

¿QUE IDEA SE TIENE DE LA CIENCIA DESDE LOS MODELOS DIDÁCTICOS?

José Fernández González. I.B. Canarias Cabrera Pinto, Centro Superior de Educación de la Universidad de La Laguna.

Nicolás Elortegui Escartín. I.E.S. César Manrique, Santa Cruz de Tenerife.

José Fernando Rodríguez García. C.P. San Fernando, Santa Cruz de Tenerife.

Teodomiro Moreno Jiménez. I.B. Anaga, Santa Cruz de Tenerife.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se dispone de distintos marcos conceptuales para describir y modelizar el conocimiento de los profesores, es decir, el pensamiento de los profesionales de la docencia sobre los procesos de enseñanza aprendizaje. Los términos con que se designan son muy variados: constructos, teorías implícitas, creencias, rutinas, paradigmas, esquemas profesionales, etc.

Sin embargo, son mucho más escasas las descripciones contrastadas y significativas de los distintos modelos de profesor, es decir, de modelos didácticos.

Para llevar a cabo esta descripción se han de detectar los elementos mas influyentes en el pensamiento y en la práctica de los profesores, porque esto afecta al modo en que enfocan los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Consideramos, por tanto, que puede ser interesante y esclarecedor el estudio de modelos didácticos y, por consiguiente, de algunos de sus elementos de caracterización (figura 1), como es el que nos ocupa acerca de la imagen que tienen los profesores de la Ciencia.

La detección de estos elementos esenciales vendrá dada por la respuesta a una serie de preguntas-problema:

- ¿Cómo es la Ciencia y cómo trabajan los científicos?.
- ¿Todos los profesores concebimos lo mismo cuando hablamos de proporcionar a los alumnos conocimientos científicos?.
- ¿Cómo se concibe la formación científica escolar?.
- ¿Qué es el método científico?.
- ¿Qué idea tenemos de la Ciencia que conviene enseñar?.
- ¿Cuál es el papel de la actividad experimental?.

Nos parece evidente que la respuesta a todas estas preguntas no es única, y que se pueden sistematizar las distintas soluciones alrededor de los distintos modelos didácticos.

Para ello, y en la misma línea de un trabajo anterior (Fernández y Elortegui, 1996), vamos a presentar un abanico de cinco alternativas a las concepciones de lo que es la Ciencia y la forma en que los científicos actúan y la desarrollan, tal y como se suelen

encontrar en el colectivo docente, para analizar, tras cada una de ellas, la filosofía que subyace y cómo afecta al aprendizaje de nuestros alumnos.

