

**Organización
de Estados
Iberoamericanos**

Para la Educación,
la Ciencia
y la Cultura

BIBLIOTECA VIRTUAL DE LA OEI
**Un Currículo Científico para Estudiantes de 11 a 14
años**

Juana Niedo - Beatriz Macedo

CAPÍTULO III

Las fuentes del currículo

En este capítulo se destaca la importancia de tener en cuenta las aportaciones de las fuentes psicopedagógica, epistemológica y social, a la hora de diseñar un currículo científico para alumnos de 11 a 14 años. A través del análisis de todas ellas se enfatiza la necesidad de no menospreciar ninguna, a la vez que se observa una clara confluencia entre las sugerencias que se derivan de su estudio y la intersección existente entre sus aportaciones.

La fuente psicopedagógica suministra informaciones sobre la manera en que los alumnos construyen los conocimientos científicos. Los datos se han ido conformando a partir de la psicología cognitiva y la didáctica de las ciencias, aunque no se puede olvidar que las fuentes epistemológica y social también colaboran a la comprensión de la génesis del aprendizaje.

Se describen someramente las principales teorías sobre el aprendizaje: conductista, de Piaget, de Vigotsky, de Ausubel, y se hace especial hincapié en el análisis de las concepciones alternativas y en la evolución del modelo constructivista. Se tienen en cuenta las relaciones entre los factores cognitivos y afectivos y se realiza una breve reflexión sobre la incidencia en el aprendizaje de los procesos metacognitivos. Por último, se resumen las principales aportaciones desde esta fuente para la toma de decisiones curriculares.

En la fuente epistemológica se busca conocer la concepción de ciencia que

debe estar presente en los currículos científicos que se diseñen para estas edades. Para ello se indaga en las diferentes concepciones de la ciencia que parecen haber incidido más en la enseñanza. Se resumen las principales: acumulativa, empirista-inductivista, así como las aportaciones de Khun y Lakatos a las concepciones actuales. Se reflexiona sobre la diferencia entre la ciencia de los científicos y la que se presenta en las aulas y se finaliza con algunas sugerencias concretas que se deducen desde esta fuente para la elaboración del currículo científico.

La fuente social se considera de especial relevancia a la hora de decidir los objetivos de la enseñanza de la ciencia, así como la selección de contenidos y los enfoques metodológicos. Se parte de la necesidad de proponer currículos científicos en íntima relación con las necesidades sociales de los países para no provocar rupturas entre el mundo real y la escuela. Se destaca el enfoque actual en la enseñanza de las ciencias de las relaciones ciencia/técnica/sociedad y sobre todo su incidencia en la motivación de los alumnos para el aprendizaje científico.

III.1. La fuente psicopedagógica

La fuente psicopedagógica suministra información sobre cómo aprenden los alumnos, y, concretamente, cómo construyen los conocimientos científicos. Estos datos se han ido conformando a partir de la psicología cognitiva y, en los últimos años, de las investigaciones que se han realizado desde el campo de la didáctica de las ciencias. Sin embargo, es difícil separar las aportaciones de cada fuente curricular, ya que los estudios desde la epistemología de la ciencia han colaborado también a entender cómo se aprende ciencia a partir de las reflexiones sobre la construcción del saber científico. Además, se ha visto la gran incidencia que tiene en la motivación para el aprendizaje científico el hecho de relacionar la ciencia con las necesidades y problemas sociales.

Desde hace poco más de dos décadas se ha asistido al desarrollo de un nuevo cuerpo de conocimientos desde la didáctica de las ciencias, que ha supuesto un avance importantísimo en la comprensión de las dificultades que presentan los alumnos para entender los conocimientos científicos, y, sobre todo, se han abierto nuevas perspectivas de investigación en la búsqueda de estrategias didácticas coherentes con los nuevos modelos de aprendizaje propuestos.

La preocupación por conocer cómo se adquieren las ideas sobre el funcionamiento de la naturaleza ha sido objetivo de la investigación desde hace mucho tiempo. Se presenta, a continuación, una somera revisión de las aportaciones más significativas, haciendo especial hincapié en las de los últimos veinte años.

La concepción conductista o behaviorista

Ha dominado gran parte de la mitad del siglo. Las investigaciones sobre el comportamiento animal hicieron pensar que el aprendizaje era una respuesta que se producía ante un determinado estímulo. La repetición era la garantía para aprender y siempre se podía obtener más rendimiento si se suministraban los refuerzos oportunos.

Esta concepción del aprendizaje, asociada al esquema estímulo-respuesta, era coherente con las concepciones epistemológicas empiristas-conductistas sobre la naturaleza del conocimiento y la investigación, que ya había defendido Bacon en el siglo XVII y Pearson a finales del XIX. Para ellos la verdad está en la naturaleza y solo hay que descubrirla mediante una observación y experimentación cuidadosa, poniendo gran énfasis en la importancia de someter los datos a las pruebas o refutaciones.

Los años cuarenta fueron hegemónicos de esta concepción y debido a ello se eclipsaron otras tendencias que empezaban a surgir, para las que la comprensión humana se basaba en algo más que en la lógica del descubrimiento.

La aparición de la obra de Kuhn (1975) a principios de los años 60 y de Toulmin (1977) en el inicio de los años 70, sobre la importancia de los paradigmas en la investigación científica y el carácter evolutivo de los conceptos en la sociedad y el papel que desempeñan en la comprensión humana, se oponían definitivamente al punto de vista sostenido por los empiristas de la búsqueda humana de verdades absolutas. Además, las nuevas explicaciones estaban más próximas a la realidad del quehacer científico, que va construyendo conocimientos que no son definitivos y que continuamente se van reorganizando. El problema, por lo tanto, no consistía en ser más estricto en la búsqueda de pruebas o refutaciones, sino en tratar de buscar nuevas formas para favorecer los procesos creativos.

Según la concepción conductista del aprendizaje, se puede enseñar todo con unos programas organizados lógicamente desde la materia que se enseña. No existen consideraciones sobre la organización interna del conocimiento del que aprende, ni tampoco hay límites de edad. Las secuelas del conductismo, a pesar de las citadas objeciones desde la epistemología, tuvieron vigencia hasta la década de los setenta.

La teoría de Piaget

Las investigaciones del psicólogo y epistemólogo suizo Piaget (1969, 1970, 1971) constituyen una importante aportación para explicar cómo se produce el conocimiento en general y el científico en particular. Marcan el inicio de una concepción constructivista del aprendizaje que se entiende como un proceso de construcción interno, activo e individual. El desarrollo cognitivo supone la adquisición sucesiva de estructuras mentales cada vez más complejas; dichas estructuras se van adquiriendo evolutivamente en sucesivas fases o estadios, caracterizados cada uno por un determinado nivel de su desarrollo.

