

## CAMBIOS METODOLÓGICOS RELACIONADOS CON EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

*Juana María Rodríguez Gómez*  
Docente en la Facultad de Educación de la  
Universidad de La Laguna  
Tenerife, España

*Recibido 29-III-2009 • Aceptado 5-VI-2009 • Corregido 9-VI-2009*

**Resumen:** *Diferentes programas que analizan la enseñanza de las ciencias como la Biología, la Química, la Física o las Matemáticas buscan explicar el bajo interés del estudiantado por esas materias. Una explicación de este fenómeno es el procedimiento metodológico que utiliza el profesorado para enseñar esas disciplinas. En este artículo, se propone que el aprendizaje significativo y la promoción de determinadas actitudes basadas en el diálogo, la discusión, la participación y la cooperación, son metodologías de enseñanza que superan el conjunto de creencias erróneas en torno a la enseñanza y el estudio de las ciencias y el conocimiento científico.*

**Palabras clave:** *Enseñanza de las ciencias, aprendizaje significativo, actitudes.*

**Abstract:** *Different programs that analyze the education of sciences like Biology, Chemistry, Physics or Mathematics look to explain the low interest of the student on those subjects. An explanation of this phenomenon is the methodological procedure that the teaching staff uses to teach those disciplines. In this article, it is proposed that the significant learning and the promotion of certain attitudes based on the dialogue, the discussion, the participation and the cooperation, are education methodologies that surpass the set of erroneous beliefs around the education and the study of sciences and the scientific knowledge.*

**Key words:** *Education of sciences, significant learning, attitudes.*

### Introducción

La enseñanza de las ciencias, como la Biología, la Química, la Física o las Matemáticas, han sido trabajadas por diferentes autores (Arana, Escudero, Garcés y Aplacian, 1987; Escudero, 1985; Escudero y Lacasta, 1984; Espinosa y Román, 1991; Gómez y Cervera, 1989; Moreno y Gil, 1987; Serrano, 1986), tratando de explicar el escaso interés de los estudiantes por su aprendizaje, así como el bajo rendimiento escolar obtenido. Cuestionarnos este hecho constituye el reto de este artículo, además de interrogarnos por los procesos metodológicos más adecuados para generar cambios actitudinales.

Para ello, se presentará un análisis de los proyectos y programas asociados al aprendizaje de las ciencias, las concepciones más comunes, así como los valores asociados a la misma para concluir con la necesidad de potenciar procesos metodológicos centrados en el aprendizaje significativo y en la promoción de determinadas actitudes, como elementos generadores del cambio en la percepción de las ciencias por parte de los estudiantes.

## Proyectos y programas asociados al aprendizaje de las Ciencias

En torno a la década de los setenta surgieron una serie de programas educativos que trataban de preservar la unidad de la ciencia introduciendo ideas que recuperan el trabajo en los laboratorios, para paliar el excesivo carácter academicista que caracterizaba a los trabajos curriculares anteriores. Exponemos aquellos más relevantes estableciendo sus características y limitaciones (Rodríguez y Pérez, 2008):

### - Proyecto de la Science Master Association (Reino Unido)

Por medio de este Programa se fomentó el aprendizaje de la Física, la Química y la Biología y se establecieron los principios de una enseñanza científica en la escuela. Así para el estudio de la Física se trabajaron principios y problemas numéricos relacionados con la energía, el magnetismo, la luz y el calor de forma elemental; para la Química se priorizó la observación y la experimentación, así como el reconocimiento de las leyes científicas y las relaciones entre los hechos y las teorías. Para el estudio de la Biología se trabajó su interrelación con otras ciencias como la Psicología, la Historia, las Ciencias Sociales o el ámbito de las Letras. En este proyecto, los estudiantes parten de la observación de los organismos vivos elegidos de la flora y la fauna más cercana al contexto social de referencia, primándose el trabajo práctico y en grupo.

### - Proyecto de la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada

En la Conferencia Internacional sobre la enseñanza de la Física, las Matemáticas y la Química, celebrada en París en 1960, se estudiaron cuestiones relacionadas con el tipo de exámenes propuestos a los

estudiantes, los trabajos de laboratorio y la formación docente requerida. Se determinaron las carencias existentes en los currículos de enseñanza de las ciencias, reconociendo la necesidad de una reforma radical en este tema y definiendo nuevos métodos asociados a la enseñanza de la Física y de las ciencias en general.

### - Proyectos de la Chem Study y la Chem Bond (Estados Unidos), Scottish Alternative y Nuffield Chemistry (Reino Unido) y la UNESCO

Estos proyectos se centraron en el estudio de la Química Escolar, desde el debate conjunto entre conocimientos generados en el contexto europeo y norteamericano. En torno a los años setenta, la UNESCO editó varios manuales que reconocieron el papel especial de la ciencia en el currículum escolar, siendo necesario disponer de un material variado, centrado en la experimentación y la observación. Se indica que las nociones científicas se asimilan mejor si se obtienen desde la experimentación y son descubiertas por los alumnos/as en lugar de ser enseñadas (aprendizaje por descubrimiento). Por tanto, será la resolución de problemas, de forma individual o colectiva, la opción más idónea para aprender los conocimientos de la ciencia, donde la experimentación y el montaje de aparatos contienen un enorme valor formativo.

