

LAS ACTITUDES EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS:
UN PANORAMA COMPLEJO

TOMAS ESCUDERO ESCORZA (*)

1. INTRODUCCION

Con la llegada del movimiento de renovación curricular en los sesenta, el desarrollo de las actitudes hacia la ciencia recibió un considerable empuje, a juzgar por el aumento de trabajos de investigación y el énfasis que los nuevos programas curriculares daban a los objetivos del dominio afectivo. Sin embargo, estos hechos fueron una confirmación más que una novedad, porque «desde hace más de 60 años, los educadores en ciencias han incluido el desarrollo de la actitud científica entre los objetivos generales de la educación científica» (Gauld, 1982, página 109).

Por otra parte, este evidente interés de los investigadores y de los diseñadores curriculares no siempre se ha reflejado en la planificación de las actividades didácticas; el profesorado vive en la práctica mucho más alejado del dominio afectivo en la enseñanza de las ciencias que de la comprensión de conceptos y procesos y del desarrollo de destrezas en el dominio cognoscitivo. Las razones de este alejamiento no radican en buena medida en los profesores porque son muchos los problemas todavía existentes para el tratamiento de las actitudes en la práctica escolar.

Uno de los más importantes trabajos publicados sobre el dominio afectivo en relación con la enseñanza de las ciencias (Klopfer, 1976) comienza diciendo que: «Es fácil afirmar que el dominio afectivo es importante en la enseñanza de las ciencias. No es tan fácil decir qué significa tal afirmación. Buena parte de esta dificultad procede del hecho de que habitualmente no está claro qué conductas deberíamos buscar en los estudiantes cuando nos interesamos por sus sentimientos, apreciaciones, actitudes y valores. Rodeando esta dificultad está la general incertidumbre acerca de la definición o especificación del fenómeno relativo a la enseñanza de las ciencias por el que nosotros esperamos que los estudiantes exhiban sentimientos y actitudes.»

Kozlow y Nay (1976) también señalan que esta falta de consideración práctica de los objetivos afectivos puede estar causada por un sentimiento generali-

(*) ICE - Universidad de Zaragoza.

zado entre la gente y los profesores de que el tratar de desarrollar actitudes y valores concretos en los estudiantes es algo parecido al «adocctrinamiento y al lavado de cerebro». Otras causas que señalan estos autores son las deficiencias metodológicas y de materiales para tratar con el dominio afectivo, así como la carencia de buenos instrumentos y técnicas para su evaluación.

Efectivamente, existen algunas razones sólidas para exculpar parcialmente al profesorado por su escaso acercamiento práctico al dominio afectivo, pero es evidente que la enseñanza de las ciencias debe atender más el terreno de las actitudes, de los intereses y de los valores, porque a nadie se le escapa la cada vez mayor incidencia de la ciencia en la sociedad moderna y la necesidad de formar ciudadanos científicamente cultos en todos los dominios de la educación. A pesar de todos los problemas, dificultades, imprecisiones y discrepancias existentes todavía, no es difícil estar de acuerdo con Hasan (1985, página 3) cuando dice que «es bastante razonable afirmar que el desarrollo de las actitudes es considerado hoy un objetivo básico para la enseñanza de las ciencias, no menos importante que los objetivos cognoscitivos».

En el presente artículo pretendemos llevar a cabo un recorrido descriptivo y crítico sobre el campo de las actitudes en la enseñanza de las ciencias, ciñéndonos a sus límites y más concretamente a los tópicos que consideramos de mayor relevancia e incidencia en el terreno propiamente didáctico. Nos estamos refiriendo a aspectos como objetivos, instrumentos de medición, relaciones e interacciones, actitudes del profesorado, etcétera.

En los últimos dos o tres lustros los avances teóricos y de la investigación empírica han sido evidentes y posiblemente más importantes de lo que invita a pensar el desorden de enfoques, temas y técnicas todavía existente, pero los problemas por resolver siguen siendo fundamentales.

Como macro-problemas que desbordan el enfoque y los límites de este trabajo están los relativos a la definición de actitudes en general, a las escalas de medición, etcétera, pero además existen problemas específicos del área de las ciencias de tipo conceptual, instrumental y de estrategia didáctica.

En conjunto, el panorama alrededor de este apasionante y trascendental tema es verdaderamente complejo, ligeramente caótico y algo frustrante para el educador que pretenda encontrar grandes y generales soluciones a muchos de sus problemas en este terreno. Sin embargo, podemos aislar algunos resultados relevantes, contamos con una más que notable base instrumental y ya podemos diseñar ciertas tácticas didácticas apoyadas en los resultados de la investigación. De estos aspectos positivos y negativos intentamos ofrecer un análisis resumido en las páginas adjuntas.

2. DEFINICIONES BASICAS

Algunos de los análisis sumarios de la investigación en enseñanza de las ciencias (Gabel y col., 1980; Peterson y Carlson, 1979) vienen a indicar que una de las principales causas de los problemas y de la confusión todavía existente con relación a las actitudes ante la ciencia es la imprecisión conceptual con la que se trabaja y, en consecuencia, la variedad de formas de interpretación del cons-

tructo. Peterson y Carlson, usando la analogía médica, vienen a decir que no hemos sido capaces todavía de aislar el organismo que hay que tratar.

Este problema parece ser más fácil de plantear que de resolver, porque no está muy claro que los propios psicólogos y psicólogos sociales hayan aislado de forma nítida, y aceptada por todos, el concepto actitud; da la impresión de que existe cierta tendencia a evitar su definición, aunque se realce su significado. Donde sí parece haber acuerdo general es en relacionar actitud y conducta, a pesar de que esta relación «continúe siendo una fuente de controversia... Las actitudes han sido consideradas como importantes por los psicólogos sociales por su potencialidad para explicar la conducta. Esto es, se espera que la actitud de una persona (apreciada generalmente por la técnica del auto-informe) permita predecir su conducta» (Schibeci, 1983, página 596).

Shaw y Wright (1967, página 10) definieron la actitud como «un sistema relativamente duradero de reacciones afectivo-evaluativas basadas en conceptos evolutivos o creencias aprendidos acerca de las características de un objeto social». La reacción es el elemento clave para estos autores. Por su parte, Rokeach (1968) define actitud como «una organización relativamente duradera de creencias acerca de un objeto o situación que le predisponen a uno a responder preferentemente de una manera».

Más recientemente, el término actitud se ha ido conceptualizando de forma más precisa o con vías alternativas tales como los dos componentes (cognoscitivo y conductual) propuesto por Zimbardo y Ebbesen (1977) o el subconcepto de actitud —intención conductual— propuesto por Ajzen y Fishbein (1980).

En una reciente nota Zeidler (1984) considera fundamental que los investigadores en la medición de las actitudes científicas analicen en primer lugar la consistencia de sus instrumentos con las orientaciones teóricas de la psicología social, para añadir que el tema central para muchos investigadores en este campo es que «las actitudes están asociadas con las creencias (donde creencia corresponde a conocimiento o información acerca de un objeto o norma social, principio, campo de interés, contenido específico, etcétera) intenciones y conductas con relación a un objeto o experiencia dados» (página 341).

Como colofón a esta ligera incursión en un campo tan complejo y especializado como es el de la definición de actitud, podemos recoger el esquema propuesto por Shrichley (1983), tras llevar a cabo un análisis exhaustivo del proceso histórico del concepto actitud y de las aportaciones de decenas de investigadores en los últimos años. Según su opinión, la literatura especializada sugiere una descripción de actitud de la siguiente manera:

- a) Las actitudes se aprenden: interviene la cognición.
- b) Las actitudes predicen la conducta.
- c) La influencia social de otros afecta a las actitudes.
- d) Las actitudes son una disposición para responder.
- e) Las actitudes son evaluativas: interviene la emoción.

Como se observa, se huye de una definición expresa, pero se describe el significado y las características del constructo.

3. LA ESPECIFICIDAD DE LAS CIENCIAS

Como punto de partida para centrar nuestras reflexiones en el campo de las ciencias, podríamos recoger la definición en la que se apoyan Moore y Sutman (1970) al desarrollar su famoso inventario SAI (Scientific Attitude Inventory), esto es, «una opinión o posición tomada con relación a un objeto psicológico en el campo de la ciencia» (página 86).

El conocimiento y las destrezas científicas pueden ser de escaso valor si no existe predisposición e intención de usarlos, pues bien, la actitud científica representa «la motivación que convierte el conocimiento y las destrezas en acción», o sea, algo cercano a la «voluntad de usar procedimientos y métodos científicos» (Gauld, 1982, página 109).