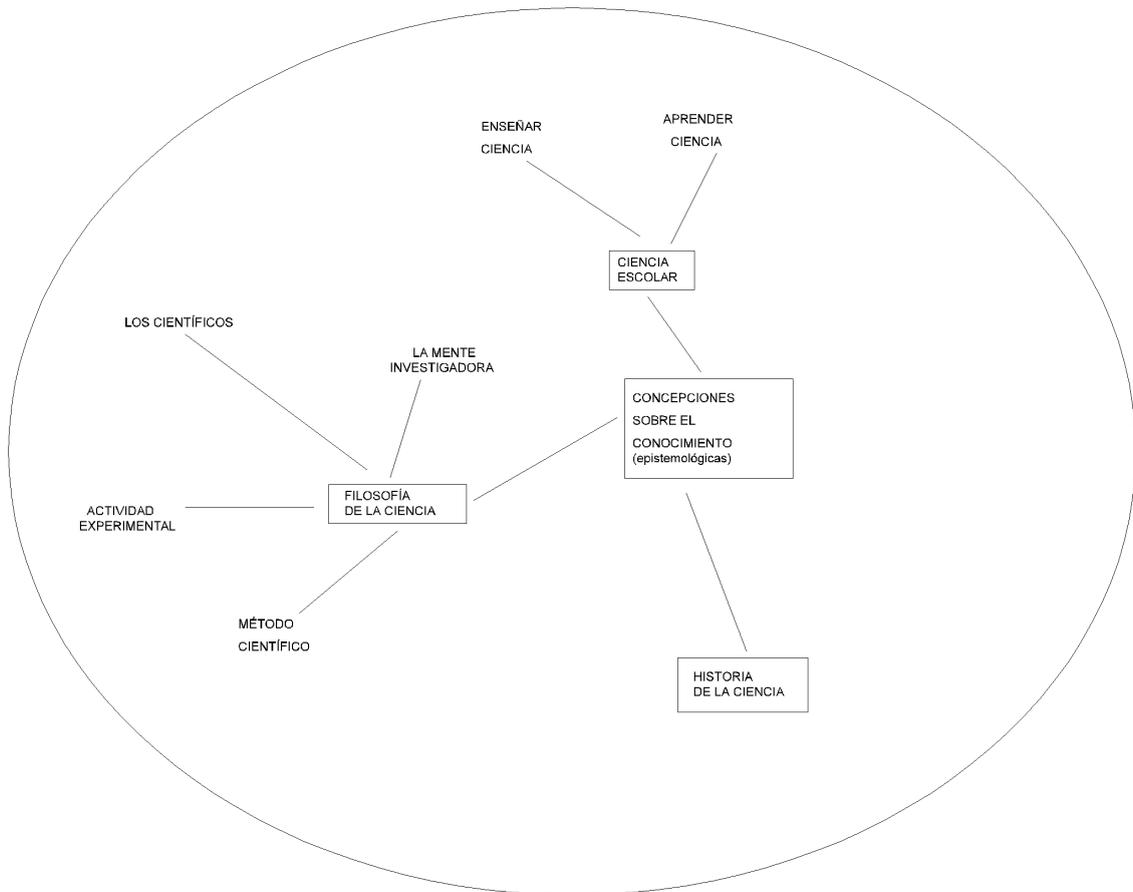


Figura 1

MODELO TRANSMISOR

En este modelo didáctico, la Ciencia es exacta, objetiva, neutral, perfecta en su concepción y, por ello, el fracaso en su estudio es natural, ya que la Ciencia es difícil y no está al alcance de todos los entendimientos.

En su desarrollo, la Ciencia es el resultado de la transmisión de conocimie-

ntos y su estructura se ha formado a lo largo de muchos años de trabajo de grandes científicos. El desarrollo teórico, la abstracción del fenómeno natural en el cerebro del investigador, es el primer paso de la investigación científica que, una vez desarrollado el modelo, puede confirmarse experimentalmente.

Para aprender ciencia, los alumnos deben estudiar los conocimientos acumulados a lo largo de la historia para, a partir de ahí, estar en condiciones de crear nuevos conocimientos, (si su inteligencia es lo suficientemente despierta para ello).

Al enseñar ciencia, el profesor debe tener en cuenta que, a medida que se avanza en las etapas escolares, aumenta la magnitud del cuerpo de conocimientos aceptados por la comunidad científica, tales como hechos, conceptos y leyes. La experiencia del profesor transmisor le muestra que no es posible presentar el cuerpo de conocimientos, ni siquiera de un dominio, si no es por estrategias didácticas de transmisión-recepción.

Esta situación justifica una serie de argumentos bastante extendidos:

- Se ha de dar prioridad a los conceptos frente, a los procedimientos y a las actitudes ante la Ciencia, porque teniendo los primeros se llega a tener estos últimos.
- Es fundamental el dominio conceptual previo para poder abordar en algún momento los conocimientos procedimentales y de actitudes ante la Ciencia.
- E incluso, si algo hay que sacrificar en pro del tiempo disponible, han de ser estos últimos, porque nunca se puede carecer de los conceptos.

Todos los actuales docentes hemos pasado por esta concepción y, por eso, estamos defendiendo hoy una serie de actitudes y dominamos una serie de procedimientos, porque antes conocimos la Ciencia, su importancia y el "sabor" de ésta. Si no lo hubiéramos hecho de esta manera, posiblemente no estaríamos hoy en esta situación.