Otros proyectos como el Proyecto Nuffield Junior Science (Reino Unido) se centraron en la reproducción del material gráfico necesario para enseñar a los estudiantes a investigar; el Proyecto Elementary Science Study (Estados Unidos) que configuró un conjunto de actividades diversas para ahondar en el método científico, o el Proyecto Science: A Process Approach (Estados Unidos) que resaltó la puesta en práctica de los conocimientos de la ciencias, incidiendo en la observación, uso

de relaciones espacio-temporales, capacidad para predecir, inferir, etcétera.

Fundamentalmente, este conjunto de proyectos presentaba un mismo denominador común, es decir, se basaban en el aprendizaje por descubrimiento de tal forma que, autores como Hodson (1994), lo llegaron a considerar la base metodológica asociada al estudio de las ciencias. Sin embargo, los resultados obtenidos en los estudiantes no han sido favorables. Una de las razones la señala Kirschner (1992), al determinar la asociación errónea entre aprendizaje por descubrimiento y aprendizaje significativo desarrollado por Ausubel; es decir, al incidir en el aprendizaje por descubrimiento excluyendo el aprendizaje significativo.

Aunque la teoría de Ausubel no fue acogida inicialmente y sus artículos eran rechazados en las principales revistas de Psicología Educativa, la obra divulgadora de Novak (1982), permitió popularizar los puntos de vista ausubelianos de tal forma que, actualmente constituyen un marco de referencia ineludible en la Didáctica y, por supuesto, en la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Esta teoría presta una atención especial al aprendizaje verbal y de conceptos. Su trabajo sirvió para clarificar algunas confusiones entre el aprendizaje por descubrimiento y el aprendizaje significativo. Para este autor, existe aprendizaje significativo cuando se relaciona intencionalmente material que es potencialmente significativo con las ideas establecidas y pertinentes de la estructura cognitiva. Surge, por tanto, como resultado de la interacción entre los conocimientos del que aprende y la nueva información que se adquiere. Así, el aprendizaje se concibe como un proceso de construcción de nuevos conocimientos a partir de los previos, superando las posiciones tradicionales ancladas en la memoria y la repetición mecánica (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983).

Esta nueva propuesta ha reconceptualizado el aprendizaje de las ciencias, fundamentalmente en la resolución de problemas, el trabajo desarrollado

en los laboratorios y en la información estructurada que ofrecen algunos manuales de trabajo, posibilitando un nuevo paradigma que supera los mecanismos del método científico aplicado a la educación. Este paradigma interpretativo está basado en la identificación de situaciones problemáticas, estudio cualitativo de las mismas, tratamiento científico de los conflictos y generalización de los resultados así como, su aplicabilidad a situaciones diversas. Proponemos una serie de pasos a desarrollar en los currículos escolares de ciencias, basados en el trabajo individual o colectivo, en relación directa con el contexto de referencia y con los intereses del alumnado tanto de Educación Primaria como de Secundaria. Desarrollo cada uno de los pasos a seguir:

- Identificación de las situaciones problemáticas: Los docentes y el alumnado pueden elaborar una lista de necesidades y de contenidos de aprendizaje que se consideran relevantes para el centro y la comunidad asociados al ámbito de las Ciencias. Esta lista de necesidades se comparte con otras listas elaboradas por otros docentes y estudiantes y así sucesivamente, hasta conformar un conjunto de necesidades que identifiquen el nivel educativo en el que se encuentren los estudiantes. Para facilitar su desarrollo, exponemos la técnica de la “bola de nieve” con los siguientes pasos: se establecen grupos pequeños donde cada docente y estudiante elabora su lista de necesidades, al mismo tiempo que se van eliminando aquellas otras que se consideran plenamente coincidentes con el objetivo de obtener un listado de necesidades comunes. El proceso se va repitiendo cuantas veces sea necesario para definir la lista final que representa al aula.
- Categorización. La identificación de necesidades suele ser muy amplia, por

lo que se requiere una categorización; es decir, una clasificación que permita la creación de conjuntos sintéticos o categorías. Estas categorías son arbitrarias y particulares para cada contexto. No obstante, permiten determinar cuáles son las inquietudes y elementos significativos que representan a todos/as.