Desarrollando los tres componentes de las actitudes que plantea Rokeach (1968), cognoscitivo, afectivo y conductual, tendríamos que decir que las actitudes científicas representan el conocimiento, la tendencia a su uso y, por último, la acción observable con relación a un objeto o situación científica. Kozlow y Nay (1976) nos hablan también de estos tres componentes de forma que: «El componente cognoscitivo representa la comprensión por el estudiante de la manera en que las actitudes se manifiestan en la conducta profesional de los científicos. El componente de intención representa la tendencia del estudiante a mostrar acuerdo o desacuerdo con la conducta que define una actitud. Esto queda plasmado en su apoyo a determinadas pautas de conducta en ciertas situaciones relevantes a la actitud. El componente de acción representa el grado en el que el estudiante demuestra en la clase de ciencias la conducta que define una actitud» (páginas 149-150).

A pesar de estas y otras precisiones que van apareciendo en la literatura especializada, es incuestionable que a un nivel más concreto y cercano a la medición o apreciación del concepto, se siguen englobando distintos significados detrás de un mismo término. Haladyna y Shaughnessy (1982), por ejemplo, indican que «una revisión rápida del tópico 'actitudes hacia la ciencia' nos revelará que muchas personas definen actitudes en una variedad de formas» (página 458). La misma idea sostiene Fraser (1977 a, página 317) al decir que en la literatura especializada «no siempre está perfectamente claro cuál es el significado que el lector debe darle al término actitud hacia la ciencia». Precisando más, nos sigue indicando que son usos comunes del término «la satisfacción en el aprendizaje de la ciencia en la escuela, ... la adopción de atributos tales como apertura mental o juicio controlado o diferido, ... las actitudes de los científicos como personas», y que como ha notado Jungwirth (1974), incluso existe cierta confusión sobre si «objetivos relacionados con la comprensión de la naturaleza de la ciencia son correctamente clasificados como actitudes hacia la ciencia o como productos cognoscitivos». También Hasan (1985) nos habla de la inconsistencia en la definición del término «actitudes científicas», y de que a veces se ha usado para denotar tanto «las opiniones, sentimientos, creencias y apreciaciones que los individuos tienen por y para la ciencia», como «aquellos rasgos de la mente tales como curiosidad, objetividad y racionalidad, que significan orientaciones generales de los individuos hacia el tratamiento de hechos, evidencias y objetos de la ciencia». Además, el término «se ha extendido ocasionalmente para incluir los sentimientos y los gustos de los estudiantes por los cursos y actividades de ciencias» (página 4).

Resumiendo estas ideas, hemos de decir que se distinguen dos bloques relativamente disjuntos, aunque frecuentemente se unifiquen bajo la denominación de actitudes científicas, o bien, actitudes hacia la ciencia. Entendemos que, en rigor, las *actitudes científicas* denominan aquellos rasgos supuestamente propios de la conducta científica y de los científicos, tales como curiosidad, objetividad, juicio suspendido, etcétera, mientras que las *actitudes hacia (o ante) la ciencia* engloban las opiniones y sentimientos hacia la ciencia y los científicos como resultado de interacciones directas o indirectas con los contenidos, ideas, procesos y efectos de la ciencia. Las primeras tienen una orientación «predominantemente cognoscitiva», mientras que estas últimas la tienen «predominantemente afectiva» (Schibeci, 1983).

Como nos indica Noll (1942), ya en 1924 Curtis definía cuatro rasgos en la actitud científica: a) convicción de relaciones universales causa-efecto, b) hábito de respuesta retardada, c) hábito de sopesar la evidencia y d) apertura mental. Posteriormente, en 1935 el propio Noll establecía seis componentes para la actitud científica: 1) precisión en todas las operaciones incluyendo cálculos, observación e información, 2) honestidad intelectual, 3) apertura mental, 4) hábito de juicio controlado, 5) búsqueda de las relaciones verdaderas causa-efecto y 6) hábito de crítica. Más tarde aparecen otras definiciones más elaboradas como la de Haney (1964) con ocho componentes, la de Diederich (1967) con veinte y la de Billeh y Zakhariades (1975) que se apoya en las dos anteriores y establece los siguientes seis rasgos: a) racionalidad, b) curiosidad, c) apertura mental, d) aversión a las supersticiones, e) objetividad-honestidad intelectual y f) juicio controlado. Estos rasgos van acompañados por sus correspondientes conductas. Por último, Kozlow y Nay (1976) estudian ocho actitudes científicas, que vienen a recoger las señaladas hasta ahora más la que denominan «disposición al cambio de opinión».

Con relación a las actitudes hacia la ciencia (independientemente de las actitudes científicas que acabamos de tratar), los componentes pueden ser múltiples, resultando difícil encuadrarlas. Haladyna y Shaughnessy (1982) en su meta-análisis de las actitudes hacia la ciencia (1) toman los siguientes bloques de estudio: a) actitudes hacia los científicos, b) actitudes hacia los métodos de enseñanza de la ciencia, c) intereses científicos, d) actitudes hacia partes del currículum y e) actitudes hacia la disciplina ciencia.

Algunos autores han llevado a cabo un análisis global de todo el dominio afectivo en relación con la enseñanza de las ciencias. Nay y Crocker (1970), por ejemplo, desarrollaron un inventario de «atributos afectivos de los científicos», con sesenta y cinco elementos entre intereses, actitudes, apreciaciones, valores, etcétera. Sin embargo, posiblemente el análisis más elaborado y completo es el de Klopfer (1976) quien, a partir de la taxonomía de Krathwohl, Bloom y Masia (1964), forma una red de doble entrada entre los cinco niveles de internalización (recibir o atender, responder, valorar, organización y caracterización por un valor) y el rango de fenómenos hacia los que se espera algún comportamiento afectivo por parte del alumno de ciencias. En este rango se agrupa en cuatro divi-

(1) Se denomina meta-análisis a una síntesis cuantitativa de hallazgos de la investigación. Según Glass (1976, página 3), «meta-análisis se refiere al análisis de una larga colección de resultados de estudios individuales con el propósito de integrar los hallazgos».

siones: 1) hechos del mundo natural, 2) actividades, 3) ciencia y 4) interrogación. En cada uno de los niveles de las dos dimensiones de esta red de Klopfer aparecen algunas divisiones, de manera que el análisis ofrece una estructura de cerca de trescientas categorías diferentes.

4. OBJETIVOS EDUCATIVOS

A pesar de que en la práctica didáctica sea el dominio cognoscitivo el que acapara casi toda la atención y esfuerzo, el auge en la consideración de los objetivos actitudinales puede estar en el convencimiento de que son puerta para el aprendizaje porque predisponen y motivan para ello, y también, en el de que ciertas actitudes son parte sustancial de esa cultura científica mínima, sin la que hoy no se puede considerar a una persona como ciudadano formado. Sin el logro de estos objetivos, se piensa, habremos fallado en la consecución del, según la Asociación Americana de Enseñanza de las Ciencias (NSTA), «más importante objetivo de la enseñanza científica contemporánea, esto es, el desarrollo de ciudadanos científicamente cultos» (Billeh y Zakhariades, 1975, página 157). Alrededor de razones como estas se mueven los argumentos justificadores del planteamiento de objetivos actitudinales en la enseñanza de las ciencias que, como es lógico, se canalizan, con el apoyo de estructuras como la de Klopfer, por la doble vía de las *actitudes científicas* y las *actitudes hacia la ciencia*.

Dada la gran variedad de aproximaciones al problema, existe una cierta dispersión en la definición de objetivos actitudinales lo que, según Schibeci (1981), puede conducir al profesorado a la confusión. Entre otras, esta es una de las razones que ha podido llevar a señalar a algunos autores como Welch (1979), que el movimiento de reforma curricular ha fallado en este criterio.

A pesar de estos problemas, el apoyo a los objetivos actitudinales en la enseñanza de las ciencias es bastante general y su presencia en los diseños curriculares es, a menudo, casi abrumadora. Fraser (1977 b), por ejemplo, indica que durante el período 1963-1973 encontró en la revista *Journal of Research in Science Teaching*, más menciones de objetivos sobre «actitudes e intereses», que de cualquier otra categoría. Este hecho muestra claramente que no es la falta de interés de los investigadores la causa de los problemas de tratamiento práctico del dominio afectivo en las aulas.