Según esta forma de pensar, son los conceptos científicos los que determinan y desarrollan los procedimientos y actitudes científicos, en coherencia con una ciencia objetiva, neutral y no influida por el entorno social en que se desarrolla.

MODELO TECNOLÓGICO

Este modelo didáctico es también conocido como modelo científicista por su asociación extremada con el "método científico", método que se traslada a la enseñanza de las Ciencias, convirtiéndolo en la base de la práctica docente. Traslada, claro está, "su concepción" de tal método, puesto que hay tantas ideas de él como de modelos didácticos.

Un profesor tecnológico, tiene una visión de la Ciencia que se caracteriza por:

- La ciencia es neutra e imparcial, desideologizada y no sometida a intereses, por lo que el argumento de que "es científico", o son "datos científicos" debe desarmar a cualquiera.

- La ciencia es exacta, lógica y simplista. Se identifica con garantía de cientificidad a los datos experimentales y a la formulación matemática: aquello que no puede ser descrito matemáticamente o no es científico o está aún en sus primeros pasos.
- La ciencia tiene un método específico y diferenciador basado en la observación y en la experimentación.
- La ciencia está separada de los problemas sociales e históricos, puesto que sigue su camino independiente del resto de la sociedad: avanza a pesar de la sociedad.
- La ciencia se identifica con descubrimientos de cosas desconocidas y está asociada a lugares y dimensiones alejados del mundo de las personas normales: NASA, naves espaciales, física nuclear, laboratorios, etc.

Esta concepción de la ciencia lleva a una forma de docencia coherente con ella:

- Se apoya fuertemente en el método hipotético deductivo, del que se aprecia su potencia predictiva.
- Si bien dialécticamente se da mucha importancia a la observación y al experimento, en la práctica docente quedan en un segundo plano.

El trabajo experimental tiene por fin confirmar que la teoría deducida es correcta, por lo que el diseño experimental debe llevar a datos absolutamente precisos que no dejen lugar a dudas acerca de la precisión de la formulación matemática de la situación estudiada. Nada más frustrante que un experimento fallido que no confirma ampliamente la teoría estudiada y el cálculo realizado previamente.

Evidentemente, puesto que la ciencia y los científicos son absolutamente precisos, el docente de ciencias debe serlo también. El desarrollo de la clase y su planificación deben ser cuidados al máximo, controlando todas las variables del aula para llegar a resultados óptimos: una situación perfectamente diseñada y controlada produce siempre los resultados apetecidos.

MODELO ARTESANO

Según este modelo, el auténtico conocimiento está en la realidad y la Ciencia ha de partir del estudio de ella. Por tanto, la Ciencia se basa en la observación directa de la realidad, para inferir, a partir de ella los conceptos más relevantes. La observación de la realidad se centra en la búsqueda de relaciones lineales, de causa-efecto entre los hechos estudiados, en descubrir relaciones entre los fenómenos. Dado un fenómeno es posible encontrar por observación, la única causa que lo produce, y descubierta la relación causa-efecto, el paso siguiente es reproducirla y comprobarla experimentalmente para completar la

teoría.

En cuanto a los científicos, su principal arma es la creatividad y su sentido crítico, que les permite encontrar esas relaciones, por lo que sus condiciones de trabajo deben ser tales que únicamente su interés personal en el asunto estudiado les guíe, no debiéndose distraer en asuntos diferentes a su investigación. La investigación científica es una actividad intelectual profundamente relacionada con la creatividad y, por tanto, no sujeta a reglas de actuación. Por tanto, la mejor formación para la investigación es aquella que permita la supervivencia de ese espíritu creativo; desgraciadamente, nuestros sistemas educativos parecen más bien diseñados para todo lo contrario, de manera que cuanto mayor es la educación recibida, menor es la dosis de pensamiento libre, sin prejuicios y creativo que le queda al individuo.