- Priorización. Supone un paso cualitativo importante al definir aún más los ámbitos de mejora. Para ello, se propone como técnica “el diamante” con el siguiente proceso de trabajo: En el vértice superior se coloca la categoría priorizada en primer lugar; en la siguiente, las dos categorías priorizadas en segundo lugar y así, sucesivamente.
- Planificación de la actividad. Cuando se decide llevar a la práctica el análisis educativo y social de los contenidos sometidos a estudio, se elabora un plan educativo conjunto. El grado de amplitud y generalidad del mismo dependerá de la naturaleza del ámbito de mejora sobre el que se está trabajando. La estructura definida por esta planificación ha de ser flexible, incorporando las actividades concretas a realizar, los recursos necesarios, el lugar donde tendrá lugar, etcétera.
- Desarrollo de la actividad y valoración de la misma. Constituye una fase crucial en el proceso de trabajo del alumnado. Su puesta en práctica deriva del desarrollo crítico, reflexivo e investigador de las etapas anteriores. En ella, la relación colaborativa se considera decisiva como espacio de contraste, de aprendizaje sucesivo, de solución de problemas y de recogida de información. Se debe valorar el grado de ajuste entre las tareas que se habían planificado y las que se están realizando a fin de valorar los resultados obtenidos, así como el ajuste entre los conocimientos adquiridos y los establecidos. Es importante realizar un análisis crítico sobre

el cumplimiento de los compromisos acordados.

- Evaluación del aprendizaje. Esta metodología activa y participativa asociada al estudio de la ciencia, permite la valoración constante orientada a la mejora y al aprendizaje consolidado. La evaluación realizada por el alumnado se caracteriza por la observación, el análisis y la retroalimentación. Subyace a todas las fases del proceso y responde a criterios de análisis, revisión y propuesta de alternativas o sugerencias. Mediante la evaluación se reflexiona colectivamente sobre los procesos conseguidos o no, posibilitando la continuidad entre lo realizado y lo deseado. Resulta adecuado establecer un reconocimiento de la labor realizada, de los logros conseguidos en sus acciones o servicios prestados y del grado de implicación mantenido por todos los agentes asociados al proceso participativo.

Con todo ello, la enseñanza de las ciencias afronta nuevos retos educativos basados en el desarrollo de competencias y de estrategias que posibiliten en los estudiantes aprender a aprender, aprender a conocer, aprender a ser y aprender a hacer. Por tanto, la enseñanza y aprendizaje de las ciencias va más allá de la vinculación inductiva de la teoría y la práctica para incorporar objetivos como valorar la historicidad del contenido de la enseñanza, conocer la esencia, los nexos y relaciones entre los objetos, fenómenos y procesos, tener en cuenta los aspectos éticos que acompañan a los descubrimientos científicos, para crear un sentido de compromiso y transformación social (Zilberstein, 2000). Este autor propone una serie de elementos a considerar que promueven el aprendizaje de las ciencias:

Aprendizaje a partir de la búsqueda del conocimiento mediante métodos y procedimientos que estimulan el pensamiento teórico, llegar a la esencia vinculando el contenido con situaciones de la vida.

Sistemas de actividades que posibiliten los procesos de análisis, síntesis, comparación, abstracción y generalización para generar conceptos y desarrollar procesos de pensamiento.

Desarrollar formas de actividades y de comunicación colectiva que favorezcan la interacción de lo individual con lo colectivo en el proceso de aprendizaje.

Relacionar el contenido de aprendizaje con la práctica social.

## Concepciones sobre el aprendizaje de las Ciencias

Los estudiantes tienden a concebir el aprendizaje como un proceso pasivo o reproductivo y no como una tarea de construcción del conocimiento. Es erróneo pensar que aprender ciencias es aprender, fundamentalmente, fórmulas que permiten resolver ejercicios o aprender hechos y fenómenos que los científicos han ido descubriendo a lo largo del tiempo (Hammer, 1994). Generalmente, los estudiantes de ciencias utilizan metáforas para establecer las relaciones entre el conocimiento y el aprendizaje. Así, conciben el contenido como un territorio con fronteras que se pueden ampliar y que se conquista por medio del aprendizaje. Otras lo identifican como un proceso de transferencia del conocimiento en el que el cerebro es un almacén pasivo, una especie de estantería en el que se colocan los paquetes de conocimiento.

Presentamos algunas creencias epistemológicas de los estudiantes sobre la ciencia y el conocimiento científico (Hammer, 1994; Roth y Roychoudhury, 1994):

- El conocimiento científico se articula en torno a leyes que existen independientemente de que los científicos las descubran o no.
  - Los científicos resuelven los problemas mediante la aplicación de fórmulas por procedimientos puramente simbólicos.
  - En general, el estudio de las disciplinas científicas se entiende como un conjunto de elementos separados sin que sea necesaria una coherencia global.
  - La relación entre la formulación de hipótesis y el diseño de experimentos es débil en general.
  - A veces la relación entre el pensamiento científico y la realidad cotidiana es escasa.
  - Pocos sujetos destacan la predicción como un objetivo fundamental de la ciencia.
- Estas metáforas también son asumidas por muchos docentes, transmitiendo a su alumnado, implícita o explícitamente, sus concepciones sobre el aprendizaje. En este sentido, la Universidad debe reconocer su cuota de responsabilidad en la difusión y mantenimiento de estas concepciones inadecuadas y fuertemente arraigadas en el aprendizaje ya que ocupa un papel importante en la formación docente y en el desarrollo de una metodología activa y participativa (Rodríguez, 1988; Ortega, Saura y MínguezOrtega y otros, 1993). Así, una enseñanza pasiva de los conocimientos basada en la copia y en la memorización tiene como consecuencia la transmisión de una ideología implícita sobre el conocimiento científico y el aprendizaje que marcará el desarrollo profesional de los futuros profesionales de la educación. No es nada extraño que los estudiantes consideren poco serias aquellas actividades vinculadas con la discusión abierta en clase o las actividades de resolución de problemas, alejadas significativamente de los ejercicios tradicionales asociados al aprendizaje de las ciencias.
- Se tiende a considerar que el conocimiento científico está fundamentado principalmente en el estudio objetivo de determinados hechos.
  - Según esta creencia, el papel de la observación en la producción del conocimiento científico es fundamental.
  - Este conocimiento se acercaría cada vez más con el paso del tiempo a la verdad absoluta.

