuela en su entorno, de forma que la **interacción con el medio** se plantea como un recurso didáctico fundamental. En el mismo sentido, la idea de interacción nos ayuda a construir una teoría sobre **la escuela y el aula como sistemas abiertos** que interaccionan con otros sistemas (García Díaz, 1988; Cañal, 1988; Porlán, 1993).

- La relevancia de la **interacción de los alumnos entre sí y con el profesor**, para la construcción conjunta del saber y más concretamente, el desarrollo de aquellas formas de interacción que posibilitan la construcción democrática y negociada del conocimiento. Asumir, por parte de todos, la interdependencia y la búsqueda de la complementariedad, implica una nueva manera de ver las cosas, una **visión relativizadora**, no reduccionista, del conocimiento, que supera la compartimentación y la disyunción del saber, pues *"subraya la incapacidad humana de agotar la realidad con una sola perspectiva, punto de vista, enfoque, óptica o abordaje, es decir, con un solo intento de captarla. La descripción más rica de cualquier entidad, sea física o humana, se lograría al integrar en un todo coherente y lógico los aportes de diferentes personas, filosofías, métodos y disciplinas"* (Martínez, 1993, pág. 131).

Desde los supuestos derivados del principio didáctico de interacción, consideramos como una forma muy adecuada de estructurar el proceso de construcción del conocimiento escolar en el aula **el trabajo en torno a problemas**. Concretamente, desde la perspectiva del proyecto IRES planteamos el trabajo con los alumnos y alumnas en torno a **problemas socioambientales**. En ese sentido, no sería la disciplina el objetivo último de la educación ni el referente exclusivo para la determinación del conocimiento escolar -como más arriba se planteó-, sino que la ciencia debería estar al servicio de lo social, de forma que en la escuela se trabajen problemas que se consideren relevantes para los ciudadanos, pero que, en cualquier caso, serían trabajados como **problemas escolares**, es decir con las características del conocimiento escolar y teniendo en cuenta su proceso de construcción.

Trabajando en torno a problemas sociales y ambientales relevantes se puede aproximar a los alumnos a realidades que son verdaderamente importantes para los ciudadanos de nuestro mundo, se les puede facilitar la comprensión y el análisis crítico y se les puede iniciar en el camino de la intervención ciudadana. Es fundamental, por tanto, seleccionar adecuadamente los problemas más relevantes desde el punto de vista educativo; o, más exactamente, definir *objetos de estudio* (es decir, tópicos, centros de interés...) que permitan trabajar esos problemas relevantes. Eso es tanto como decir: objetos de estudio que tengan mayor potencialidad para producir aprendizajes relevantes, que contribuyan a una formación del alumnado entendida como desarrollo humano y, por tanto, como desarrollo de la racionalidad, de la afectividad, de la sensibilidad ante los problemas de la humanidad, de la socialización crítica, de la implicación personal en los problemas (Merchán y García Pérez, 1997; García Díaz y Merchán, 1997).

Por lo demás, trabajar en torno a problemas es, sin duda, una estrategia que puede ser asumida como común por parte de las didácticas específicas, que deberían recoger la rica tradición de experimentación y de investigación existente a ese respecto, definiendo, asimismo, líneas de investigación futuras que rentabilicen el patrimonio epistemológico compartido al que nos hemos referido en este trabajo.

Referencias bibliográficas

- ASTOLFI, J.P. (en prensa). *El "error", un medio para enseñar*. Sevilla: Díada.
- CAÑAL, P. (1988). Un marco curricular en el modelo sistémico investigativo. En R. Porlán; J.E.