Según Piaget, entre los 7 y 11 años se consolidan estructuras cognitivas de pensamiento concreto, es decir, los alumnos interpretan la realidad estableciendo relaciones de comparación, seriación y clasificación. Precisan continuamente manipular la realidad y tienen dificultades para razonar de manera abstracta, pues están muy condicionados por los aspectos más observables y figurativos.

En la adolescencia, a partir de los 12 años, se empieza a razonar de manera más abstracta y se pueden utilizar representaciones de la realidad sin manipularla directamente. Comienza lo que el autor denomina pensamiento formal. Las habilidades intelectuales que caracterizan esta etapa están íntimamente relacionadas con los requerimientos que se exigen para el aprendizaje de las ciencias. Se es capaz de

comprobar hipótesis, controlar variables o utilizar el cálculo combinatorio. Esta consideración hizo pensar que el aprendizaje científico sólo era posible si los alumnos habían adquirido el nivel de desarrollo formal (Martín 1992, Carretero 1993). Para Piaget el mecanismo básico de adquisición de conocimientos consiste en un proceso en el que las nuevas informaciones se incorporan a los esquemas o estructuras preexistentes en la mente de las personas, que se modifican y reorganizan según un mecanismo de asimilación y acomodación facilitado por la actividad del alumno.

Aunque las implicaciones educativas del modelo piagetiano no son muy claras y el autor nunca las pretendió, parece evidente que, según su teoría, el desarrollo cognitivo del alumno en un momento determinado o a lo largo de un estadio condiciona en gran medida el tipo de tareas que puede resolver y, en definitiva, lo que es capaz de aprender. Se deduce que hay que adaptar los conocimientos que se pretende que aprenda el alumno a su estructura cognitiva.

Las ideas de Piaget tuvieron gran difusión y se concedió mucha importancia a los estadios, lo que llevó a pensar que el aprendizaje modificaba poco las estructuras cognitivas que lo caracterizaba. Por otra parte la figura del profesor aparecía desdibujada, al asumir un papel de espectador del desarrollo y facilitador de los procesos de descubrimiento del alumno.

Las descripciones piagetianas de las competencias intelectuales según los estadios del desarrollo fueron revisadas sucesivamente. Se comprobó que dichas etapas eran muy amplias y se encontraron grandes diferencias entre los alumnos de las mismas edades, por lo que se concluyó que no eran tan universales como se había interpretado. Además, se constató que las estructuras lógicas que los alumnos utilizan dependen de otras variables como el contexto de la tarea y los aprendizajes específicos que los estudiantes han adquirido anteriormente. Se pone por lo tanto en cuestión la existencia de esas grandes etapas piagetianas de límites precisos, seriadas y coherentes.

Las ideas piagetianas constituyen una teoría psicológica y epistemológica global que considera el aprendizaje como un proceso constructivo interno, personal y activo, que tiene en cuenta las estructuras mentales del que aprende. Aunque algunos aspectos han sido cuestionados, suponen un marco fundamental de referencia para las investigaciones posteriores; sobre todo, sus aportaciones pusieron en cuestión las ideas conductistas de que para aprender bastaba con presentar la información. Pusieron, además, el acento en la importancia para el aprendizaje científico de la utilización de los procedimientos del trabajo científico, aspecto que actualmente se ha revitalizado, desde una nueva óptica, a partir de las recientes investigaciones sobre la profundización de la concepción constructivista.

La teoría de Vigotsky

A la vez que se desarrollaban los estudios de Piaget se empezaron a conocer las investigaciones de la escuela rusa, sobre todo de Vigotsky (Rivière, 1985). Este autor estudió el impacto del medio y de las personas que rodean al niño en el proceso de aprendizaje y desarrolló la teoría del «origen social de la mente» (Wertsch, 1985).

El concepto básico aportado por Vigotsky es el de «zona de desarrollo próximo». Según el autor, cada alumno es capaz de aprender una serie de aspectos que tienen que ver con

su nivel de desarrollo, pero existen otros fuera de su alcance que pueden ser asimilados con la ayuda de un adulto o de iguales más aventajados. Este tramo entre lo que el alumno puede aprender por sí mismo y lo que puede aprender con ayuda es lo que denomina «zona de desarrollo próximo» (Martín, 1992).

Este concepto es de gran interés, ya que define una zona donde la acción del profesor es de especial incidencia. En este sentido la teoría de Vigotsky concede al docente un papel esencial al considerarle facilitador del desarrollo de estructuras mentales en el alumno para que sea capaz de construir aprendizajes más complejos.

La idea sobre la construcción de conocimientos evoluciona desde la concepción piagetiana de un proceso fundamentalmente individual con un papel más bien secundario del profesor, a una consideración de construcción social donde la interacción con los demás a través del lenguaje es muy importante. Por consiguiente, el profesor adquiere especial protagonismo, al ser un agente que facilita el andamiaje para la superación del propio desarrollo cognitivo personal.

Vigotsky propone también la idea de la doble formación (Martín 1992), al defender que toda función cognitiva aparece primero en el plano interpersonal y posteriormente se reconstruye en el plano intrapersonal. Es decir, se aprende en interacción con los demás y se produce el desarrollo cuando internamente se controla el proceso, integrando las nuevas competencias a la estructura cognitiva.

La gran diferencia entre las aportaciones de Piaget y las de Vigotsky consiste en el mayor énfasis que pone el segundo en la influencia del aprendizaje en el desarrollo. Para Vigotsky el aprendizaje contribuye al desarrollo, es decir, es capaz de tirar de él; esta consideración asigna al profesor y a la escuela un papel relevante, al conceder a la acción didáctica la posibilidad de influir en el mayor desarrollo cognitivo del alumno.

La interacción entre el alumno y los adultos se produce sobre todo a través del lenguaje. Verbalizar los pensamientos lleva a reorganizar las ideas y por lo tanto facilita el desarrollo. La importancia que el autor ruso concede a la interacción con adultos y entre iguales ha hecho que se desarrolle una interesante investigación sobre el aprendizaje cooperativo como estrategia de aprendizaje (Echeita y Martín, 1990), y sobre todo ha promovido la reflexión sobre la necesidad de propiciar interacciones en las aulas, más ricas, estimulantes y saludables. En este sentido, el modelo de profesor observador-interventor (Coll 1987), que crea situaciones de aprendizaje para facilitar la construcción de conocimientos, que propone actividades variadas y graduadas, que orienta y reconduce las tareas y que promueve una reflexión sobre lo aprendido y saca conclusiones para replantear el proceso, parece más eficaz que el mero transmisor de conocimientos o el simple observador del trabajo autónomo de los alumnos.