5. LA VISION CRITICA DE LOS OBJETIVOS

A pesar del apoyo e interés casi general, existen posturas muy críticas con el planteamiento actual de los objetivos actitudinales, que defienden una revisión profunda del enfoque básico. Estas posturas, no por minoritarias dejan de tener una importancia cualitativa evidente, ni están faltas de argumentos que deban considerarse convenientemente.

Una de las versiones más completas y sólidas de esta posición crítica es la ofrecida por Gauld (1982) quien, tras describir y reconocer el gran apoyo que tienen los argumentos que pretende atacar, indica en primer lugar que actitudes como «respeto por la evidencia», son entendidas generalmente como «respeto por la evidencia empírica», con lo que se defiende una perspectiva concreta de

la ciencia, la conocida como «empirista». En segundo lugar, este autor cuestiona que esta «actitud científica» sea verdaderamente importante para todo tipo de escolar y, en concreto, para todos aquellos que no quieren tener una profesión directamente relacionada con la ciencia.

Tras la creencia de que los estudiantes aprenderán más y mejor acerca de la empresa científica actuando como lo hacen los científicos, y la defensa de que las actitudes científicas son atributos personales deseables para todos, está lo verdaderamente importante, según Gauld, esto es, la aceptación de que «los científicos están realmente motivados por las actitudes científicas, tal como las presentan los profesores de ciencias. En otras palabras, al solucionar problemas científicos, los científicos adoptan una actitud empirista en la que el dato empírico, recogido objetivamente, es el juez final de la verdad, bien para aceptar como ciertas aquellas hipótesis que son soportadas por la evidencia, bien para rechazar como falsas aquellas que están en conflicto con ella; una actitud en la que las ideas de otros científicos son recibidas como mente abierta, dándoles total e imparcial, aunque crítica consideración» (páginas 111-112). Se argumenta posteriormente que esta imagen de las actitudes científicas ha sido construida a partir de la visión de los filósofos de la ciencia —en concreto de los empiristas—, de los científicos y de los educadores, pero no se han tenido en cuenta estudios desde otras perspectivas como la psicológica, sociológica, ética e histórica, y desde modelos alternativos al empirista.

Existen estudios de la personalidad de los científicos que ponen en duda su imagen de posesión de las actitudes científicas (Roe, 1961; Eiduson, 1962; Mitroff, 1974; Mahoney, 1979). El apasionamiento, la defensa sesgada de sus ideas y la extrapolación interesada parecen ser rasgos no lejanos de la personalidad de una buena parte de los grandes científicos. En estos estudios se viene a indicar que suele ser más probable la violación de actitudes científicas entre los científicos «grandes» que entre los «discretos». Asimismo, se observa que existe una gran variedad de rasgos actitudinales cuando se habla de los científicos en su trabajo y que el estereotipo surge más bien porque se habla de la ciencia en abstracto. Gauld analiza estos estudios, así como otros relativos a la ética de la ciencia, casos históricos y modelos alternativos al empirista, y llega a concluir que: «los argumentos para incluir el desarrollo de la actitud científica en los estudiantes entre los principales objetivos de la enseñanza de las ciencias se apoyan firmemente en la suposición de que esta actitud la demuestran los científicos de éxito en su conducta profesional. La concepción de actitud científica que aparece en la literatura especializada en enseñanza de las ciencias, ve al científico como alguien que toma decisiones solamente sobre la base de evidencia empírica y que siempre impide que sus intereses personales influyan en estas decisiones. La evidencia presentada demuestra claramente que esta visión, que parece derivarse principalmente de los científicos y filósofos de la ciencia anteriores a 1960, es completamente insostenible y debe, en el mejor de los casos, asociarse con los científicos con menor éxito... el desarrollo de la actitud científica en los estudiantes debería eliminarse como uno de los mayores objetivos... Enseñar que los científicos poseen estas características está suficientemente mal, pero es horrible que los profesores de ciencias deban actualmente intentar moldear a sus alumnos en la misma falsa imagen. Por otra parte, pocos autores explican qué significa para ellos apertura mental, objetividad, o escepticismo, y pocas indicaciones se dan sobre cómo se pesa la evidencia o cómo se decide si hay suficiente evi-

dencia para tomar una decisión. Es posible que, si tales términos fueran clarificados y la forma en que se relacionan con la práctica fuera discutida más cuidadosamente a la luz del material presentado, se podría sostener una versión reformulada y más aceptable de la actitud científica... Si una concepción de la actitud científica se va a mantener en la enseñanza de las ciencias, ya no es por más tiempo suficiente tomar como incuestionable el consenso de los educadores científicos» (páginas 118-119).

Schibeci (1983) se apoya en los argumentos anteriores, discutiendo posteriormente los problemas de confusión de los objetivos sobre actitudes científicas con los relativos a las actitudes hacia la ciencia, para llegar también a la conclusión de que es necesaria una revisión crítica de lo hecho hasta ahora, así como una explicitación más clara de las justificaciones, conceptos y objetivos.

Por nuestra parte hemos de reconocer que la postura crítica es fuerte en su argumentación, en tanto en cuanto que la visión más convencional asimila al científico con una personalidad estereotipada e ideal bajo una determinada concepción filosófica, que, generalmente, es muy incorrecta. Transmitir esta falsa imagen es un grave error. Sin embargo, los argumentos no atacan a las actitudes en sí. Ser objetivo, respetar la evidencia (empírica o no), retardar y controlar los juicios, ser crítico, etcétera, son actitudes positivas e importantes para el aprendizaje científico, aunque no las posean muchos científicos. Lo que sí parece necesario, además de evitar la conexión actitud-científico en lo que tenga de falsa, es ampliar estas actitudes positivas propias del planteamiento empírico a otros enfoques, así como completarlas con otros aspectos igualmente importantes como las implicaciones y condicionantes sociales de la ciencia, relaciones con la tecnología, etcétera.

6. LOS INSTRUMENTOS DE MEDICION

Buena parte de la investigación sobre el tema que nos concierne se ha centrado en los procedimientos e instrumentos para recoger información; escalas, inventarios y tests son motivo de constante preocupación para los investigadores por su importancia intrínseca y, seguramente, como consecuencia de los problemas conceptuales antes aludidos. Podemos recordar lo que señalan Peterson y Carlson (1979, página 500), esto es, «el hecho de que existan tantos tests de actitudes (y que continúen desarrollándose) sugiere que no hemos aislado las conductas que perseguimos».

En el terreno de la medición de actitudes en general, existen amplias y serias dificultades que afectan al caso de las ciencias, pero que desbordan el marco de nuestro análisis. Sin embargo, hemos de apuntar la creciente preocupación investigadora en estos temas básicos entre los educadores en ciencias, así como la búsqueda de procedimientos adecuados entre los diversos existentes: Thurstone, Likert, Guttman, diferencial semántica, elección múltiple, técnicas proyectivas, rangos de preferencia, completar sentencias, etcétera. En general, y por razones diversas, las preferencias se inclinan más por las escalas tipo Likert (método de puntuaciones sumadas) que por otros procedimientos. Schibeci (1982), por ejemplo, dice que el procedimiento Likert requiere unos cuidados psicométricos especiales (algo que no le ocurre a la técnica Thurstone) cuando se quiere eviden-

ciar la intensidad emocional ante un tema, problema o proceso científico. Asimismo, Simpson y col. (1976) observaron que preguntas (Likert) de «nivel emocional» alto, tendían a resaltar respuestas más extremas cuando estaban redactadas con formato negativo (en desacuerdo) que con positivo (en acuerdo). «Quizá los estudiantes son capaces de distinguir sus actitudes negativas hacia la ciencia y temas relacionados antes de reforzar sus sentimientos positivos» (página 280).

Otros autores como Ormerod y Wood (1983) han estudiado la influencia del tipo de procedimiento en el resultado de la medición de la misma actitud, mientras que otros se han preocupado por los procedimientos de validación de las escalas. Lucas (1975) y Munby (1982) han hecho notar el posible peligro del uso exclusivo del «panel de jueces» como procedimiento de validación del contenido de las escalas de actitudes relacionadas con la ciencia, puesto que, según Lucas, se parte de la arriesgada suposición metodológica de que «el consenso, en la literatura y/o entre el panel, producirá el modelo correcto. Este es el mito de que 'nueve de diez estrellas de la pantalla no pueden estar equivocadas' tan querido por los anunciantes de jabones. El mito resulta probablemente de la extensión injustificada de un principio político 'la mayoría gobierna', a un principio epistemológico 'la mayoría tiene razón'» (página 481).