Los individuos geniales son aquellos que, conservando esa creatividad que tenemos los humanos desde pequeños, son capaces de utilizar sus conocimientos científicos para hacer avanzar la Ciencia, incluso por caminos aparentemente "poco ortodoxos".

A partir de todo ello, para que la enseñanza de las Ciencias provoque un aprendizaje de importancia, ha de basarse fundamentalmente en los intereses y motivaciones espontáneas de los alumnos y lo significativo es dominar los procedimientos, que permitan a los alumnos aprender por sí mismos cualquier conocimiento científico, así como aprender determinados valores y actitudes que potencien el espíritu científico, la crítica y la creatividad.

Las actividades de investigación del medio y las experiencias prácticas recreativas serán recursos frecuentes, acercándose, respectivamente, al entorno cercano al centro y a las experiencias caseras. Esto puede hacer que la ciencia no sea aburrida y que los alumnos se encuentren motivados por el trabajo en sí mismo.

Según este esquema de pensamiento, pretender enseñar ciencia es ir al fracaso, ya que los alumnos aprenden ciencia cuando ellos la planifican y realizan. El papel de los profesores es servir de apoyo. Por esto, las actividades de aprendizaje han de ser planificadas y realizadas por los alumnos, aunque salgan mal, ya que también de los errores se aprende.

En la toma de decisiones en el aula, están a un mismo nivel alumno y profesor, por lo que para atender a los distintos ritmos individuales, a la espontaneidad del aprendizaje y la evolución personal, las actividades no pueden ser uniformes ni de estructura rígida.

MODELO DESCUBRIDOR

Este modelo didáctico adopta una visión de la Ciencia en la corriente empírico inductivista, que en el fondo es una modalidad avanzada de lo que supone el "positivismo" y el "inductismo".

Esta visión sustenta que:

- La observación debe ser fidedigna y sin prejuicios, "imparcial", independiente del observador, de su actitud personal y del cambio de las ideas científicas.
- La unidad de la ciencia está en su método no en su contenido.
- Sólo son auténticas las demandas del conocimiento que se basan directamente en la experiencia, por lo que una proposición es significativa sólo si se puede comprobar experimentalmente.
- La observación de un hecho o fenómeno de la realidad permite enunciados singulares verdaderos.
- Los enunciados singulares se convierten en generales o leyes universales por inferencia y generalización.
- El conocimiento aumenta en sentido acumulativo, a medida que las nuevas teorías integran y superan las anteriores. A una nueva teoría se le acepta validez si se cumple que:
 - a) el número de enunciados singulares es lo suficientemente grande.
 - b) es obtenido en una variedad de condiciones.
 - c) ninguno de los enunciados particulares está en contradicción con la ley emergente.
- Es de fundamental importancia la estructura lógica de los resultados de la investigación científica y la validación por la comunidad científica.

Por ello cuando se observan con detalle los hechos de cualquier tipo, se clasifican estos hechos, se detecta su relación e implicaciones, se está aplicando el método científico y la persona que lo hace actúa científicamente. La obtención de datos en el laboratorio es el primer paso para edificar sobre ellos el modelo teórico que los explique y nos permita obtener las leyes más generales que los rigen.

El método de descubrimiento-investigación científica tiene una componente de planificación, otra de conocimiento previo y otra de intuición e inspiración de una mente creativa.

Bajo estos puntos de vista, con frecuencia surgen grupos de profesores innovadores en la didáctica de las ciencias esgrimiendo como bandera una ciencia fundamentalmente experimental, basada en un "aprendizaje por descubrimiento", teniendo como pautas:

- a) una actividad autónoma de los alumnos.
- b) los conceptos carecen de importancia frente al método.
- c) se aprende haciendo, lo que no se hace no se llega a aprender de una forma total y reproducible en otro momento.
- d) el método de las ciencias enseña a "hacer ciencia".
- e) el método empírico-inductivo es el adecuado.