La teoría de Ausubel

La hegemonía de las teorías conductistas hasta bien entrada la mitad del siglo, dificultó el conocimiento de otras investigaciones que empezaron a surgir en los años 50 y 60. Novak trabajaba en 1955 sobre un modelo de desarrollo cibernético del aprendizaje que trataba de explicar cómo se producía el almacenamiento y procesamiento de la información en la mente del que aprende. Ausubel publica en 1963 su obra *Psicología*

del aprendizaje verbal significativo y sus ideas pronto fueron incorporadas por Novak a sus programas de investigación.

La teoría de Ausubel (1963) acuña el concepto de «aprendizaje significativo» para distinguirlo del repetitivo o memorístico y señala el papel que juegan los conocimientos previos del alumno en la adquisición de nuevas informaciones. La significatividad sólo es posible si se relacionan los nuevos conocimientos con los que ya posee el sujeto. La importancia de los conocimientos previos había sido ya anteriormente sugerida por Bartlett (1932) y Kelly (1955), pero adquiere mayor protagonismo al producirse gran coincidencia en las investigaciones durante los años 70 (Ausubel, 1963, Viennot, 1976, Novak, 1982).

Ausubel hace una fuerte crítica al aprendizaje por descubrimiento y a la enseñanza mecánica repetitiva tradicional, al indicar que resultan muy poco eficaces para el aprendizaje de las ciencias. Estima que aprender significa comprender y para ello es condición indispensable tener en cuenta lo que el alumno ya sabe sobre aquello que se le quiere enseñar. Propone la necesidad de diseñar para la acción docente lo que llama «organizadores previos», una especie de puentes cognitivos o anclajes, a partir de los cuales los alumnos puedan establecer relaciones significativas con los nuevos contenidos. Defiende un modelo didáctico de transmisión-recepción significativo, que supere las deficiencias del modelo tradicional, al tener en cuenta el punto de partida de los estudiantes y la estructura y jerarquía de los conceptos.

Coincide con Piaget en la necesidad de conocer los esquemas de los alumnos, pero no comparte con él la importancia de la actividad y la autonomía. Rechaza también las ideas sobre los estadios piagetianos ligados al desarrollo como limitantes del aprendizaje, y considera que lo que realmente lo condiciona es la cantidad y calidad de los conceptos relevantes y las estructuras proposicionales que posee el alumno.

Para Ausubel y Novak, lo fundamental, por lo tanto, es conocer las ideas previas de los alumnos. Consideran que para detectarlas las pruebas de lápiz y papel no son muy fiables y que son más adecuadas las entrevistas clínicas, aunque su uso en las aulas presenta dificultades. Proponen para ello la técnica de los mapas conceptuales (Moreira y Novak, 1988) que es capaz de detectar las relaciones que los alumnos establecen entre los conceptos. Por medio de la enseñanza se van produciendo variaciones en las estructuras conceptuales a través de dos procesos que denominan «diferenciación progresiva» y «reconciliación integradora».

La diferenciación progresiva significa que a lo largo del tiempo los conceptos van ampliando su significado así como su ámbito de aplicación. Con la reconciliación integradora se establecen progresivamente nuevas relaciones entre conjuntos de conceptos. Las personas expertas parecen caracterizarse por tener más conceptos integrados en sus estructuras y poseer mayor número de vínculos y jerarquías entre ellos.

Ausubel definió tres condiciones básicas para que se produzca el aprendizaje significativo:

- Que los materiales de enseñanza estén estructurados lógicamente con una jerarquía conceptual, situándose en la parte superior los más

- generales, inclusivos y poco diferenciados.
- Que se organice la enseñanza respetando la estructura psicológica del alumno, es decir, sus conocimientos previos y sus estilos de aprendizaje.
- Que los alumnos estén motivados para aprender.

La teoría ausubeliana aportó ideas muy importantes como la del aprendizaje significativo, el interés de las ideas previas y las críticas a los modelos inductivistas. Se ha cuestionado, sin embargo, el reduccionismo conceptual y sobre todo se ha abierto la polémica sobre el modelo didáctico que defiende de transmisión-recepción. Muchos investigadores cuestionan su pertinencia sobre todo en edades tempranas. Driver (1986) y Gil (1986) critican el modelo por considerar que no es capaz de resolver los problemas asociados a la persistencia de los errores conceptuales o concepciones alternativas. Éstas empezaron a investigarse con gran interés a partir de los años ochenta.

Las concepciones alternativas

La constatación de que, a pesar de las exposiciones claras y reiteradas sobre los conceptos y teorías científicas, existían y persistían errores conceptuales, ha producido una profunda insatisfacción en la enseñanza de las ciencias, que ha cuestionado el modelo de enseñanza tradicional de transmisión-recepción.

Desde finales de los años 70 se ha desarrollado una amplia investigación desde la didáctica de las ciencias y desde la psicología cognitiva sobre lo que se han llamado ideas previas, errores conceptuales o, últimamente, concepciones alternativas. Se pretende conocerlas en los diferentes campos científicos y sobre todo se buscan alternativas desde la didáctica de las ciencias, para su modificación o evolución hacia ideas más acordes con las científicas.

Se entiende por concepciones alternativas aquellas ideas distintas de las científicas, que se han detectado en los estudiantes y adultos, con las cuales se interpretan los fenómenos en la realidad cotidiana y que buscan más solucionar los problemas que la vida plantea que profundizar en su comprensión. Generalmente estas ideas se adquieren antes de la instrucción. Se han investigado en todos los campos científicos, aunque prioritariamente en la Física y sobre todo en la Mecánica.

Las características que presentan han sido ya ampliamente difundidas (Driver, 1986). Se sabe que tienen gran coherencia interna y son comunes a estudiantes de diversas edades, géneros y culturas próximas. Son persistentes y no se modifican fácilmente por los sistemas tradicionales. A veces se han encontrado similitudes con concepciones del pensamiento científico de épocas pasadas.

Estas ideas de los alumnos interaccionan de manera muy diversa con las que se les pretende enseñar, produciéndose readaptaciones de las existentes, asimilaciones diferentes e incluso coexistencia sin mezcla de ambas.

También desde la psicología cognitiva se ha profundizado en las concepciones alternativas y sus causas. Pozo (1991) cita algunas de ellas: predominio de lo

perceptivo, uso de un pensamiento causal simple y lineal, influencia de la cultura y la sociedad y efectos de la propia enseñanza. Distingue tres orígenes diferentes: *sensoriales* o espontáneas, *sociales* y *analógicas*.