Con relación a instrumentos desarrollados y empleados, y ante la gran cantidad y diversidad existente, no podemos sino describir someramente algunos ejemplos representativos. (El lector interesado puede profundizar en sus características técnicas en las referencias que se acompañan).

Entre los instrumentos que miden un amplio rango de actitudes hay que citar en primer lugar al conocido Inventario de Actitudes Científicas (SAI) de Moore y Sutman (1970), que, como dicen Renner y col. (1978), «parece ser el instrumento de uso más extendido para apreciar actitudes hacia la ciencia» (página 66). Este inventario consta de 60 preguntas (Likert) con cuatro valores (sin respuesta neutra). Cada una de sus seis subescalas tiene 10 preguntas y, en conjunto, mide aspectos relativos a las actitudes científicas, actitudes ante la ciencia, implicaciones sociales de la ciencia y conocimiento de la naturaleza de la ciencia. En este mismo bloque de instrumentos de rango general debemos citar el Test de Actitudes Relativas a la Ciencia (TOSRA) desarrollado por Fraser (1978 a), apoyándose en el organigrama de Klopfer. Este test tiene siete escalas de diez preguntas (Likert) de rango (1-5). Los aspectos tratados en las siete escalas son: implicaciones sociales de la ciencia, normalidad de los científicos, actitudes hacia la interrogación científica, adopción de actitudes científicas, satisfacción con las clases de ciencias, interés en la ciencia en el tiempo libre e interés profesional en la ciencia.

Centrados exclusivamente en la medición de «actitudes científicas», podemos citar la Escala de Actitud Científica (SAS) de Billeh y Zakhariades (1975) y el Test sobre Actitudes Científicas (TOSA) de Kozlow y Nay (1976). Ambos instrumentos miden un rango similar de actitudes en consonancia con los planteamientos de estos autores que hemos descrito anteriormente. La escala SAS consta de 36 preguntas y es del tipo Thurstone-Chave, el TOSA contiene 40 preguntas de elección múltiple con cuatro alternativas y está dividido en un subtest de componente cognoscitivo y en otro de intención.

Entre los tests dirigidos a la evaluación de conocimiento acerca de la ciencia y los científicos, que son un punto intermedio entre los tests de rendimiento más tradicionales y los de actitudes, Aikenhead (1973) ofrece una relación de los más relevantes. Posiblemente, el más conocido y empleado de todos es el Test sobre la Comprensión de la Ciencia (TOUS) desarrollado por Cooley y Klopfer (1961), con sesenta preguntas de elección múltiple de cuatro alternativas.

Sobre las actitudes hacia la ciencia existe gran cantidad de instrumentos que miden aspectos concretos, usando procedimientos diversos. Así por ejemplo, podemos encontrarnos con un Inventario de Intereses Científicos (SII) construido según la técnica diferencial semántica (Stevens y Atwood, 1978), o bien con una Escala de Curiosidad por la Ciencia en los niños (CSCS) con treinta preguntas (Likert) de cinco alternativas, o bien con una Escala de Actitudes hacia la Ciencia con una subescala de actitudes ante las implicaciones sociales de la Ciencia (SOCATT) (Ormerod, 1979), también con el procedimiento Likert.

Dentro de este último bloque hay que destacar a los instrumentos dirigidos a la apreciación de la imagen que tienen la ciencia y los científicos. La Escala de Imagen de la Ciencia y los Científicos (ISSS) consta de 48 preguntas (Likert) con seis posibles respuestas (Krajovich y Smith, 1982). Con el mismo procedimiento, pero con respuestas de cinco puntos, está construido el Protocolo Wareing de Actitudes hacia la Ciencia (WASP) de Wareing (1982). Finalmente, podemos destacar un test proyectivo, el Test de Dibujar un Científico (DAST), recientemente presentado por Chambers (1983).

7. ALGUNAS RELACIONES, INTERACCIONES Y CONDICIONANTES DE LAS ACTITUDES

Hemos de reconocer que no resulta fácil sintetizar las relaciones e interacciones de las actitudes con distintas variables de muy diverso tipo, tales como rendimiento, auto-concepto, sexo, circunstancias familiares, aspectos estructurales escolares, etcétera. Existe una gran diversidad y dispersión en los resultados, por lo que vamos a resaltar solamente aquellos más importantes para la enseñanza y que, además, respondan a resultados de la investigación donde se haya producido al menos cierta coherencia.

Posiblemente la relación más buscada por los investigadores es la de las actitudes con el rendimiento. Pues bien, debemos adelantar que, globalmente las síntesis de investigaciones reconocen que es una relación débil (Olstad y Haury, 1984), sin embargo, existen indicios claros de que se producen unas interacciones intermedias que modifican sustancialmente este resultado.

Munby (1983), en una revisión de trabajos empleando el SAI (Inventario de Actitudes Científicas), encuentra que la diversidad de correlaciones con el rendimiento académico es sorprendente, analizando trabajos con correlaciones nulas y otros con valores alrededor de 0,5.

Tras su meta-análisis de 49 estudios, Haladyna y Shaughnessy (1982) dicen que la correlación actitudes-rendimiento es sistemáticamente baja y positiva, y que ocasionalmente excede de valores $r = 0,35$. La media de correlaciones es $r = 0,15$ (2,4 por 100 de la varianza).

Como ejemplos particulares de esta diversidad vemos que mientras Krajovich y Smith (1982) encuentran una correlación $r = 0,39$ del rendimiento con la Escala de Imagen de la Ciencia y los Científicos (ISSS), Fraser (1982 a) observa una correlación promedio de $r = 0,1$ entre actitud y rendimiento.

A la vista de estos resultados contrarios a lo esperado existen algunos planteamientos críticos como el de Hough y Piper (1982) que dicen que «estos frustrantes resultados podrían ser explicados por la interferencia de diferencias individuales entre los estudiantes» (página 33), sugiriendo que un método de controlar las diferencias individuales es el uso de los residuos de las puntuaciones-ganancia en vez de las ganancias o puntuaciones directas. Usando este método encontraron una correlación $r = 0,45$ entre la actitud y el rendimiento.

Como es bien conocido, los estudios correlacionales dejan sin resolver la dirección del afecto-*causa*, lo que dificulta notablemente la aplicación, en este caso didáctica, de muchas relaciones. En el caso que nos conviene son escasos los estudios que buscan esta direccionalidad. Eisenhardt (1977) se planteó este problema siguiendo a una amplia muestra de alumnos, llegando a la conclusión de que es mucho más frecuente que los cambios en el rendimiento produzcan cambios en los niveles de interés que al contrario. Este resultado es importante, caso de confirmarse en otros estudios, porque va en contra de lo esperado; la mayoría de los trabajos toman el rendimiento como criterio y a las actitudes como predictores y no al revés.

El auto-concepto (y variables relacionadas) sí que parece tener cierta relación con las actitudes, aunque también se produce diversidad en los resultados de la investigación. Campbell y Martínez-Pérez (1976), por ejemplo, encontraron una correlación de 0,76 con universitarios de tercer y cuarto curso, mientras que Mitchell y Simpson (1982) ofrecen correlaciones entre 0,34 y 0,16 en un curso universitario introductorio de Biología. Confirmando esta positiva y sistemática relación encontramos que Hasen (1985), entre siete variables de diverso tipo estudiadas, solamente encuentra relación significativa de las actitudes con la propia percepción de la habilidad científica ($r = 0,21$). En la misma línea Haladyna y col. (1982) encuentran que la autoconfianza en su habilidad para aprender es un notable predictor para las actitudes hacia la ciencia (correlación entre 0,23 y 0,41).

En general, las circunstancias familiares no parecen ser determinantes de las actitudes científicas, aunque tengan influencia individual y en algún caso concreto puedan aparecer relaciones significativas (Schwirian y Thompson, 1972). El estatus socio-económico familiar no muestra habitualmente relación significativa con las actitudes (Haladyna y col., 1982; Hasan, 1985), aunque, como ocurre con el coeficiente de inteligencia, se pueden encontrar correlaciones positivas significativas con algunas actitudes, como las actitudes científicas propiamente dichas y las relativas a las implicaciones sociales de la ciencia (Fraser, 1977 a).

Las actitudes hacia la ciencia de los compañeros también parecen tener una fuerte relación con las actitudes propias. Talton y Simpson (1985) han encontrado relaciones en este sentido siempre superiores a $r = 0,35$, llegando hasta $r = 0,68$. Igualmente parece existir una correlación significativa, pero en este caso negativa, entre la ansiedad y distintas actitudes en relación con la ciencia, con

lo que la ansiedad se convierte en un impedimento tanto del rendimiento académico como de las actitudes científicas (Fraser y Fisher, 1982).