Es decir, se rechaza una enseñanza basada en la transmisión verbal de los

contenidos disciplinares por parte del profesor y se sugiere modificarla por otra enseñanza basada en que el descubrimiento práctico de los conocimientos sea realizado por los propios alumnos, en la propia realidad del entorno, en el laboratorio o en talleres.

La enseñanza debe basarse en un nuevo método que partiendo de las experiencias de laboratorio y de campo de los alumnos les lleve a la formación de conceptos teóricos, de manera que este método ha de promover la curiosidad y la actividad científica de los niños.

Los alumnos sólo aprenden lo que quieren aprender, y por tanto, deben ser ellos los que manifiesten en qué van a trabajar, por lo que el papel del profesor debe ser facilitarles las condiciones para que redescubran las leyes de la Naturaleza. El alumno es el protagonista del proceso real, es el investigador.

Entendida la enseñanza como descubridora de todo el conocimiento, esta va dirigida a tratar con pequeños científicos: los estudiantes son pequeños investigadores novatos. Se va a hacer gran hincapié en la actividad autónoma de los alumnos desechándose cualquier tipo de dirección del aprendizaje.

En coherencia con un método científico empirista e inductivo, para obtener todas las leyes importantes es conveniente que los alumnos descubran por sí solos los conocimientos a través del contacto y la observación directa de la realidad.

Si la versión empirista del método científico garantiza el auténtico conocimiento, lo lógico es que los niños aprendan desde pequeños, progresivamente, los pasos y procesos característicos del método científico, para así garantizar un auténtico aprendizaje por descubrimiento.

Esta visión instrumental del aprendizaje y del papel de los alumnos en ella, tiene como consecuencia que se interpreten los intereses de los alumnos, por lo que el proceso de descubrimiento es muy dirigido y, como consecuencia, a veces se denomina "descubrimiento guiado".

MODELO CONSTRUCTOR

La concepción de la ciencia en este modelo didáctico adopta las nuevas corrientes de la filosofía de la ciencia e introduce dudas a los planteamientos anteriores defendidos por otras ópticas del conocimiento científico. Además, trata de integrar en cierta forma, el espíritu reflexivo y de meditación de los clásicos con las corrientes empiristas copernicanas, todo cohesionado por las nuevas corrientes del pensamiento y de filosofía de las Ciencias. Todo ello se refleja en que:

- Los datos no son verdades absolutas, sino que se buscan a la luz de teorías explícitas o implícitas.

- Los datos, su sistematización, clasificación, tabulación, representación y sus enunciados inferentes en leyes son secundarios frente al análisis del planteamiento de un tema. Este planteamiento de una investigación, observación o estudio es la clave de la validez posterior.
- Las teorías son creaciones humanas, ideadas para entender el mundo y no son acumulaciones de hechos o enunciados de fenómenos.

La investigación científica no es objetiva, viene condicionada por las teorías preexistentes, las convicciones y expectativas del propio investigador, y avanza pasando por sucesivas realimentaciones sin fin.

Bajo estas premisas, la enseñanza de las ciencias deberá basarse en la idea de construcción de conocimientos científicos entendidos de una forma global, es decir, en conceptos, procesos, disposición ante las ciencias y contexto social e histórico de las ciencias. Este planteamiento se deberá llevar a la práctica mediante un "aprendizaje significativo".

Se manifiesta una necesidad de plantear el aprendizaje de las Ciencias sobre propuestas de "cambio conceptual" como una "investigación de situaciones problemáticas de interés" para los alumnos.

La resolución de los problemas planteados se abordan a partir de los conocimientos que se poseen y de las nuevas ideas que se construyen. Las ideas iniciales pueden permanecer, modificarse e incluso ser cuestionadas (pero este no el propósito fundamental).

Por tanto, es necesario resaltar que el cambio conceptual no constituye un objetivo explícito (aunque es fundamental), sino que adquiere un carácter funcional porque se logra con la pequeña investigación escolar de dificultades, es decir, de situaciones problemáticas de interés.