Las de tipo *sensorial* o espontáneas responden a la necesidad de dar sentido a los sucesos cotidianos, a partir de los datos observados, utilizando reglas de inferencia causal. Serían el resultado del uso del pensamiento causal simple cotidiano o lo que Gil y Carrascosa (1985) denominan el uso de la metodología de la superficialidad. Se han detectado una serie de reglas a las que responde este tipo de pensamiento cotidiano, de las cuales Pozo (1991, 1994) destaca las siguientes:

- Se buscan causas cuando se producen cambios. Las situaciones estables no suelen explicarse. Esto supone tener dificultades con la comprensión de conceptos como equilibrio, conservación, reacciones químicas, calor o distintos tipos de interacciones.
- Las causas que se emiten son frecuentemente aquellas que son más accesibles, es decir, las que más fácilmente puede recuperar la mente, bien porque se han atribuido recientemente, se han considerado mayor número de veces o han sido constatadas por experiencias directamente vividas.
- Se suelen conexionar relaciones entre causa y efecto y entre la realidad y el modelo que la representa. Esto da lugar a atribuir causas simples a situaciones complejas o a explicar la realidad a partir de sus modelos o a asignar propiedades antropocéntricas a otros seres.
- Es corriente establecer entre las causas y los efectos correspondencias cuantitativas. Cuando el efecto es muy intenso se buscan causas múltiples que suelen considerarse por suma y no por interacción.
- Entre causas y efectos se tiende a considerar relaciones de contigüidad espacial y temporal. Se atribuyen causas muy próximas a los efectos, e incluso en contacto con ellos, y a menudo se supone que las causas están muy próximas en el tiempo. Estas apreciaciones limitan la búsqueda de causas y dificultan la comprensión de fenómenos históricos, geológicos o evolutivos.
- Frecuentemente se tiende a relacionar causalmente dos hechos que se dan juntos, cuando puede suceder que ambos dependan de otra causa. Por ejemplo, se dice que se está enfermo porque se tiene fiebre.
- En la vida cotidiana existen dificultades para la cuantificación, siendo necesario avanzar en la comprensión y el uso de la proporcionalidad, la probabilidad y la correlación.

Las concepciones *sociales* son inducidas por el medio sociocultural, fundamentalmente a través del lenguaje. Muchos conceptos científicos tienen en la vida real significados distintos a los científicos, lo que entraña dificultades para reorganizar en la mente nuevos significados. Se hace necesario utilizar como punto de partida los significados cotidianos de conceptos como calor, fuerza, trabajo, fruto, o flor, para posteriormente propiciar una evolución en la amplitud del significado y acercarlo más a la concepción científica.

Las concepciones *analógicas* son las que se promueven desde la instrucción, cuando los alumnos no tienen ideas sobre determinado campo científico porque resulta muy alejado de su realidad. En estos casos se proporcionan a los alumnos modelos y analogías próximas para que comprendan mejor. Estas estrategias provocan errores al no ser capaces los alumnos de superar los modelos. Así, por ejemplo, se piensa que la sangre venosa es azul y la arterial roja debido a los colores que se usan en los esquemas de los libros y en el aula, para explicar la circulación sanguínea.

Las investigaciones sobre las concepciones alternativas han dado lugar a otra visión del aprendizaje que ha dominado la enseñanza de las ciencias en las dos últimas décadas y que está siguiendo un interesante proceso evolutivo. Resnick (1983) la ha denominado visión constructivista, porque de esta forma se quería hacer especial hincapié en el papel del que aprende. Las características fundamentales de esta visión las resume Driver (1986) en las siguientes:

- Lo que hay en las personas que aprenden tiene importancia.
- Encontrar sentido a lo que se aprende supone establecer relaciones. Se recuerdan mejor los conocimientos muy estructurados e interrelacionados.
- El razonamiento está asociado a cuerpos particulares de conocimientos en relación con contextos determinados. No se aplican habilidades de razonamiento general. Los afectos influyen en los avances cognitivos.
- Quienes aprenden construyen activamente significados. Se interpreta la realidad con las estructuras conceptuales que se tienen, sometiéndolas a hipótesis y comprobaciones sensoriales. Si no se aprende se intentan nuevas construcciones o se abandona la interpretación de la situación por carente de sentido. A veces se producen reestructuraciones profundas de los conocimientos para dar sentido a las situaciones, pero este proceso de cambio de estructuras conceptuales es muy complejo.
- Los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje.

Esta nueva concepción del aprendizaje ha originado una amplia investigación didáctica que busca facilitar lo que se ha llamado el cambio conceptual. Los diferentes modelos didácticos para provocar cambios conceptuales han supuesto un gran avance en el campo de la didáctica de las ciencias. Todos tienen en común que toman como punto de referencia las ideas de los alumnos e intentan ponerlas en cuestión creando conflictos cognitivos, a fin de que se produzca insatisfacción y se puedan asimilar las nuevas ideas científicas.

Los modelos didácticos de cambio conceptual han resultado en algunos casos más eficaces que los de la enseñanza tradicional. Sin embargo se ha constatado que, a menudo, las concepciones alternativas reaparecen cuando ya se creían superadas y después de seguir secuencias de aprendizaje específicas. Estos hechos han provocado reflexiones sobre las limitaciones de las estrategias basadas en el cambio conceptual. Se critica el reduccionismo conceptual del modelo que no tiene en cuenta los procedimientos y las actitudes, y se ha empezado a considerar que la construcción de conocimientos científicos no solo precisa cambios conceptuales sino que son necesarios cambios metodológicos y epistemológicos (Gil y Carrascosa, 1985, Duschl y Gitomer, 1991).

Además, se ha superado la idea de propiciar cambios conceptuales parciales, ya que los alumnos no manejan solo conceptos diferentes a los científicos, sino que utilizan verdaderas teorías alternativas de gran utilidad en la vida cotidiana que es necesario abordar globalmente si se quiere sustituir o ampliar su visión. Para Pozo (1991), los cambios conceptuales están unidos a la superación del pensamiento causal cotidiano, lo que supone que los alumnos aborden los problemas con procedimientos científicos más rigurosos, que superen las limitaciones de los que se usan en la vida corriente. En este sentido parece existir una gran coincidencia entre los psicólogos cognitivos y las nuevas alternativas didácticas que condicionan el cambio conceptual a un cambio metodológico y actitudinal. Desde esta perspectiva, se propone abordar los problemas con las estrategias del trabajo científico para de esta manera poder superar la metodología de la superficialidad.