7.1. *El sexo*

Dentro de este apartado de relaciones, interacciones y condicionantes hemos querido aislar el análisis de la influencia del sexo, no por ser más relevante que otros factores o variables, sino porque su efecto es el que se acusa más sistemáticamente en los resultados de las experiencias e investigaciones. La tradicional importancia e influencia del sexo en distintas facetas de la enseñanza de las ciencias afecta igualmente a las actitudes.

De nuevo tenemos que decir que los resultados de la investigación son variados y que los efectos no siempre pueden ser establecidos con generalidad. En su meta-análisis, Haladyna y Shaughnessy (1982) encuentran que el porcentaje de varianza explicada por el sexo varía dentro del rango (0-12,8 por 100), con una correlación promedio $r = 0,18$. «Aunque se encuentra que a los chicos les gusta más la ciencia que a las chicas, esta diferencia es consistentemente pequeña y variable de un estudio a otro y de un nivel a otro» (página 555). Estos autores se hacen eco de la importancia que pueden tener las interacciones del sexo con otras variables, algo que está poco explorado.

Los resultados negativos de Hasan (1985) con varias variables, se modifican en buena medida al considerar el sexo de los alumnos. Nosotros mismos encontramos que las bajas correlaciones entre el rendimiento académico y las actitudes científicas de alumnos de Magisterio, se convertían en significativas para los varones e insignificantes para las mujeres, al realizar el análisis por separado (Escudero y Lacasta, 1984). Al mismo tiempo comprobamos que mientras que en el rendimiento las diferencias entre alumnos y alumnas eran despreciables, esto no sucedía en las actitudes científicas, porque los alumnos ofrecían medias sensiblemente más altas. En el caso de las Matemáticas, Schofield (1982) llega a unos resultados sobre las relaciones con las actitudes, concordantes con los encontrados por nosotros en el caso de la Física.

En general, es sistemática la apreciación de que los chicos muestran actitudes más positivas que las chicas en relación con la ciencia, aunque existan algunas opiniones contrarias (Vanek y Montean, 1977) y, además, casi siempre se requieren matizaciones sobre tal o cual interacción. Newton (1975), por ejemplo, ya advertía en sus conclusiones que: «En lo relativo a las diferencias en las actitudes en razón del sexo, debe tenerse en mente que, aunque los chicos son generalmente más favorables que las chicas, las diferencias en general pueden ser muy pequeñas, cuando todos los factores son considerados» (página 370). Otros resultados diferenciales los ofrecen Ormerod (1973), al ver que las diferencias según el sexo eran menores en las actitudes en relación con las implicaciones sociales de la ciencia que con otras dimensiones, y Fraser (1977 a) que encuentra que los chicos tienden a tener actitudes más favorables, pero la incidencia es significativa en la adopción de actitudes científicas, la satisfacción con la clase de ciencias y el interés extraescolar en la ciencia, pero no lo es en las implicaciones sociales de la ciencia y las actitudes hacia la interrogación.

Ciertas diferencias observadas empíricamente pueden tener una de sus causas en la interacción del sexo con la rama de la ciencia de que se trate. Schibeci

(1983) dice que «se debe establecer una distinción entre las ciencias físicas y las biológicas. Los chicos parecen estar más favorablemente dispuestos hacia las ciencias físicas que las chicas; las ciencias biológicas tienden a ser vistas de manera razonablemente favorable por las chicas» (página 599). En una revisión de alrededor de quinientos estudios, Ormerod y Duckworth llegaron a la conclusión de que: «muchas diferencias entre las ciencias biológicas y físicas están relacionadas con las actitudes de los estudiantes; la dificultad, percibida o real, de las ciencias físicas está a menudo basada en la comparación con otras disciplinas... a las chicas les disgustan más las ciencias físicas que a los chicos» (Mallinson, 1977, página 150). En un trabajo más reciente Ormerod y Wood (1983) concluyen que estos intereses hacia las dos ramas llegan a correlacionar negativamente, de manera, que «aquellos que prefieren las ciencias físicas en alguna medida tienden a no sentir gusto por los estudios naturales y viceversa» (página 84). De cualquier manera, es evidente que existe una tendencia clara de elección de estudios y cursos de física por alumnos mucho más acusada que en alumnas, sucediendo al revés con la biología (Hadden y Johnstone, 1983).

A pesar de todos estos resultados e intentos investigadores, según Shrigley (1983, página 431), «hemos contrastado y encontrado una diferencia consistente por sexos, pero hemos hecho muy poco para explicarla». El hecho de que la mayoría de los profesores de enseñanza básica sean mujeres le preocupa a este autor porque «las profesoras pueden estar expresando un valor; que la ciencia es una empresa masculina». Lo cierto es que esta idea de «masculinidad de la ciencia» es todavía fuerte entre nuestros alumnos, reflejándose en imágenes del científico-hombre de manera tan acusada en chicos como en chicas. Razones psicológicas, sociológicas y curriculares deben ser estudiadas más a fondo para poder explicar estas diferencias en razón del sexo, si es que siguen siendo relevantes para los investigadores.

8. EL PROFESORADO, LA CLASE Y LAS ESTRATEGIAS DIDACTICAS

Acabamos de analizar las relaciones e influencias en las actitudes de algunos factores propios del estudiante, ahora lo vamos a hacer con algunos otros exógenos al estudiante, pero íntimamente relacionados con el proceso didáctico. En definitiva, estamos hablando de factores más fáciles de modificar que los propios del estudiante, de ahí su mayor relevancia didáctica.

El profesor es un necesario punto de reflexión inicial, porque a la vista de los estudios de carácter predictivo, existe la posibilidad de que sea precisamente el profesor el factor más decisivo a la hora de desarrollar actitudes hacia la ciencia (Haladyna y col., 1982).

McMillan y May (1979) hacen un resumen de trabajos de investigación y señalan que «la personalidad y la conducta del profesor son muy importantes en la formación de actitudes de los alumnos» (página 217). En concreto se señala la importancia de que el profesor sea entusiasta, use conductas didácticas indirectas, sea cálido, use motivación extrínseca, motive el rendimiento y sea bien organizado. Otros factores como edad, salario, años de experiencia y características familiares no parecen tener influencia significativa (Disinger y Mayer, 1974).

Según Haladyna y col. (1982), el entusiasmo de los profesores, su preocupación por el alumno, etcétera, son factores que los alumnos aprecian en mayor medida en los niveles superiores y en las chicas. En conjunto, según estos mismos autores, la calidad del profesorado en estas facetas puede explicar el 25 por 100 de la varianza en las actitudes. Sin embargo, no parece demostrado que la vía del conocimiento disciplinar sea adecuada para encontrar nuevos profesores con mejores actitudes hacia la ciencia, puesto que la relación entre ambas variables puede ser escasa (Shrigley, 1974; Escudero y Lacasta, 1984).

Una constante es la preocupación por el bajo nivel de las actitudes hacia la ciencia y su enseñanza que se observa en parte del profesorado de ciencia, sobre todo entre el elemental (Piper y Hough, 1979), por lo que han sido muchos los intentos de búsqueda de programas, cursos, laboratorios, etcétera, de formación y perfeccionamiento del profesorado para mejorar sus actitudes hacia la ciencia. Morrisly (1981) sintetiza estos intentos según enfoques, características de los programas, etcétera, concluyendo que existen pocos resultados claros y demasiada confusión de variables y medidas, pero con síntomas interesantes que deben ser confirmados con estudios longitudinales que aprecien la permanencia de los efectos de los programas. Voss (1983) llega a conclusiones similares e indica que el «tipo de preparación» parece ser un punto más crucial que la «cantidad de la preparación», y que, además, es más fácil fomentar la posesión de ciertas actitudes y visiones didácticas que su efectiva puesta en práctica y transmisión a los propios alumnos. Olstad y Haurly (1984) van algo más lejos en su análisis y dicen que existen evidencias para pensar que se pueden fomentar cambios positivos en las actitudes de los aspirantes a profesores, acercándose a sus intereses y promoviendo el éxito en sus experiencias con la ciencia a través de una adecuada estructuración. Asimismo, estos autores lamentan la escasa atención prestada al tema en la formación de profesores para niveles diferentes del elemental, y señalan la necesidad de trasladar a la práctica escolar las mejoras en las actitudes que se van consiguiendo en los planes de perfeccionamiento de profesores. Por su parte, Piper y Hough (1979) advierten de que la mejora en las actitudes científicas de los futuros profesores no se producirá mientras no participen activamente en sus clases de ciencias.