Destaquemos que estas situaciones de dificultad no se plantean para cuestionar ideas (previas o emergentes) sino para resolver problemas de interés para los alumnos.

LA VISITA AL MUSEO.

A modo de recapitulación mostramos una situación en la que los diferentes planteamientos sobre los que hemos reflexionado suponen enfoques muy diferentes de una actividad de Seminario. Obsérvese que las situaciones conflictivas de este tipo se caracterizan por la gran cantidad de ideas implícitas que se ponen en juego y que difícilmente se puede salir de ellas si no se es consciente de las mismas.

En plena reunión del Departamento de Física y Química para analizar la visita al Museo de la Ciencia, las cosas no parecen estar claras. Los componentes del departamento, Trajano, Teresa, Artemio, Demetrio y Consuelo contemplan el trabajo bajo muy diferentes puntos de vista.

(Trajano). La verdad es que yo tengo mi propia idea de un Museo de la Ciencia: debe mostrarnos los aparatos que utilizaron los antiguos científicos, las experiencias fundamentales en las que se basaron y que todavía hoy estudiamos en clase. Unos buenos paneles que contuvieran los resultados experimentales me permitirían resolver luego en clase teóricamente cada caso experimental.

(Teresa). Pero es que esos resultados no incluyen el proceso de trabajo de cada científico. Es necesario que los alumnos puedan entender cómo se elaboraron las hipótesis de trabajo, cómo se diseñaron las experiencias. Yo, por si acaso aquello no está como es debido, voy a preparar previamente a los alumnos estudiando cada caso, preparando y resumiendo el proceso de cada una de las cosas que vamos a ver para aprovechar al máximo la visita. O hacemos una planificación exhaustiva o perderemos buena parte del viaje.

(Artemio). Pues yo no creo que tanta planificación nos lleve a ninguna parte. Tenemos que partir de la base de que no podemos predecir qué será lo que va a interesar a los alumnos, así que toda esa planificación es inútil. En todo caso podremos recoger a la vuelta qué es lo que los chicos han observado, que les ha interesado, pero ahora no hay gran cosa que hacer.

(Tra.). Pero eso supone que no van a tener base para entender lo que vean. Hay mucho de lúdico, de jugar, y así poco se aprende. No se hace de forma científica. Me parece que los alumnos tienen poca formación para entender la ciencia y mucho menos si lo hacen jugando.

(Art.). Pero es que lo que no les interese no lo van a ver por mucha base que tengan. La ciencia tuya es solo de adultos, y la del museo es rigurosa, popular y recreativa a la vez.

(Demetrio). Si es que el museo no va a valer de gran cosa, porque el material que hay está limitado a unos pocos casos cerrados, de manera que, o haces lo que está preparado o nada. En esas condiciones los alumnos no experimentan, solo son usuarios, no tienen nada que aportar, son espectadores pasivos y sin actividad, así que poco van a avanzar.

(Consuelo). Pero es que unas situaciones problemáticas bien elegidas dan mucho de sí. Un museo puede dar mucho juego en ese aspecto si está pensado para hacer pensar y no para darte soluciones prefabricadas. Lo que pasa es que si todo está explicado en un panel y no se necesita buscar soluciones no hay nada sobre lo que avanzar.

(De.). Claro, pero con tu posición, el problema planteado es el tuyo, no el de ellos.

(Con.). Si dejas que los problemas sean sistemáticamente los de ellos no llegas a conclusiones casi nunca y así trabajarán mucho pero aprenderán poco.

(Tra.). Pues si salen del museo con más preguntas de las que tenían cuando entraron ya me dirás lo que hemos ganado.

(Art.). Me da la impresión de que llegaríamos mucho más lejos con una salida al campo que con una visita al museo. Yo propongo cambiar de planes.