Actualmente se está revisando también la idea de la sustitución de las teorías personales por las científicas (Claxton, 1994, Caravita y Hallden, 1994, Pozo y Gómez Crespo, 1994) y se empieza a hablar de la necesidad de una coexistencia entre ambas. Se considera que los dos tipos de teorías suponen análisis distintos que los alumnos deben aprender a diferenciar en función del contexto, pero también a integrarlas en un todo explicativo, dado el mayor poder conceptual de las teorías científicas. Lo que realmente importa es que los alumnos sean conscientes de las diferencias entre ellas, así como de su distinta funcionalidad y pertinencia en cada situación. En este sentido, la transferencia de los conocimientos del aula a la vida normal solo sería útil cuando las situaciones escolares y cotidianas coincidieran en las metas.

Además, los modelos de cambio conceptual han sido criticados por no tener en cuenta suficientemente la concepción social del aprendizaje, así como los aspectos afectivos que parecen tener gran incidencia en la construcción de conocimientos. Cada vez se constata más que el desarrollo cognitivo no se produce al margen de las variables afectivas, sociales y motivacionales. Es preciso, por lo tanto, tener en cuenta las investigaciones que se han realizado en los últimos años sobre estas relaciones a fin de tenerlas presentes al diseñar las estrategias de enseñanza-aprendizaje.

La incidencia de los factores afectivos en el aprendizaje

Se sabe que los aspectos afectivos y relacionales influyen en gran medida en los aprendizajes que somos capaces de construir. Se desconocen los mecanismos de interacción entre lo afectivo y lo cognitivo, por lo que es difícil diseñar estrategias concretas que potencien el éxito escolar. Solé (1993), destaca tres tipos de factores de especial incidencia en el aprendizaje: la disposición de las personas hacia el aprendizaje, la motivación y las representaciones, expectativas y atribuciones de alumnos y profesores.

La disposición positiva hacia el aprendizaje ha sido ya comentada a propósito de los requerimientos para el aprendizaje significativo desde la teoría ausubeliana y desde la concepción constructivista. Se han definido dos tipos de disposición hacia el aprendizaje, denominados «enfoque superficial» y «enfoque profundo» (Marton, 1984, Entwistle, 1988). El superficial considera el aprendizaje como una obligación, una imposición que hay que solventar de manera rápida. Este enfoque favorece la tendencia a la memorización, no se produce el esfuerzo necesario para la reflexión y, por lo tanto, difícilmente se produce la transferencia de lo aprendido. El profundo se caracteriza por

un interés por comprender, por relacionar lo que se aprende con otros conocimientos, y por buscar situaciones para aplicar los nuevos aprendizajes.

Ambos enfoques parecen depender de determinadas variables: el interés por el contenido de aprendizaje, las características de la tarea y el tipo de evaluación. Además, se manifiestan con mayor o menor intensidad dependiendo del tipo de profesor y del contexto.

Se sabe que el interés por el contenido aumenta si se conoce su propósito y el interés práctico que proporciona. Las tareas que se proponen claramente, explicando lo que se pretende con ellas, los problemas a los que dan respuesta y cómo se enfoca su desarrollo son más motivadoras. El aprendizaje y la evaluación a base de situaciones problemáticas abiertas y contextualizadas, favorecen los enfoques profundos, mientras que si demandan respuestas memorísticas y cerradas, sin ubicación concreta, dan lugar a enfoques de tipo superficial. Es preciso, por lo tanto, potenciar disposiciones de enfoques profundos para el aprendizaje. Requieren esfuerzo por parte de los estudiantes, pero se facilitan con ayuda profesional y afectiva del profesor en un contexto interactivo saludable.

La motivación es otro de los factores que influye en el aprendizaje. Los alumnos pueden tener motivación intrínseca o extrínseca (Alonso Tapia, 1994). La primera depende de causas internas: obtención de placer por el aprendizaje y gusto por la tarea bien hecha. La segunda tiene que ver con causas externas: castigos, regalos, etc. Ambos tipos de motivación se van conformando a lo largo de las experiencias del aprendizaje personal en el contexto social. Éstas condicionan las representaciones personales sobre las capacidades propias, las de los iguales, las del profesor y las de los tipos de tareas. Asimismo las experiencias positivas ante el aprendizaje aumentan la autoestima y el buen autoconcepto, lo que a su vez determina la motivación intrínseca para seguir aprendiendo.

Se han establecido relaciones entre la motivación y la eficacia de los métodos de enseñanza. Todas las personas tienen un potencial motivador, pero presentan diferentes «estilos motivacionales». Estos se caracterizan por presentar distintos tipos de expectativas y ser más sensibles a determinadas clases de recompensas. Las modernas teorías sobre la motivación indican que, en general, las personas presentan tres tipos de necesidades: de poder, de afiliación y de logro. Parece que la motivación por el logro resulta más adecuada para persistir en el aprendizaje, aunque también repercute positivamente en él la necesidad de afiliación, es decir, el sentirse acogido dentro del grupo.

Los estilos motivacionales dependen de las atribuciones que se realicen de tipo causal sobre el éxito o el fracaso, las expectativas que se tengan y la intensidad de la recompensa que se espere obtener (Alonso Tapia y Montero, 1990). Los estilos motivacionales de tipo intrínseco son más adecuados para el aprendizaje. Pueden favorecerse ayudando a los alumnos a realizar atribuciones que basen el éxito en el esfuerzo; a desarrollar la autonomía y la autoestima; a valorar situaciones de logro no asociadas directamente a la evaluación; a proponerse metas intermedias ante las tareas y a reflexionar después del proceso de su ejecución.

Martín Díaz y Kempa (1991) proponen que se usen para el aprendizaje científico diferentes estrategias didácticas en función de las características motivacionales de los alumnos. Tienen en cuenta los cuatro modelos motivacionales de Adar (1969): los que buscan el éxito, los curiosos, los cumplidores y los sociables, y defienden que hay que buscar las estrategias más adecuadas para cada tipo.

La investigación sobre la motivación y su influencia en el aprendizaje aparece como una línea de trabajo de gran importancia para los próximos años. De momento, lo que parece evidente es que, ante el aumento de la diversidad del alumnado en capacidades e intereses, puede resultar más eficaz para el aprendizaje utilizar en el aula el mayor espectro de estrategias didácticas, a fin de motivar al mayor número de alumnos.

Las representaciones y las atribuciones de alumnos y profesores tienen también incidencia en el aprendizaje. Diversas investigaciones (Rosenthal y Jacobson, 1968, Spears, 1984), han demostrado que si se crean en los profesores expectativas falsas respecto a determinados alumnos, los profesores tienden a comportarse con arreglo a ellas. Se producen en unos casos progresos no esperados y en otros casos escasos avances, no coherentes con los puntos de partida reales de los alumnos. Estos datos indican en qué medida son importantes las expectativas del profesor sobre sus alumnos y las que logra despertar en ellos.