Porlán (1998) plantea que los datos obtenidos en investigaciones realizadas con docentes, principalmente profesorado de ciencias, muestran que la tendencia predominante es una visión positivista (empírico-inductiva) tal y como muestran los datos recogidos a partir de una encuesta realizada a los integrantes del Grupo Operativo en Didáctica de las Ciencias Experimentales (GODCE) con el objeto de conocer sus creencias epistemológicas. La encuesta, construida sobre dieciocho ítems, fue adaptada a partir del Inventario de Creencias Didácticas y Epistemológicas para estudiar creencias explícitas desarrollada por Porlán (1998) y modificada por Peme, Gerbaudo, Masullo, Jalil y Salas (1997). Estos ítems resaltan las siguientes creencias asociadas al docente:

- El método científico es una secuencia de etapas mecánicas iniciada por el investigador.
- La invención y la creatividad no forman parte del método científico.
- La ciencia se caracteriza por poseer un método estable para estudiar los problemas.
- La flexibilidad que caracteriza a la metodología científica permite que se pueda utilizar la intuición y la imaginación en cualquier momento del proceso.
- En una metodología científica se siguen pasos que van desde la observación imparcial de los hechos hasta la elaboración de teorías.
- La dimensión del científico es neutra y no está contaminada por ideas previas.
- La observación objetiva y sistemática de la realidad permite descubrir lo que en ella ocurre, así se construye su conocimiento.
- En la elaboración del conocimiento científico hay avances, retrocesos y estancamientos.
- Algunas ciencias utilizan procedimientos experimentales que las convierten en superiores a otras.

- Los investigadores poseen un marco teórico, lo confrontan con la realidad y producen nuevos conocimientos. Esa construcción está sujeta a errores y confusiones.
- Existen problemas que la ciencia no puede solucionar.
- Las teorías científicas representan de manera completa y verdadera los fenómenos reales que estudian.
- Las opiniones de los científicos pueden ser tan subjetivas como las de cualquier otra persona.
- Los criterios que posee la ciencia son parciales porque los hechos de la naturaleza están sujetos a interpretaciones individuales y sociales.
- La objetividad de los científicos y sus métodos permiten que la ciencia sea neutral.
- El conocimiento científico es verdadero y definitivo.
- Los conocimientos científicos que han adquirido un carácter universal difícilmente cambian.
- El progreso de la ciencia es objetivo y válido al existir criterios estables para evaluar sus conocimientos.

Mediante el reconocimiento de creencias y concepciones previas, se pretende ayudar a los docentes a afrontar sus propias dificultades y la de sus estudiantes en relación con el aprendizaje de las ciencias, para iniciar los procesos más adecuados de debate y toma de decisiones. En esta concepción de la ciencia influye de manera decisiva la formación pedagógica que se tiene.

### **Valores asociados al aprendizaje de las Ciencias**

Para autores como Ortega (1996) y Cortina (1996), los valores forman parte de las creencias, son cualidades reales, con una dimensión dinámica y relacional, que permite acondicionar el mundo y hacerlo habitable. Los valores son conceptos que

forman parte de nuestra vida personal y social. Son fundamentales para el funcionamiento de las sociedades. Es necesario considerar la acción educativa como una acción humanizadora, capaz de favorecer y potenciar la interiorización y el desarrollo de los valores humanos. Valores que permitan trabajar en armonía, aprender a aprender y aprender a vivir, porque toda educación debe contribuir al desarrollo de la persona de forma global (Marín, 1993). Los procesos educativos deben abordar no sólo conocimientos y destrezas sino aquellos valores y actitudes que promuevan la integración del educando en un mundo en permanente cambio. La educación es un proceso de humanización.

Las diferentes taxonomías con respecto al tratamiento de los valores plantean que, existen valores morales, estéticos, religiosos, filosóficos y, por supuesto, científicos. En la vida personal, los valores científicos se suman a otros y no los sustituyen.

Los valores asociados a las ciencias se desarrollaron en el siglo XVII con Bacon, Descartes y Galileo, en quienes hallamos por primera vez la convergencia de la tradición práctica de los artesanos y técnicos con la gran tradición teórica y metodológica (Rossi, 1967). De esta forma, añadía Pérez (1987), el mejor regalo de la ciencia no se encuentra en sus resultados prácticos ni en los grandes esquemas conceptuales sino en el método científico que permite confrontar y explicar sistemática y rigurosamente los modelos teóricos con los fenómenos de la naturaleza.