Concepciones sobre	TRANSMISOR	TECNOLÓGICO	ARTESANO	DESCUBRIDOR	CONSTRUCTOR
La Ciencia	Objetiva, neutral, exacta, difícil, inmutable.	Neutra, imparcial, no sometida a intereses externos.	Altruista, creativa, crítica, cualitativa, divertida.	Intuitiva, genial, experimental, poco planificable.	Modificable, en continuo cuestionamiento, no objetiva, con avance discontinuo.
El desarrollo de la Ciencia	Producto de la transmisión de conocimientos acumulados a lo largo de la historia de la Humanidad..	Cuerpo de conocimientos que se transmite por la enseñanza, basado en la expresión matemática de los datos científicos experimentales.	Evolutiva y de invención personal. Se desarrolla en función del interés de cada científico y se basa en el realismo y el método inductista sobre bases positivistas.	Continua investigación individual que produce acumulación de conocimiento y generación de teorías cada vez más amplias que integran las anteriores por validación de la comunidad científica.	Construcción ladrillo a ladrillo por metodología científica crítica. Las teorías son construcciones humanas.
El método científico	Basado en la abstracción inicial y general que se confirma en el caso particular, es el método específico de las Ciencias Básicas. Método hipotético-deductivo.	Es un método específico propio de las Ciencias, O.H.E.T.(*), un algoritmo de secuencia lineal, irrefutable si está correctamente aplicado. Método hipotético deductivo.	Basado en la búsqueda de relaciones causa-efecto tras la observación de la realidad. Método empírico-inductista.	Basado en el estudio experimental de casos particulares para su generalización posterior. Método empírico-inductista.	Basado en el cuestionamiento continuo, con reelaboraciones reiteradas en un proceso no lineal. No es específico de las Ciencias sino de cómo y quien lo aplica.
La actividad experimental	Es la herramienta que confirma lo	Tiene como fin probar el modelo	Basada en la comprobación	Es el primer paso en la búsqueda de	Una parte más del trabajo científico.

	desarrollado por la mente, subordinada a la abstracción conceptual.	matemático a partir de datos experimentales abundantes y precisos.	cualitativa de correlaciones causa-efecto.	la generalización, base de todo trabajo científico.	subordinada al problema que se estudia. Los datos experimentales no son verdades absolutas, están sesgados por las teorías del experimentador.
Los científicos	Genios, inventores y grandes descubridores, hombres de especial dedicación e inteligencia, separados del mundo de las personas normales.	Hombres que aplican con rigor una técnica sistemática de trabajo, empiristas dedicados a la confirmación experimental de las teorías.	Personas altruistas y motivadas, no afectadas por los intereses en su entorno.	Personas curiosas, buenos trabajadores manuales y perseverantes, buscan en el laboratorio los datos sobre los que construirán sus teorías.	Personas que trabajan en equipos de trabajo, con sus propias teorías, inmersas en una sociedad que les afecta con sus intereses y su cultura.
La mente investigadora	Con gran capacidad de abstracción, segura del conocimiento que posee.	Profundamente sistemática y ordenada.	Creativa y crítica.	Imparcial, intuitiva, analítica e inductiva.	Flexible, bien dispuesta para el cambio.
La ciencia escolar	Basada en los conceptos y la abstracción. Los conceptos determinan los procedimientos y las actitudes.	Basada en su concepción del método científico, centrada en el método hipotético deductivo y la comprobación experimental. Se deben enseñar los conceptos terminados, investigados y reconocidos por la Ciencia.	Basada en la observación directa de la realidad de aquellos fenómenos por los que los alumnos sienten interés. Se debe dar prioridad a los procedimientos.	Basada en el procedimiento de trabajo experimental, que se aplica a que los alumnos redescubran de forma autónoma o mediante descubrimiento guiado.	Basada en el estudio de situaciones problemáticas de interés para los alumnos y que permiten construir el conocimiento en su cabeza.
Enseñar Ciencia.	Requiere avanzar en conocimientos anteriores va ad-	Es organizar pausada y progresivamente los	Es estudiar el entorno cercano para hacer la	Es enseñar a descubrir. Los conceptos carecen	Es provocar la construcción de conocimientos