Las representaciones de los profesores sobre los alumnos, aunque son variadas, tienen aspectos comunes. Según Coll y Miras (1990), los profesores prefieren alumnos que respeten las normas, trabajadores, participativos y educados. El aspecto físico agradable también influye de manera positiva y se han detectado importantes estereotipos ligados al sexo en diferentes materias. En el caso de las ciencias (Spears, 1984), las investigaciones han demostrado que los estereotipos respecto al sexo son muy frecuentes, lo que lleva a atribuir peor capacidad para su estudio a las chicas que a los chicos.

Las expectativas que los profesores tienen sobre sus alumnos, junto con sus atribuciones respecto a las causas del éxito y fracaso de los estudiantes, tienen influencias en el rendimiento, aunque aparecerán matizadas por el propio autoconcepto de los alumnos y las atribuciones que a su vez ellos realicen. Las variables atribucionales de los profesores son tan importantes que se ha observado que inciden en las diferentes ayudas educativas que suministran a sus alumnos. Las investigaciones de Allington (1980) han demostrado la tendencia a dar ayudas más eficaces, basadas en la enseñanza de estrategias para solucionar errores a los sujetos que se consideran buenos y se equivocan, mientras que a los que se supone que son poco recuperables, simplemente se les corrige el error y se les proponen actividades repetitivas y de poco interés.

Desde el alumno es importante considerar las variables que dependen de su autoconcepto y de las atribuciones que realizan de su propio éxito o fracaso. Si se atribuyen los resultados del aprendizaje a causas internas y controlables como el esfuerzo, es más fácil superar el fracaso. En cambio, si se estima que dependen de causas externas incontrolables como el afecto del profesor, la dificultad de la tarea o la suerte, el fracaso reiterado producirá una pérdida de la autoestima.

Para que los alumnos tengan éxito en las tareas deben atribuirles el mayor sentido. Para ello debe explicarse su finalidad, el interés que tiene para su vida, con qué otras se

relaciona, a qué proyecto responde. Deben percibir que es posible realizarlas aunque con esfuerzo, y deben sentir que se les proporciona la ayuda necesaria, que se cree en sus posibilidades, que se les ayuda a potenciar su autonomía y su autoestima, que se les valora el esfuerzo y que se les anima a seguir aprendiendo. Los profesores tienen que ser conscientes de todas las interacciones que se producen y deben procurar crear un clima presidido por el afecto.

La metacognición

Hasta ahora se ha visto que la comprensión de los conocimientos científicos depende de los problemas cognitivos relacionados con los esquemas del alumno y de los aspectos afectivos y relacionales. Sin embargo, existe otro tipo de problemas llamados metacognitivos, que tienen que ver con el conocimiento sobre la propia capacidad de conocer y la capacidad de controlar y regular el proceso de aprendizaje personal.

Otero (1990) destaca la importancia que tiene en la comprensión de la ciencia el poseer estrategias que permitan restablecer dicha comprensión cuando se presentan dificultades. Por lo tanto, existen problemas metacognitivos cuando los alumnos no se dan cuenta de que no comprenden y cuando no poseen estrategias adecuadas para solucionar el problema.

La metacognición, cuyos estudios comenzó Flavell (1978), tiene como objeto el estudio del conocimiento de las distintas operaciones mentales y saber cómo, cuándo y para qué se deben usar (Burón, 1993). Las más estudiadas son la meta-atención, la meta-memoria, la meta-lectura, la meta-escritura y la meta-comprensión. Se trata de conocer los procesos mentales que realizan los estudiantes cuando se enfrentan a las tareas de aprendizaje. En este sentido, se han estudiado especialmente las estrategias que realizan los alumnos más eficaces cuando comprenden o resuelven problemas, a fin de poder enseñarlas a los menos eficaces y corregir así las estrategias deficientes.

Los estudios metacognitivos han propiciado el desarrollo de técnicas de instrucción denominadas «estrategias de aprendizaje». Así, por ejemplo, se observa que ciertos alumnos tienen automatizadas estrategias como la de releer cuando no comprenden o la de deducir el significado de una palabra desconocida por el contexto, o la de realizar una representación de un problema mediante un esquema para tratar de comprender su significado. Tales estrategias pueden ser enseñadas a los alumnos con dificultades de comprensión.

Desde la enseñanza de las ciencias se ha desarrollado un especial interés por las estrategias de razonamiento y la resolución de problemas. Las investigaciones realizadas con expertos y novatos parecen indicar que no existen procedimientos generales que se puedan enseñar para aplicar a todos los tipos de problemas. Las estrategias son, por lo tanto, específicas para los problemas de cada conocimiento específico, ya que como se ha visto anteriormente dependen de los conocimientos previos, el contenido de la tarea, la estructura que presente y las instrucciones que se den.

Pozo y Gómez Crespo (1994) resumen algunas estrategias metacognitivas para la enseñanza y el aprendizaje de la resolución de problemas en ciencias en tres grandes tipos: a) estrategias para la definición del problema y formulación de hipótesis; b)

estrategias para la solución de problemas, y c) estrategias para la reflexión, evaluación de los resultados y toma de decisiones.

Las estrategias para la definición del problema y la formulación de hipótesis tienen como objetivo, en primer lugar, enseñar a los alumnos a comprender el problema, concretarlo y delimitarlo y, posteriormente, sugerir explicaciones fundamentadas. Es preciso promover la activación de sus ideas a través de situaciones similares de la vida cotidiana a fin de que expresen lo que entienden con su propio lenguaje, favoreciendo que realicen representaciones con dibujos, esquemas, comentarios o interrogantes. Comprender el problema supone concretarlo sin cerrarlo, establecer la meta que se propone y determinar posibles variables que inciden en él. Conviene animar a los alumnos a que busquen explicaciones fundamentadas que tengan en cuenta los factores de los que dependen, tratando de que superen las tendencias a las explicaciones superficiales propias del pensamiento cotidiano.

Las estrategias para la solución de problemas son variadas según el tipo de problema. Cuando son cuantitativos es preciso superar la tendencia común a encontrar lo más pronto posible un dato, que a menudo no se sabe interpretar y del que se pueden obtener conclusiones absurdas. Es preciso ayudar a los alumnos a diferenciar el problema científico del matemático, haciendo especial hincapié en la reflexión cualitativa, retrasando lo más posible su cuantificación. Los problemas cualitativos suelen tener dificultades de comprensión conceptual, por lo que es preciso establecer relaciones significativas con los conocimientos previos.