Esta diversidad de resultados puede que tenga su origen en que se ha enfatizado el fomento de las actitudes de los profesores hacia la ciencia cuando, a lo mejor, la variable relevante no es esa, sino la actitud hacia la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, sobre la que es necesaria más investigación (Lawrenz y Cohen, 1985).

El ambiente de la clase, las relaciones dentro de ella y las estrategias didácticas también inciden en la formación de actitudes hacia la ciencia en mayor o menor grado, sin embargo, no existen evidencias suficientes para sostener que las actitudes se mejoran reduciendo el número de alumnos por aula, más de lo que actualmente se tiene en enseñanza secundaria (Ward, 1976). Según este autor, el cambio en el tamaño de la clase debería acompañarse con la búsqueda de metodología más ajustada al mismo, lo que no parece hacerse convenientemente.

El clima socio-didáctico de la clase tal como lo ven los estudiantes tiene una relación significativa con sus actitudes hacia la ciencia, si nos fijamos en los resultados de la investigación. Lawrenz (1976) encontró que alrededor del 25 por

100 de la varianza en las actitudes era explicada por su percepción del ambiente de aprendizaje. Este resultado ocurría en las clases de Biología y Química, pero no en las de Física, debido seguramente, según su opinión, al proceso de auto-selección que se produce en la matrícula de los cursos de esta última disciplina. Aquí volvemos a tener evidencias de la peculiaridad de la Física ya comentada anteriormente.

Haladyna y Shaughnessy (1982) señalan varios aspectos del ambiente de aprendizaje como los más correlacionados en uno u otro sentido con las actitudes, estos son: satisfacción, velocidad, apatía, favoritismo, metas y organización. Los estudios de regresión múltiple llegan a explicar desde el 16,8 hasta el 75 por 100 de la varianza. Sin embargo, estas altas relaciones no han servido de momento para establecer unas pautas didácticas claras a fin de conseguir tres cosas que parecen absolutamente necesarias, esto es, que los estudiantes sientan satisfacción en el trabajo, que vean positivo el ambiente de aprendizaje y que la enseñanza esté bien organizada (Haladyna y col., 1982). Puede ser, según estos autores, que la relación entre ambiente de aprendizaje y actitudes sea un fenómeno grupal, que afecta más a la clase en conjunto que a los individuos, con lo que en los análisis sobre éstos, el efecto del ambiente se enmascara con otros.

La investigación sobre variables curriculares ha sido poco concluyente, pero está claro que los alumnos prefieren las clases de ciencias con abundancia de experiencias y participación personal (McMillan y May, 1979). Una hipótesis plausible es que se han podido producir confusiones de efectos particulares al tratar programas curriculares y actitudes hacia la ciencia en general. Fraser (1977 a), por ejemplo, encuentra relaciones significativas para un programa con las implicaciones sociales de la ciencia y la diversión en clase, pero no con la inclinación interrogadora, la adopción de actitudes científicas y el interés extra-escolar en ciencias. Igualmente, la visión de la experimentación como fuente de información científica parece favorecerse con ambientes de aprendizaje relajados, mientras que los ambientes difíciles y competitivos tienden a promover actitudes más positivas hacia fuentes como el profesor y el libro (Fraser, 1978 b). También sabemos que la percepción de un ambiente de individualización parece favorecer las actitudes hacia la ciencia (Fraser y Butts, 1982) y, en general, esto mismo sucede con todo planteamiento curricular abierto si lo comparamos con los métodos tradicionales (Horwith, 1979; Peterson, 1979; Hetzel y col., 1980). En otras palabras, si queremos desarrollar actitudes e interés hacia la ciencia, debemos fomentar la enseñanza activa, centrada en los intereses de los alumnos, tutorial, respetuosa con sus cuestiones y promoviendo confianza en sus propias posibilidades, abierta al análisis de las implicaciones y condicionantes sociales de la ciencia y apoyada en la diversificación de experiencias y métodos didácticos (Hasan, 1975 y 1985).

A pesar de todo lo apuntado, no debemos olvidar que los resultados de la investigación son todavía muy débiles y que es necesaria la prudencia en la aceptación de estrategias para promover las actitudes hacia la ciencia. No se deben crear infundadas expectativas de éxito en este sentido, porque hasta el momento no se ha ido mucho más allá del análisis de relaciones lineales concretas, sin entrar en interacciones y visiones más globales. Sin embargo, el modelo de las actitudes como función no lineal de variables (exógenas y endógenas) del alumno, profesor y ambiente de aprendizaje (Haladyna y col., 1982), parece un camino seguro de mayores éxitos para la investigación futura.

9. LA MODIFICACION TEMPORAL DE LAS ACTITUDES

Hemos visto que el cambio de actitudes está condicionado por circunstancias de todo tipo a lo largo de los distintos niveles de la educación. Sin embargo, con los modelos educativos actuales se observan ciertas tendencias en la modificación de las actitudes y el interés hacia la ciencia de los alumnos, en razón del nivel escolar. Parece que la imagen de la ciencia se configura de una determinada manera según el nivel escolar, la edad, o la interacción de ambas cosas. La confusión entre estos tres factores es obvia y no es fácil, ni posiblemente relevante, aclarar qué efecto individual es más significativo.

Además de las interacciones con el sexo, asignaturas, etcétera, el análisis de la variación temporal de las actitudes presenta algunas nuevas dificultades; en primer lugar, son necesarios estudios longitudinales de muchos años de duración, que requieren una calma y estabilidad investigadora no fácil de conseguir en un ambiente con gran presión por la rápida publicación de resultados, en segundo lugar, la categoría de asignaturas optativas que adquieren las ciencias a partir de la enseñanza secundaria, modifica completamente el marco y el significado de los estudios sobre las actitudes. Por estas razones, los estudios de seguimiento son escasos y se suelen limitar a la educación básica y primeros años de la educación secundaria.

Ayers y Price (1975) llegan a la conclusión de que las actitudes hacia la ciencia se van deteriorando desde 4.º curso de educación básica hasta el 8.º. Algo parecido encontró Bohardt (Mallinson, 1977). Por su parte, Ormerod y Wood (1983) señalan el pico de interés por la ciencia alrededor de los 12 años de edad. Stevens y Atwood (1978) observan que estos cambios interaccionan con factores como el sexo, la materia y el período del curso escolar. «El interés en la ciencia y en la instrucción científica tiende a ser menor al final del curso que al comienzo» (página 305). Asimismo, se observa que la relación entre actitudes y rendimiento se hace más acusada al subir los niveles educativos. Estos interesantes resultados son similares a los encontrados por Schofield (1982) en el caso de las matemáticas.

El deterioro actitudinal que, como promedio, se observa en los últimos años de la educación básica, parece continuar en los primeros años de la secundaria (2).

El paso entre niveles es un momento importante porque se pueden producir cambios en la rigidez de los ambientes de aprendizaje en las clases de ciencias, lo que hemos visto que podía afectar notablemente a las actitudes. Power (1981) señala estos problemas aunque observa que una muestra de niños australianos se encuentra a gusto con las ciencias en ambos niveles. Como curiosidad, diremos que los elementos estereotipados de la imagen del científico aparecen con más frecuencia entre los alumnos a medida que ascienden de nivel y pasan de la educación básica a la secundaria (Chambers, 1983).

En un reciente estudio de seguimiento, Hadden y Johnstone (1982, 1983 a y 1983 b) analizan las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes escoceses du-

(2) Hay que notar que la educación secundaria comienza a distintas edades según los países. En España se retrasa el comienzo algo más (hasta dos años) que en la mayoría de los países donde se han llevado a cabo las investigaciones citadas.

rante el último año de la educación básica y los dos primeros de secundaria (edades entre 10 y 14 años). Además de influencias del sexo y escuela, estos autores detectan unas actitudes muy favorables al final de la educación básica (primer año de seguimiento), que se erosionan significativamente (en diferente proporción según las escuelas) durante el primer año de secundaria, continuando el deterioro durante el segundo año. Este deterioro era superior en las actitudes hacia la ciencia que hacia otras disciplinas, y las diferencias entre escuelas deben achacarse, según estos autores, al diferente quehacer y organización de los respectivos seminarios y departamentos. En este como en otros trabajos citados en este apartado, conviene señalar que nos estamos refiriendo a una disminución de las actitudes respecto a los años anteriores y solamente a eso, porque es también sistemático el hallazgo de que, en todos los niveles citados, las actitudes y el interés hacia la ciencia de los alumnos siguen siendo en conjunto notablemente favorables.