Para Rojas (2000), los valores que caracterizan a las ciencias son los de objetividad y pensamiento lógico crítico. La visión objetiva posibilita ver las cosas y fenómenos en su propia realidad y no conforme al gusto y prejuicio del observador; el pensamiento lógico que exige explicaciones de las causas y fenómenos que sean razonables y verificables, excluyendo causas imposibles de comprobar y, el pensamiento crítico, que permite comparar las construcciones teóricas con los hechos observados.

Generalmente, vivimos conforme a concepciones más tradicionales relacionadas con el azar, considerando que muchos fenómenos ocurren de modo caprichoso y no conforme a la existencia de leyes naturales.

Esta imagen de la ciencia, asociada a concepciones tradicionales, puede resumirse en las siguientes frases (González, López y Luján, 1996):

- Cada problema auténtico tiene una única solución correcta.
- El método científico permite alcanzar las soluciones correctas a los problemas planteados.
- Todas las soluciones correctas son compatibles entre sí.
- Las necesidades vitales de las personas son de naturaleza técnica.
- Los expertos son los únicos que pueden seguir velando por nuestras necesidades.

Si a esto añadimos la dificultad para dominar unos contenidos y métodos asociados a las ciencias y a las tecnologías, estableceremos los elementos necesarios para que los estudiantes crean que el futuro está determinado exclusivamente por un conjunto de ciencias que lo saben todo sobre el mundo y sobre la conducta humana. Esta reducción de lo humano a lo científico dificulta su aprendizaje (Izquierdo, 2006). Asimismo, añade esta autora:

Si esto no se explica bien, si las ciencias se mantienen lejanas a la gente y encerradas en su torre de marfil de prestigio y dificultad, con su aureola de saber de élite, los alumnos/as pueden pensar que obrar bien o mal, tener ilusiones, sufrir o estar contento, es sólo una cuestión de conexiones neuronales químicas que únicamente se pueden controlar con ayuda de los expertos en conexiones neuronales o químicas y que, por tanto, ellos no tienen responsabilidad real sobre su conducta (pp. 872-73).

Sin embargo, si presentamos los conocimientos derivados de la ciencia como contenidos exclusivamente objetivos, excluimos un espacio importante de reflexión y de toma de decisiones, asociado a disciplinas

como la Filosofía o la Ética. Este espacio de reflexión nos permite discernir sobre los conflictos de valor que surgen del trabajo y conocimiento de las ciencias.

En este sentido, la ciencia y el conocimiento científico deben posibilitar el desarrollo autónomo del alumnado, su capacidad para decidir por sí mismos, para así formar parte activa de la sociedad, transformándola. Los docentes deben favorecer los mecanismos necesarios para que los estudiantes se descubran a sí mismos, el mundo y su significado por medio de las clases de ciencias, mediante el desarrollo de un pensamiento científico contextualizado. Prada (2001) presenta un conjunto de valores asociados al conocimiento científico como son los de orden, claridad, capacidad argumentativa, potenciación del espíritu crítico, modestia intelectual, respeto por la dignidad humana, interés por solucionar problemas y respeto al medio ambiente. Cada uno de estos valores presenta una serie de características que lo definen. Por ejemplo:

- Orden: Aprender a organizarse en las clases, estableciendo secuencias y utilización de ejemplos.
- Capacidad argumentativa: Capacidad de los estudiantes para interpretar diferentes situaciones, capacidad para plantear preguntas, búsqueda de explicaciones.
- Potenciación del espíritu crítico: Trabajo en grupo, descripción y cuestionamiento de los fenómenos, pensamiento hipotético y creativo y análisis de situaciones de laboratorio.
- Respeto por la dignidad humana: Pautas y normas de comportamiento y de interacción con los demás..
- Interés por solucionar problemas: Cuidado del medio ambiente, del cuerpo y conocimiento de enfermedades, conocimiento del otro e identificación de problemas que llevan a proponer soluciones.
- Respeto al medio ambiente: Relación de problemas sociales, políticos y

económicos asociados a la Humanidad y cuidado del medio ambiente.

- Potenciación del espíritu crítico: Descripción y cuestionamiento de los fenómenos, pensamiento hipotético y creativo desde lo experiencial, análisis de laboratorio.
- Claridad en los temas tratados para orientar el trabajo.

Un estudio realizado por Arteta, Chona, Fonseca, Ibáñez y Martínez (2005) ratifica los valores anteriores, señalando que el orden se manifiesta desde dos acepciones, una relacionada con el desarrollo de la clase, su organización, utilización de materiales didácticos que atienden al desarrollo secuencial de los contenidos temáticos y la otra, con el ejemplo de los docentes hacia sus estudiantes. De la misma forma, el interés por solucionar los problemas de la sociedad se relaciona con el conocimiento de los estudiantes sobre problemáticas que permitan comprenderlas e interpretarlas para contribuir a gestar soluciones. Con respecto a la capacidad argumentativa que los docentes promueven en sus estudiantes, estos autores hacen referencia a las habilidades para expresar ideas y situaciones, plantear preguntas y buscar explicaciones y, finalmente, el respeto por el medio ambiente. Este se presenta mediante el entendimiento de las leyes de la naturaleza, relacionando problemas sociales, políticos y económicos, haciendo que los estudiantes tomen conciencia de la conservación y cuidado del entorno. Estos valores se reconocen también como competencias que posibilitan la formación ciudadana.