Las pequeñas investigaciones demandan el control de variables, el diseño de experiencias para poner a prueba algunas explicaciones, la recogida sistemática y ordenada de datos, la elaboración y presentación de conclusiones. El conocimiento de diversas técnicas de observación, medida o presentación de conclusiones no asegura la capacidad de utilizar la estrategia adecuada, pero puede colaborar a hacerla mucho más eficaz.

La reflexión sobre el proceso de aprendizaje y la evaluación de resultados supone hacer conscientes los procesos mentales que se han utilizado, así como el uso de los conocimientos que se han movilizado y la evolución que han seguido a través del proceso de aprendizaje. Ello permite, en interacción con el profesor y los iguales, destacar aquellas estrategias que resultaron más adecuadas. La reflexión metacognitiva continua sobre las estrategias que se van usando ante la resolución de un problema parece ser un proceso imprescindible para adquirir habilidades mentales duraderas, que pueden transferirse a la solución de nuevos interrogantes.

Implicaciones de la fuente psicopedagógica en el diseño de un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años

Teniendo en cuenta las aportaciones descritas sobre cómo se produce el aprendizaje científico, se pueden resaltar aquellas implicaciones que es conveniente tener en cuenta al diseñar un currículo para alumnos de 11 a 14 años. Según nuestra opinión, para que dicho diseño sea coherente con la investigación psicopedagógica, deben tenerse presentes los siguientes aspectos:

- Considerar que estos alumnos, de manera general, presentan

dificultades para la abstracción, la comprensión de modelos, la cuantificación y la superación de un pensamiento causal simple y lineal.

- Seleccionar un número limitado de conceptos, jerarquizando su dificultad.
- Organizar los contenidos alrededor de problemas concretos próximos al alumno y de especial relevancia para su vida personal y comunitaria, para que la transferencia de lo aprendido a la vida real sea más fácil.
- Tener en cuenta sus concepciones alternativas, haciendo especial hincapié en que detecten las diferencias que existen con las científicas en cuanto a sus metas y la pertinencia de usar unas u otras según el objetivo que se persiga.
- Proponer metodologías de investigación de los problemas, donde se adquieran procedimientos y actitudes más científicas, que supongan formas más rigurosas de interpretar los fenómenos que las que se usan en el pensamiento cotidiano.
- Proponer actividades concretas y variadas para abordar los problemas, que tengan en cuenta los diferentes estilos cognitivos, especificando claramente las tareas, lo que persiguen, lo que se puede aprender con ellas y la funcionalidad que tienen.
- Provocar en los alumnos continuas reflexiones sobre su forma de abordar las tareas y la evolución de sus concepciones, para que sean conscientes de ellas y sean más capaces de extrapolarlas a situaciones nuevas.
- Promover interacciones continuas entre los alumnos y el profesor y con los iguales a través del trabajo cooperativo, a fin de hacer más efectiva la acción didáctica en la zona de desarrollo próximo.
- Crear un ambiente saludable para el aprendizaje, que facilite la motivación intrínseca, los enfoques profundos, la autonomía y la autoestima así como las atribuciones positivas de alumnos y profesores.

III.2. La fuente epistemológica

La fuente epistemológica es la que emana de las disciplinas y contribuye a la búsqueda de su estructura interna, su constructo y su concepción (Coll, 1987).

Por otra parte, la concepción de cómo se genera el conocimiento científico, a través de diferentes épocas, ha tenido generalmente una correspondencia con una determinada manera de entender cómo aprenden las personas; de la consideración de ambas variables se han deducido unas estrategias o modos de enseñar (Gil, 1983). A la luz de estas relaciones se han analizado diversos modelos de enseñanza-aprendizaje que el profesorado sigue en el aula, de cuyas bases epistemológicas y psicológicas no siempre es consciente.

La ciencia se puede presentar a los estudiantes como un conjunto de contenidos cerrados o definitivos o puede transmitirse como una materia en continuo proceso de elaboración, que se genera en la medida que trata de dar respuesta a los problemas científicos que la humanidad sucesivamente se plantea.

Se puede concebir la ciencia como una materia de conocimiento acumulativo que crece de manera «vertical», donde cada científico agrega un piso más a los ya consolidados, o puede entenderse como un crecimiento basado en sucesivas rectificaciones, resultado de la superación de múltiples obstáculos y de rupturas paradigmáticas.

Puede darse la idea de que el conocimiento científico es una construcción personal, producto del seguimiento de unas reglas perfectamente ordenadas que configuran un llamado método científico, o propiciar la comprensión de la ciencia como una construcción social e histórica, condicionada por el pensamiento dominante de la época, que a menudo se ha generado de manera diversa, sin responder a unas pautas fijas de un supuesto método universal.

Además, puede comunicarse a los estudiantes que la ciencia procura verdades objetivas, indiscutibles, neutras, o bien que en sus aportaciones influye en gran medida el contexto social y particular, por lo que contendrá abundantes componentes subjetivos, interesados y, por lo tanto, no siempre neutros. Podrá transmitirse, en definitiva, como un conjunto de conocimientos al margen de los sistemas de valores, o claramente involucrada y contaminada por ellos.

Existe una relación entre la imagen de la ciencia que se ha proporcionando a través de su enseñanza, y la concepción filosófica que se ha ido sustentando en distintas épocas sobre qué es y cómo se genera el conocimiento científico, aunque ambos aspectos, educativo y epistemológico, no siempre coincidan en el tiempo. Se describen sucintamente, a continuación, algunas de las concepciones sobre la ciencia que han tenido mayor incidencia en los aspectos educativos.

La ciencia acumulativa

A finales del siglo XIX los científicos confiaban en que las grandes verdades de la ciencia ya habían sido reveladas, y en muy poco tiempo se completarían. Esta concepción de la ciencia, entendida como un cuerpo de conocimientos acabado, se corresponde con un diseño curricular científico basado exclusivamente en una secuencia de contenidos conceptuales definitivos, de verdades incuestionables, organizados según la lógica de la materia, y transmitidos por un docente dueño absoluto del saber, cuya autoridad es indiscutible.

Esta visión permanece prácticamente constante hasta los años 50 y sus repercusiones en la enseñanza siguen aún vigentes.