10. COMENTARIO FINAL

A lo largo de nueve apartados hemos ido recurriendo buena parte de los problemas y realidades que rodean a las actitudes en relación con la enseñanza de las ciencias, y hemos visto que el panorama que se observa es complejo y, a veces, algo confuso, pero también esperanzador. La propia certificación de que los problemas sin resolver son muchos y la creencia generalizada de que son necesarias reformas profundas en algunos de los planteamientos actuales, son el mejor signo para el avance y mejora futuros.

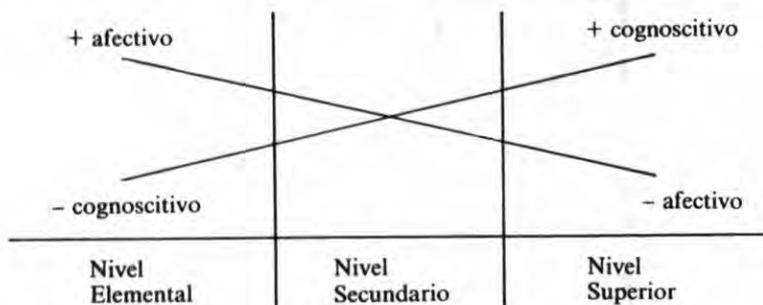
Parece necesario extender geográficamente el interés investigador sobre el tema, porque entendemos que ahora está demasiado centrado en cuatro áreas: Gran Bretaña, Israel, Australia y Estados Unidos (Haladyna y col., 1982). La extensión a otros sistemas educativos más diversificados será, a no dudar, altamente beneficiosa para la resolución de los problemas pendientes.

Hemos detectado problemas conceptuales, de instrumentación y de aplicación práctica, pero también hemos recogido informaciones altamente provechosas y esclarecedoras, a veces en contra de creencias con gran tradición histórica. No encontramos razones para pensar que la enseñanza de conocimientos científicos conlleva obligatoriamente la promoción de actitudes positivas en relación con la ciencia, porque la relación es globalmente muy débil; se trata de dos aspectos que deben tratarse paralelamente, pero de forma separada. Tampoco podemos seguir manteniendo la idea de que desarrollando las actitudes obtendremos un seguro rendimiento académico porque esa débil relación que acabamos de citar puede que actúe más bien en sentido contrario. La formación y el perfeccionamiento de nuestros profesores deben tener en cuenta estas evidencias; si queremos mejorar sus actitudes hacia la ciencia parece necesario plantearse acciones directas en tal sentido, porque no conocemos todavía vías indirectas eficaces.

La forma que parece más segura para promover actitudes positivas hacia la ciencia y su enseñanza en alumnos y futuros profesores, es la de mejorar el ambiente de aprendizaje y las relaciones profesor-alumno y fomentar estrategias didácticas más abiertas y participativas dentro de un contexto bien organizado. No cabe duda de que, por el momento, la mayor parte de los avances prácticos

en el terreno de las actitudes hacia la ciencia parecen estar más en la mano de los profesores que en la de los planificadores curriculares.

Para terminar y volviendo a la relación de conductas en los dominios cognoscitivo y afectivo, podemos recoger el original modelo de desarrollo propuesto por Schock (1973) (Figura adjunta) que parte del supuesto de que el esfuerzo en promover un dominio puede disminuir el esfuerzo para promover el otro y que, además, el desarrollo de cada dominio cambia según los niveles educativos.



En el nivel elemental tenemos un desarrollo afectivo alto vs. un desarrollo cognoscitivo bajo, en el nivel secundario aparece un equilibrio con cambio de orientación entre los dominios y en el nivel superior el nivel cognoscitivo tiene un alto desarrollo, mientras que el afectivo lo tiene bajo.

A la vista de lo analizado con anterioridad, los casos no parecen ser tan lineales como los presenta Schock, pero su modelo plantea claramente algo plenamente vigente más de dos lustros después de su presentación, esto es, la necesidad de pensar en ambos dominios y no en uno para incidir en ambos.

REFERENCIAS:

- Aikenhead, G. S.: «The measurement of high school students' knowledge about science and scientists». *Science Education*, 4, págs. 539-549, 1973.
- Ajzen, I. & Fishbein, M.: *Understanding attitudes and predicting social behavior*. Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, 1980.
- Ayers, J. B. & Price, C. O.: «Children attitudes toward science». *School Science and Mathematics*, 75, págs. 311-318, 1975.
- Billeh, V. Y. & Zakhariades, G. A.: «The development and application of a scale for measuring scientific attitudes». *Science Education*, 59, págs. 155-165, 1975.
- Campbell, R. L. & Martínez Pérez, L.: «Self-concept and attitudes as factors in the preservice teachers». *Journal of Research in Science Teaching*, 14, págs. 455-459, 1977.
- Chambers, D. W.: «Stereotypic images of the scientist: The Draw-A-Scientist Test». *Science Education*, 67, págs. 255-265, 1983.

- Cooley, W. W. & Klopfer, L.: «TOUS - Tests on understanding science: Form W». Princeton, N. J., Educational Testing Service, 1961.
- Diederich, P. B.: «Components of the scientific attitude». *The Science Teacher*, 34, págs. 23-24, 1967.
- Disinger, J. & Mayer, V.: «Student development in junior high school science». *Journal of Research in Science Teaching*, 11, págs. 149-155, 1974.
- Eiduson, B. T.: *Scientists: their psychological world*. New York, Basic Books, 1962.
- Eisenhardt, W. B.: «A search for the predominant causal sequence in the interrelationship of interests in academic subjects and academic achievement. A cross-lagged panel correlation study». Duke University, 1976. *Dissertation Abstracts International*, 37, 7, 4225-A, January, 1977.
- Escudero, T. y Lacasta, E.: «Las actitudes científicas de los futuros maestros en relación con sus conocimientos». *Enseñanza de las Ciencias*, 2, págs. 175-180, 1984.
- Fraser, B. J.: «Selection and validation of attitude scales for curriculum evaluation». *Science Education*, 61, págs. 317-329, 1977 a.
- «Evaluating the intrinsic worth of curricular goals: a discussion and an example». *Journal of Curriculum Studies*, 9, págs. 125-132, 1977 b.
- «Development of a test of science-related attitudes». *Science Education*, 62, págs. 509-515, 1978 a.
- «Environmental factors affecting attitude toward different sources of scientific information». *Journal of Research in Science Teaching*, 15, págs. 491-497, 1978 b.
- «How strongly are attitude and achievement related». *School Science Review*, 63, págs. 557-559, 1982.
- Fraser, B. J. & Butts, W. L.: «Relationship between perceived levels of classroom individualization and science related attitudes». *Journal of Research in Science Teaching*, 19, págs. 143-154, 1982.
- Fraser, B. J. & Fisher, D. L.: «Effects of anxiety on science-related attitudes». *European Journal of Science Education*, 4, págs. 441-450, 1982.
- Gabel, D. L.; Kagan, M. H., & Sherwood, R. D.: «A summary of research in science education-1978». *Science Education*, 64, págs. 429-568, 1980.
- Gauld, C.: «The scientific attitude and science education: A critical reappraisal». *Science Education*, 66, págs. 109-121, 1982.
- Glass, G. V.: «Primary secondary and meta-analysis of research». *Educational Research*, 5, págs. 3-8, 1976.
- Hadden, R. A. & Johnstone, A. H.: «Secondary school pupils' attitudes to science: the year of formation». *European Journal of Science Education*, 4, págs. 397-407, 1982.
- «Secondary school pupils' attitudes to science: the year of erosion». *European Journal of Science Education*, 5, págs. 309-318, 1983 a.
- «Secondary school pupils attitudes to science: the year of decision». *European Journal of Science Education*, 5, págs. 429-438, 1983 b.
- Haladyna, T. & Shaughnessy, J.: «Attitudes toward science: a quantitative synthesis». *Science Education*, 66, págs. 547-563, 1982.
- Haladyna, T.; Olsen, R., & Shaughnessy, J.: «Relations of students, teacher and learning environment variables to attitudes toward science». *Science Education*, 66, págs. 671-687, 1982.
- Haney, R. E.: «The development of scientific attitudes». *The Science Teacher*, 31, págs. 33-35, 1964.
- Harty, H. & Beall, D.: «Toward the development of a children's science curiosity measure». *Journal of Research of Science Teaching*, 21, págs. 425-436, 1984.
- Hasan, O. E.: «An investigation into factors affecting science interest of secondary school students». *Journal of Research in Science Teaching*, 12, págs. 225-261, 1975.
- «An investigation into factors affecting attitudes toward science of secondary school students in Jordan». *Science Education*, 69, págs. 3-18, 1985.
- Hetzel, D. C.; Rasher, S. P.; Butcher, L., & Walberg, H. J.: «A quantitative synthesis of the effects of open education». Communication presentada a la *Reunión Anual de la American Educational Research Association*, Boston, abril, 1980.
- Horwitz, R. A.: «Psychological effects of the open classroom». *Review of Educational Research*, 49, páginas 71-86, 1979.