- García y P. Cañal (Comps.). *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla: Díada, págs. 137-156.
- CORREA, N.; CUBERO, R. y GARCÍA, J.E. (1994). Construcción y desarrollo de nociones sobre el medio ambiente. En M^a.J. Rodrigo (Ed.), *Contexto y desarrollo social*. Madrid: Síntesis.
- CUBERO, R. (2000). *Psicología de la Educación: Proyecto docente*. Universidad de Sevilla, facultad de Psicología. Mecanografiado.
- CRIADO, A. (1999). *Un estudio didáctico en torno a la enseñanza de aspectos básicos de la electrostática en la formación de maestros*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.
- GARCÍA DÍAZ, J.E. (1988). Fundamentos para la construcción de un modelo sistémico del aula. En R. Porlán, J.E. García y P. Cañal (Comps.), *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla: Díada, págs. 41-74.
- GARCÍA DÍAZ, J.E. (1995). La transición desde un pensamiento simple hacia un pensamiento complejo en la construcción del conocimiento escolar. *Investigación en la Escuela*, 27, 7-20.
- GARCÍA DÍAZ, J.E. (1997). La formulación de hipótesis de progresión para la construcción del conocimiento escolar: una propuesta de secuenciación en la enseñanza de la ecología. *Alambique*, 14, 37-48.
- GARCÍA DÍAZ, J.E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Díada.
- GARCÍA DÍAZ, J.E. (en prensa). De los problemas científicos a los problemas socioambientales (y vuelta). *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*.
- GARCÍA DÍAZ, J.E. y GARCÍA PÉREZ, F.F. (en prensa). Lo común en lo diverso: la construcción de un conocimiento escolar descontextualizado y general. Comunicación al *III Seminario sobre Constructivismo y Educación* (Sevilla, 20-22 de noviembre de 1997).
- GARCÍA DÍAZ, J.E.; MARTÍN, J. y RIVERO, A. (1996). El currículum integrado: desde un pensamiento simple hacia uno complejo. *Aula de Innovación Educativa*, 51, 13-18.
- GARCÍA DÍAZ, J.E. y MERCHÁN, F.J. (1997). El debate de la interdisciplinariedad en la E.S.O.: el referente metadisciplinar en la determinación del conocimiento escolar. *Investigación en la Escuela*, 32, 5-26.
- GARCÍA DÍAZ, J.E. y RIVERO, A. (1996). La transición desde un pensamiento simple hacia otro complejo en el caso de la construcción de nociones ecológicas. *Investigación en la Escuela*, 28, 37-58.
- GARCÍA PÉREZ, F.F. (1999). *El medio urbano en la educación secundaria obligatoria. Las ideas de los alumnos y sus implicaciones curriculares*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.
- GARCÍA PÉREZ, F.F. y PORLÁN, R. (2000). El Proyecto IRES (Investigación y Renovación Escolar). *Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales* [Revista electrónica de la Universidad de Barcelona. ISSN 1138-9796], nº 205 (16 de febrero de 2000).
- GRUPO INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA (1991). *Proyecto Curricular "Investigación y Renovación Escolar" (IRES). (Versión provisional)*. "Presentación" y cuatro cuadernos. Sevilla: Díada.
- MARTÍN DEL POZO, R. (1994). *El conocimiento del cambio químico en la formación inicial del profesorado. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de los estudiantes de Magisterio*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.
- MARTÍNEZ, M. (1993). *El paradigma emergente: hacia una nueva teoría de la racionalidad científica*. Barcelona: Gedisa.

- MATURANA, H.R. y VARELA, F.J. (1980). *Autopoiesis and cognition. The realization of the living*. Boston: D. Reidel Publishing Company.
- MERCHÁN, F.J. y GARCÍA PÉREZ, F.F. (1997). El tratamiento de problemas de nuestro mundo en la enseñanza obligatoria. *Aula de Innovación Educativa*, 61, 9-12.
- MORIN, E. (1977), *La méthode. I: La nature de la nature*. Paris: Editions du Seuil. (Trad. cast. *El Método I: La Naturaleza de la Naturaleza*. Madrid: Cátedra, 1986).
- MORIN, E. (1980), *La méthode. II: La vie de la vie*. Paris: Editions du Seuil. (Trad. cast. *El Método II: La Vida de la Vida*. Madrid: Cátedra, 1987).
- PÉREZ GÓMEZ, A.I. (1998). *La cultura escolar en la sociedad neoliberal*. Madrid: Morata.
- PORLÁN, R. (1993). *Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Díada.
- POZO, J. I. (1996). *Aprendices y maestros. La nueva cultura del aprendizaje*. Madrid: Alianza.
- RIVERO, A. (1996). *La formación permanente del profesorado de Ciencias de la E.S.O.: un estudio de caso*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales..
- ROZADA, J.M^a. (1997). Los profesores, en la encrucijada por donde pasan no sólo (aunque también) las disciplinas. *Investigación en la Escuela*, 32, 87-96.
- TRAVÉ, G. (1999). *La Economía y su didáctica en la educación obligatoria*. Sevilla: Díada.