El empirismo inductivista

A partir de los años 50, se inicia una etapa en la que la enseñanza de las ciencias se concibe como un aprendizaje de las formas de trabajar de los científicos. Se toma como base de su enseñanza el conocimiento y práctica de los métodos científicos. Los contenidos conceptuales, protagonistas indiscutibles de la etapa anterior, pasan a un segundo plano y son sustituidos en importancia por los procesos. Millar y Driver (1987) resumen los supuestos que subyacen en esta nueva tendencia en los siguientes:

- Los procesos de la ciencia son identificables y caracterizan la forma de trabajar de los científicos.

- Los procesos son independientes de los contenidos.
- El conocimiento científico se obtiene inductivamente a partir de las experiencias en las que los procesos juegan un papel central.

El resultado es la aparición del «aprendizaje por descubrimiento», que supone redescubrir lo ya descubierto.

La concepción epistemológica empírico-inductivista sustenta estos nuevos supuestos de la enseñanza de la ciencia. El empirismo o inductivismo supone que la experiencia es la fuente fundamental del conocimiento científico y que toda experiencia debe comenzar con la observación. Chalmers (1982), cita algunos de los puntos básicos de esta concepción: la ciencia se basa en lo que se puede ver, oír y tocar; las imaginaciones especulativas no tienen cabida en la ciencia; el conocimiento científico es conocimiento fiable porque es conocimiento objetivamente probado.

Estas opiniones fueron populares en el siglo XVII, como consecuencia de la revolución científica. F. Bacon resume esta concepción al defender que si se quiere entender la naturaleza hay que consultar a la naturaleza y que la experiencia es la fuente del conocimiento.

Chalmers (1982) llama *inductivistas ingenuos* a los partidarios de esta concepción, que suponen que la ciencia comienza con la observación y se va construyendo mediante la inducción, proporcionando una base segura a partir de la cual se deriva el conocimiento. Pero las investigaciones sobre la observación realizadas con personas de diferentes culturas, diferentes puntos de vista o de formación, aportaron datos que indicaron claramente que la observación no es un hecho puro y que el punto de vista personal y las experiencias previas condicionan en gran medida lo que se ve. Dicho en palabras de Chalmers: la observación depende de la teoría. La ciencia, pues, no comienza con la observación como sostienen los inductivistas, porque siempre es precedida por una teoría y, además, las observaciones no constituyen siempre una base firme en la que descansa el conocimiento científico, porque son falibles. Esto no quiere decir, según Chalmers, que no sea importante hacer observaciones, sino que lo que resulta incorrecto es el exagerado papel que los inductivistas les atribuyen en la formación del conocimiento científico.

Por otra parte, han surgido abundantes críticas a la existencia en sí misma del llamado método científico, como conjunto de reglas perfectamente definidas y seriadas que, si se siguen de forma mecánica, conducen al conocimiento (Popper, 1962, Piaget, 1969, Bunge, 1972, Hempel, 1976). Para Chalmers (1982), no hay una concepción intemporal y universal de la ciencia o del método científico.

Feyerabend (1987), afirma que ninguna de las metodologías de la ciencia propuestas hasta el momento ha tenido éxito. Defiende que no hay reglas para lo que se debe hacer y, en este sentido, es firme partidario de que «todo vale».

Además, existe un rechazo generalizado a lo que Piaget (1971) denomina «el mito del origen sensorial de los conocimientos científicos», es decir, el rechazo al empirismo que concibe los conocimientos como resultado de la inferencia inductiva a partir de datos puros (citado por Gil, 1983).

La concepción inductivista de la ciencia supone, pues, que su objetivo primario es la observación desapasionada de la naturaleza, y parte de la consideración de que todas las personas ven los mismos hechos cuando observan una realidad, y que ni la experiencia personal, ni los marcos de referencia, ni el desarrollo conceptual anterior, ni las respuestas emocionales a un fenómeno, deberían influir en lo que el observador «científico» ve (Novak, 1982).

El falsacionismo de Popper

Siguiendo la tradición baconiana, Popper publicó *La lógica del descubrimiento científico* (1934, ed. española 1962) en la que analiza los métodos a través de los cuales avanza la ciencia mediante la falsación de hipótesis insostenibles. Sin embargo, su afirmación de que una teoría puede considerarse como verdadera hasta que se false, seguía apoyándose en una concepción de la ciencia como búsqueda de la «verdad» más que como un medio de desarrollar modelos conceptuales funcionales, a sabiendas de que con el tiempo se habrían de modificar o descartar. La obra de Popper reconoció el carácter evolutivo del conocimiento científico, aunque su atención se centró en la metodología de la ciencia y no en las teorías o sistemas conceptuales científicos que cambian con el tiempo. De este modo su obra representa una transición entre las concepciones empiristas inductivistas baconianas y otras más actuales a juicio de Novak (1982).

A pesar de que las críticas a esta concepción inductivista fueron abundantes y definitivas, sus repercusiones en la enseñanza de la ciencia en las aulas estuvieron presentes hasta los años 70 y 80 y aún siguen presentes en gran medida. Supusieron, en algunos casos, un intento de renovación de la enseñanza tradicional basada exclusivamente en la transmisión de los contenidos conceptuales. Esta concepción tuvo, además, la virtualidad de interesarse por el trabajo de los alumnos e introducir en las aulas la importancia de los métodos. Sin embargo, el menosprecio que, en muchos casos, se hizo del estudio de los conceptos, defendiendo que los procesos del método científico eran totalmente independientes del contenido sobre el que se aplicasen, hizo bascular la balanza hacia el otro extremo.

Los paradigmas de Kuhn

Hacia 1950 surge otra concepción de la ciencia que se centra en la historia de los descubrimientos científicos más que en el análisis de los métodos (Conant, 1947). Un alumno de Conant, T. Kuhn, en su libro *La estructura de las revoluciones científicas* (1975), señala que la ciencia se caracteriza más por los paradigmas que emplean los científicos que por los métodos de investigación.

Se entiende por paradigma un esquema conceptual, un supuesto teórico general, con sus leyes y técnicas para su aplicación, predominante en un determinado momento histórico, a través del cual los científicos de una disciplina determinada observan los problemas de ese campo.

La historia de la ciencia indica que a lo largo del tiempo los paradigmas utilizados por los científicos han cambiado. Kuhn distingue dos tipos de ciencia: la ordinaria, que es una actividad de resolver problemas, realizada por la mayoría de los científicos en el seno del paradigma dominante, y la extraordinaria o revolucionaria, reservada a unos

pocos científicos que son capaces de crear un nuevo paradigma, con mayor poder explicativo, a partir del cual se pueden abordar nuevos problemas, imposibles de considerar desde el esquema conceptual anterior. El paradigma emergente guía la nueva actividad científica, hasta que choca con nuevos problemas y otra vez se produce la crisis que culminará con la aparición de otro nuevo y el abandono paulatino del antiguo.