- Hough, L. W. & Piper, M. K.: «The relationship between attitudes toward science and science achievement». *Journal of Research in Science Teaching*, 19, págs. 33-38, 1982.
- Jungwirth, E.: «Testing for understanding of the nature of science». *Journal of College Science Teaching*, 3, págs. 206-210, 1974.
- Klopfer, L. E.: «A structure for the affective domain in relation to science education». *Science Education*, 60, págs. 299-312, 1976.
- Kozlow, M. J. & Nay, M. A.: «An approach to measuring scientific attitudes». *Science Education*, 60, págs. 147-172, 1976.
- Krajovich, J. G. & Smith, J. K.: «The development of the image of science and scientists scale». *Journal of Research in Science Teaching*, 19, págs. 39-44, 1982.
- Krathwohl, D. R.; Bloom, B. S., & Masia, B. S.: *Taxonomy of educational objectives, Handbook II: Affective domain*. N. Y., David McKay Co., 1964.
- Lawrenz, F.: «The prediction of student attitude toward science from student perception of the classroom learning environment». *Journal of Research in Science Teaching*, 13, págs. 509-515, 1976.
- Lawrenz, F. & Cohen, H.: «The effect of methods classes and practice teaching on student attitudes toward science and knowledge of science processes». *Science Education*, 69, págs. 105-113, 1985.
- Lowery, L. F.; Bowyer, L., & Padilla, M. J.: «The science curriculum improvement study and student attitudes». *Journal of Research in Science Teaching*, 17, págs. 327-335, 1980.
- Lucas, A. M.: «Hidden assumptions in measures of knowledge about science and scientists». *Science Education*, 59, págs. 481-485, 1975.
- Mahoney, M. J.: «Psychology of the scientist: an evaluative review». *Social Studies of Science*, 9, páginas 349-375, 1979.
- Mallinson, G. G.: «A summary of research in science education-1975». *Science Education* (supplement), 1977.
- McMillan, J. H. & May, M. J.: «A study of factors influencing attitudes toward science of junior high school students». *Journal of Research in Science Teaching*, 16, págs. 217-222, 1979.
- Mitchell, H. E. & Simpson, R. D.: «Relationships between attitude and achievement among college biology students». *Journal of Research in Science Teaching*, 19, págs. 459-468, 1982.
- Mitroff, I. I.: *The subjective side of science*, Amsterdam, Elsevier, 1974.
- Moore, R. M. & Sutman, F. X.: «The development, field test, and validation of an inventory of scientific attitudes». *Journal of Research in Science Teaching*, 7, págs. 85-94, 1970.
- Morrisey, J. T.: «An analysis of studies of changing the attitude of elementary student teachers toward science and science teaching». *Science Education*, 65, págs. 157-177, 1981.
- Munby, H.: «The impropriety of 'panel of judges' validation in science attitude scales: a research comment». *Journal of Research in Science Teaching*, 19, págs. 617-619, 1982.
- «Thirty studies involving the 'Scientific Attitude Inventory': What confidence can we have in this instrument?». *Journal of Research in Science Teaching*, 20, págs. 141-162, 1983.
- Nay, M. A. & Crocker, R. K.: «Science teaching and affective attributes of scientists». *Science Education*, 54, págs. 59-67, 1970.
- Newton, D. P.: «Attitudes to science». *School Science Review*, 57, págs. 368-371, 1975.
- Noll, V. H.: *The teaching of science in elementary and secondary schools*. N. Y., Longmans Green and Co., 1942.
- Olstad, R. G. & Haury, D. L.: «A summary of research in science education-1982». *Science Education*, 68, págs. 205-363, 1984.
- Ormerod, M. B.: «Social and subject factors in attitudes to science». *School Science Review*, 54, págs. 645-660, 1973.
- «Pupils' attitudes to the social implications of science». *European Journal of Science Education*, 1, págs. 177-190, 1979.
- Ormerod, M. B. & Wood, C.: «A comparative study of three methods of measuring the attitudes to science of 10 to 11 year-old pupils». *European Journal of Science Education*, 1, págs. 77-86, 1983.
- Peterson, P. L.: «Direct instruction reconsidered», en Peterson, P. J. & Walberg, H. J. (ed.). *Research on teaching: concepts, findings and implications*, Berkeley, McCutchan, 1979.

- Peterson, R. W. & Carlson, G. R.: «A summary of research in science education-1977». *Science Education*, 6, págs. 425-553, 1979.
- Power, C.: «Changes in students attitudes toward science in the transition between Australian elementary and secondary school». *Journal of Research in Science Teaching*, 18, págs. 33-39, 1981.
- Renner, J. W.; Abraham, M. R., & Stafford, D. G.: «A summary of research in science education-1976». *Science Education* (supplement), 1978.
- Roe, A.: «The psychology of the scientists». *Science*, 134, págs. 456-459, 1961.
- Rokeach, M.: *Beliefs, attitudes and values*, San Francisco, Jossey-Bass Inc., 1968.
- Schibeci, R. A.: «Science teachers and science related attitudes». *European Journal of Science Education*, 3, págs. 451-459, 1981.
- «Measuring student attitudes: semantic differential or Likert instruments?». *Science Education*, 66, págs. 565-570, 1982.
- «Selecting appropriate attitudinal objectives for school science». *Science Education*, 67, págs. 595-603, 1983.
- Schock, N. H.: «An analysis of the relationship which exists between cognitive and affective educational objectives». *Journal of Research in Science Teaching*, 10, págs. 299-315, 1973.
- Schofield, H. L.: «Sex, grade level, and the relationship between mathematics attitude and achievement in children». *Journal of Educational Research*, 75, págs. 280-284, 1982.
- Schwirian, R. & Thomson, B.: «Changing attitudes toward science undergraduates in 1967 and 1971». *Journal of Research in Science Teaching*, 9, págs. 253-259, 1972.
- Shrigley, R. L.: «The correlation of science attitude and science knowledge of preservice elementary teachers». *Science Education*, 58, págs. 143-151, 1974.
- Shrigley, R. L. & Koballa, T. R.: «Attitude measurement: judging the emotional intensity of Likert-type science attitude statements». *Journal of Research in Science Teaching*, 21, págs. 111-118, 1984.
- Simpson, R. D.; Rentz, R. R., & Shrum, J. W.: «Influence of instrument characteristics on student responses in attitude assessment». *Journal of Research in Science Teaching*, 13, págs. 275-281, 1976.
- Stevens, J. T. & Atwood, R. K.: «Interest scores as predictors of science process performance for junior high students». *Science Education*, 62, págs. 303-308, 1978.
- Talton, E. L. & Simpson, R. D.: «Relationships between peer and individual attitudes toward science among adolescent students». *Science Education*, 69, págs. 19-24, 1985.
- Vanek, E. P. & Montean, J. J.: «The effect of two science programs (ESS and LAIDLAW) on student classification skills science achievement, and attitudes». *Journal of Research in Science Teaching*, 14, págs. 57-62, 1977.
- Voss, B. E.: «A summary of research in science education - 1981». *Science Education*, 67, págs. 289-419, 1983.
- Ward, W. H.: «A test of the association of class size to students' attitudes toward science». *Journal of Research in Science Teaching*, 13, págs. 137-143, 1976.
- Wareing, G.: «Developing the WAASP: Wareing attitudes toward science protocol». *Journal of Research in Science Teaching*, 19, págs. 639-645, 1982.
- Welch, W. A.: «Twenty years of science curriculum development: a look back». *Review of Research in Education*, 7, págs. 282-306, 1979.
- Zimbardo, P. G. & Ebbesen, E.: *Influencing attitudes and changing behavior*, Reading, M. A., Addison-Wesley, 1977.
- Zeidler, D. L.: «Thirty studies involving the scientific attitude inventory: What confidence can we have in this instrument?». *Journal of Research in Science Teaching*, 21, págs. 341-342, 1984.