Además de estos valores, se promueven otros universales como son el respeto, responsabilidad, confianza, laboriosidad, solidaridad, honestidad. Estos se trabajan en las aulas por medio del contenido asociado a las diferentes materias y desde la interrelación que establece el docente con su alumnado en la dinámica de la clase.

En el ámbito de las ciencias, las actitudes han sido clasificadas en dos

grandes categorías: (1) actitudes hacia la ciencia, que recogen la posición afectiva de los estudiantes en relación al aprendizaje de las materias científicas. Esta primera categoría puede, a su vez, desglosarse en una serie de aspectos como actitudes hacia el aprendizaje de la ciencia en general o de aspectos concretos (energía renovables, contaminación, energía nuclear, etc.), actitudes hacia las carreras de ciencias y hacia las clases prácticas, y (2) actitudes científicas que abarcan aquellos rasgos asociados a la conducta científica y de los científicos como pueden ser la curiosidad, la objetividad, etc. (Escudero, 1985).

Las creencias que generan actitudes negativas hacia el estudio de las Ciencias Experimentales tienen su origen en planteamientos como (Ortega y otros, 1993) concepción de la ciencia como algo rígido y estático en contraposición a la estructura dinámica que tiene en realidad; escaso conocimiento de los métodos de la ciencia (observación de los fenómenos, diseño y realización de experiencias, formulación de hipótesis y análisis de resultados, etc.); desconocimiento de la importancia de la ciencia en el desarrollo de la humanidad; abuso de una metodología de transmisión verbal de conocimientos elaborados; falta de conciencia del alumnado sobre la naturaleza del quehacer científico así como, falta de conciencia crítica hacia los fenómenos de la naturaleza.

Conscientes de estas actitudes, Ortega y otros (1993) realizaron una investigación centrada en “La formación de actitudes positivas hacia el estudio de las ciencias experimentales”, tratando de desarrollar en los estudiantes el interés hacia la ciencia, no tanto como variable mediadora en el proceso de aprendizaje, sino como un objetivo en sí mismo justificable, de tal forma que, se pueda correlacionar el rendimiento académico con un cambio actitudinal. Fundamentaron su investigación en la teoría de la acción razonada de Fishbein y Ajzen (1980) y Escámez y Ortega (1986). Este modelo entiende a la persona como un

ser racional que usa la información para hacer juicios, evaluaciones y tomar decisiones. Así, se concluye que la conducta social humana no está determinada por motivos inconscientes o deseos caprichosos o irresistibles, sino que considera las implicaciones de su acción.

Destaca en este modelo la categoría referida a “las creencias” de los estudiantes que determinan la acción. De tal forma que, un cambio en el conjunto de las creencias puede llevar a un cambio actitudinal y, por supuesto, de la conducta. Desde los contextos de interacción generados en el aula, el cambio en las actitudes va paralelo a un cambio en los procesos metodológicos y relacionales establecidos en el aula.. Para Ortega (1986), la cooperación al generar interdependencia en sus componentes posibilita una mayor interacción entre los estudiantes, una nueva forma de entender las relaciones profesor/alumno, así como la asunción de roles y funciones distintas. Con todo ello, la transmisión magistral del conocimiento es sustituida por aquella en la que los componentes del grupo se convierten en transmisores de esos conocimientos, asumiendo el docente otras competencias profesionales basadas en la motivación, orientación y facilitación del trabajo en grupo. Entre las estrategias de cooperación más utilizadas en la práctica educativa tenemos: la técnica puzzle de Aronson (1978) y la técnica de grupo de investigación o el desarrollo del role-playing.

Tomando en consideración estos parámetros teóricos esbozados desde la Pedagogía, la investigación iniciada por Ortega y otros (1993) pretendía cambiar las creencias o conocimientos de carácter negativo que sustentan las actitudes negativas del alumnado de ciencias experimentales. Para estos autores, la discusión, el debate y el diálogo abierto pueden provocar en la persona un conflicto cognitivo que posibilite un cambio en sus creencias y por tanto, en su actitud. Realizaron un diseño experimental pre-post con una serie de fases:

- Elaboración y aplicación a los grupos seleccionados de un cuestionario inicial o escala (pre-test) que permitió conocer el nivel actitudinal de partida. En el ámbito de las ciencias se han desarrollado y aplicado diversos instrumentos de exploración. Por ejemplo, el “Inventario de Actitudes Científicas” de Moore y Sutman (1970), el “Test de Actitudes relativas a la Ciencia” de Fraser (1978) o el “Inventario de Intereses Científicos” de Stevens y Atwood (1978). Generalmente, estas escalas tratan de medir el componente afectivo; es decir, la aceptación o el rechazo del sujeto hacia el objeto de la actitud así como su intensidad, obviando la medida de los componentes cognitivos y conductuales. Por tanto, estos autores, apostaron por la elaboración de una escala de actitudes para el estudio de las Ciencias Experimentales, eligiendo el procedimiento Likert (1932) ya que goza de una gran aceptación entre los investigadores por su objetividad, así como por la relativa facilidad con la que permite obtener escalas aceptablemente fiables como “La escala relativa al estudio de las ciencias experimentales” (Ortega y otros, 1993, p. 176). El análisis de cada uno de los ítems de la escala constató que los estudiantes conceden cierta utilidad a las asignaturas de carácter científico, estando atentos en clase. Sin embargo, aquellas que no son de su agrado y su estudio les resultan poco agradables, difíciles y aburridas.
- Aplicación del programa a los grupos experimentales mientras que los de control continuaron con una metodología tradicional. El programa pedagógico desarrollado se basaba en la implementación en el aula de técnicas que posibiliten el diálogo, la discusión, la participación y la

cooperación del alumnado en los procesos de enseñanza-aprendizaje. De esta forma, se planteaba una forma de pensamiento más creativa que generaba en los estudiantes disonancia cognitiva, tal y como señalan los paradigmas constructivistas del aprendizaje de las ciencias.

- Aplicación a todos los grupos del cuestionario inicial para evaluar si las diferencias obtenidas en los grupos experimentales respecto del grupo control son o no significativas a nivel estadístico.

Los resultados obtenidos en esta investigación, tras la aplicación del programa pedagógico a los grupos experimentales, determinaron una modificación sustancial entre las actitudes negativas iniciales y las creencias y actitudes positivas finales.

## Conclusiones

A lo largo de la historia se han desarrollado un conjunto de proyectos y programas asociados al aprendizaje de las ciencias. Sin embargo, estudios posteriores llegaron a cuestionar los procesos metodológicos utilizados en los mismos, reivindicando el aprendizaje significativo.

Los presupuestos del aprendizaje significativo constituyen una alternativa metodológica importante que ha delimitado el marco de referencia de la didáctica de las ciencias experimentales.

La relación entre los conocimientos aprendidos y la nueva información crea una estructura sólida de aprendizaje que trasciende la repetición mecánica de los conceptos. Así, la resolución de problemas y el trabajo realizado en el laboratorio quedan asociados a un proceso que asume la identificación de situaciones problemáticas, el estudio cualitativo de las mismas, la generalización de resultados y la aplicabilidad a situaciones diversas.

De esta forma, situamos el estudio de las ciencias en el desarrollo de competencias

y estrategias metodológicas que posibilitan el aprender a aprender. Lógicamente, esto supone un cambio y un revulsivo en el conjunto de creencias que han permanecido en los estudiantes y en el profesorado. La ciencia deja de centrarse exclusivamente en la transmisión de conocimientos objetivos para incluir espacios de reflexión y de toma de decisiones.

Estos espacios de reflexión permiten analizar aquellos conflictos de valor que subyacen al trabajo y conocimiento de la ciencia, tomando como referencia el debate, la elaboración de preguntas, la búsqueda de soluciones y el trabajo colaborativo.

Finalmente, es importante resaltar el conjunto de valores asociados al estudio del conocimiento científico que el alumnado puede aprender. Por ejemplo, el orden, la capacidad argumentativa, el desarrollo del espíritu crítico, el respeto por la dignidad humana y el interés por la solución de problemas. Valores que se plasman en actitudes presentes en el aula que posibilitan un cambio en la percepción de los estudiantes con respecto al aprendizaje de las ciencias.

## Referencias bibliográficas

- Arana, J., Escudero, T., Garcés, R. y Aplacian, E. (1987). Imagen de las asignaturas de ciencias en la transición de la educación básica a la secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 5(1), 10-15.
- Aronson, E. (1978). *The jigsaw classroom* [El aula como rompecabezas]. California: Beverly Hills Sage.
- Arteta, J., Chona, G., Fonseca, G., Ibáñez, X. y Martínez, S. (2005). La clase de ciencias y la formación en valores. Estudio de casos sobre cómo los profesores propician valores desde sus acciones. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, 1-5.
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, T. (1983). *Psicología cognitiva. Un enfoque cognoscitivo*. México: Trillas.
- Cortina, A. (1996). *Un mundo de valores*. Valencia: Generalitat Valenciana.
- Escámez, J. y Ortega, P. (1986). La educación en actitudes y valores. Una exigencia para el hombre de hoy. En J. Escámez y P. Ortega (Eds.), *La enseñanza de actitudes y valores* (pp. 126-129). Valencia: Nau Llibres.
- Escudero, T. (1985). Las actitudes en la enseñanza de las ciencias. Un panorama complejo. *Revista de Educación*, N° 278, 5-26.
- Escudero, T. y Lacasta, E. (1984). Las actitudes científicas de los futuros maestros en relación con sus conocimientos. *Enseñanza de las Ciencias*, 2(3), 175-180.
- Espinosa, J. R. y Román, T. (1991). Actitudes hacia la ciencia y asignaturas pendientes. Dos factores que afectan al rendimiento de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), 151-155.
- Fishbein, M. y Ajzen, I. (1980). *Understanding attitude and predicting social behavior* [Actitud de entendimiento y la predicción de la conducta social]. New Jersey: Prentice Hall.
- Fraser, B. (1978). Development of a test of science-related attitudes [Desarrollo de una prueba de ciencias relacionadas con las actitudes]. *Science Education*, 62(4), 509-515.
- Gómez, C. y Cervera, S. (1989). Actitudes y cambio conceptual en la educación ambiental. Ponencia presentada en el III Congreso Internacional sobre Didáctica de las Ciencias y de

las Matemáticas. *Enseñanza de las Ciencias*, N° extra, Parte 3, 209-211.

- González, M., López, J. A. y Luján, J. L. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid: Tecnos.
- Hammer, D. (1994). Epistemological beliefs in introductory physics [Ciencias epistemológicas en la física introductoria]. *Cognition and Instruction*, 12(2), 151-183.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo en laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.
- Izquierdo, M. (2006). Por una enseñanza de las ciencias fundamentada en valores humanos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(30), 867-882.
- Kirschner, P. (1992). Epistemology, practical work and academic skill in science [Epistemología, prácticas académicas y habilidades en la ciencia]. *Science and Education*, 1(3), 273-299.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitude [Una técnica para la medición de la actitud]. *Archives of Psychology*, 22(140), 44-45.
- Marín, R. (1993). *Los valores. Un desafío permanente*. Madrid: Cincel.
- Moore, R. y Sutman, F. (1970). The development field test, and validation of fan inventory of scientific attitudes [El ámbito del desarrollo de pruebas, la validación o un inventario de actitudes científicas]. *Journal of Research in Science Teaching*, 7(2), 85-94.
- Moreno, M<sup>a</sup>. D. y Gil, D. (1987). La media de las actitudes de los estudiantes de BUP. Hacia la física. Ponencia presentada al Segundo Congreso Internacional de Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas. *Enseñanza de las Ciencias*, N° extra, Parte 3, 268-270.
- Novak, J. (1982). *Teoría y práctica de la educación*. Madrid: Alianza.
- Ortega, P. (1986). La investigación en la formación de actitudes. Problemas metodológicos y contextuales. *Anales de Pedagogía*, N° 4, 185-200.
- Ortega, P. (1996). *Tolerancia en la escuela*. Barcelona: Ariel.
- Ortega, P., Saura, J. P. y Mínguez, R. (1993). La formación de actitudes positivas hacia el estudio de las ciencias experimentales. *Revista de Educación*, N° 301, 167-196.
- Peme, C., Gerbaudo, S., Masullo, M., Jalil, A. y Salas, C. (1997). Fundamentos teóricos de los ítems de inventario de creencias didácticas y epistemológicas (ICDE) destinado a docentes de ciencias de nivel medio. En Asociación de Profesores de Física de Argentina, *Memoria de la X Reunión de Educación en la Física (XREF)*, Tomo II (pp. 139-148). Argentina, Mar del Plata: el autor.
- Pérez, R. (1987). *Acerca de Minerva. Fondo de la Cultura Económica*. Colección La Ciencia desde México. México: Secretaría de Educación Pública.
- Porlán, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: Estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 271-288.
- Prada, B. (2001). *Filosofía de las ciencias y los valores*. Consultado el 19 de

febrero del 2009 de [www.campus.oei.org/valores/prada.htm](http://www.campus.oei.org/valores/prada.htm).

Rodríguez, M. (1988). Metodología participativa en el aula. *Revista Interuniversitaria del Profesorado*, N° 3, 177-188.

Rodríguez, J. y Pérez, R. (2008). *Tendencias psicológicas y pedagógicas en el aprendizaje de las ciencias*. Consultado el 25 de febrero de 2009 de [www.psicopedagogia.com/aprendizaje-de-las-ciencias](http://www.psicopedagogia.com/aprendizaje-de-las-ciencias).

Rojas, M. (2000). *La ciencia y la sociedad mexicana*. Ciencia UANL, 4, 127-129. México.

Rossi, P. (1967). *Los filósofos y las máquinas 1400-1700*. Barcelona: Labor.

Roth, W. y Roychoudhury, A. (1994). Physics students' epistemologies and views about knowing and learning

[Cuestiones psicológicas de los estudiantes y opiniones sobre el conocimiento y el aprendizaje]. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(2), 5-30.

Serrano, T. (1986). *La imagen de los científicos en los alumnos al finalizar el Ciclo Medio*. Documentos IEPS. Monografía, N° 1. Madrid: Instituto de Estudios Pedagógicos Somosaguas.

Stevens, J. y Atwood, R. (1978). Interest scores as predictors of science process performance for junior high students [Resultados de interés como predictores del proceso de alto rendimiento de los jóvenes estudiantes]. *Science Education*, 62(3), 303-308.

Zilberstein, T. (2000). *Desarrollo intelectual en las ciencias naturales*. La Habana: Pueblo y educación.