	quiridos por los alumnos con suficiente inteligencia.	conocimientos de la Ciencia.	Ciencia atractiva. El papel del profesor es servir de apoyo.	de importancia frente al procedimiento de descubrir y a lo que se aprende autónomamente.	científicos contextualizados.
Cómo se aprende Ciencia.	Estudiando conceptos de una dificultad progresiva en complejidad.	Cuando se imparte secuenciada, organizada y preparada en todos sus detalles. Cuando el alumno domina "técnicas de estudio".	Cuando el alumno está motivado, por lo que deben planificarla y realizarla ellos mismos.	Haciendo descubrimientos por sí mismo. Lo que no se redescubre no se llega a aprender.	Mediante aprendizaje significativo, partiendo de lo que ya se sabe, modificando, cuestionándose e, incluso, conservando y reafirmando los conocimientos anteriores.
La formación científica escolar	Se basa en ir enseñando poco a poco todo el saber de la Ciencia.	Muestra los avances y aplicaciones de la investigación científica.	Es adquirir los conocimientos y explicaciones de lo que sucede en el entorno.	Es la formación de conceptos teóricos partiendo de los experimentos de laboratorio y de campo. Los estudiantes son pequeños investigadores.	Consiste en la mejora de las capacidades para afrontar los problemas que se nos presentan.

(*) Observación, hipótesis, experimentación, teoría.

Esquema 1

A MODO DE RESUMEN

Es bastante probable que, al final, no vayan al museo, al menos juntos. Y es que están discutiendo cuestiones superficiales cuando la discrepancia está en el fondo de cómo conciben la Ciencia y la enseñanza de las Ciencias.

No creemos que sea posible definirse claramente por uno de los modelos o por una de las posiciones filosóficas que subyacen en cada uno. Pero estamos convencidos de que gran cantidad de posturas en el aula se adoptan sin ser plenamente conscientes del pensamiento docente que hay detrás de ellas. Un resumen de estas posiciones se muestra en el esquema 1.

Inductivismo, deductivismo, positivismo, convencionalismo, constructivismo o cualquiera de las posiciones filosóficas más recientes como las de Kuhn, Lakatos o Popper deben ser parte del bagaje profesional del docente, al menos para ser claramente consciente de los aciertos y las limitaciones que cada una tiene y de su efecto sobre la concepción de los científicos, de su trabajo y de la construcción de la Ciencia que pueden formarse durante su aprendizaje.

BIBLIOGRAFÍA

- CHALMERS, A. (1984): *¿Qué es esa cosa llamada Ciencia?*. Ed. Siglo XXI, Madrid.
- FAYERABEND, P. y col. (1984): *Estructura y desarrollo de la Ciencia*. Alianza Editorial, Madrid.
- FERNÁNDEZ, J.; ELORTEGUI, N. (1996): *¿Qué piensan los profesores de cómo se debe enseñar?*. Enseñanza de las Ciencias 14(3), 331-342.
- GIL, D. (1983): *Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias*. Enseñanza de las Ciencias. 1(1), 26-33.
- GIL, D. (1994): *Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico*. Investigación en la Escuela. 23. 17-33.
- GIORDAN, A. (1985): *La enseñanza de las ciencias*. Ed. Siglo XXI, Madrid.
- KUHN, T.S. (1971): *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica. México.
- LAKATOS, I. (1983): *La metodología de los programas de investigación científica*. Alianza Universidad, Madrid.
- LAUDAN, L. (1986): *El progreso y sus problemas. Hacia una teoría del progreso científico*. Ed. Encuentro, Madrid.
- MELLADO, V., CARRACEDO, D. (1993): *Contribución de la filosofía de la Ciencia a la didáctica de las Ciencias*. Enseñanza de las Ciencias. 11(3), 331-9.

- MORIN, E. (1984): *Ciencia con consciencia*. Ed. Anthropos, Barcelona.
- MORIN, E. (1988): *El método. El conocimiento del conocimiento*. Ed. Cátedra, Madrid.
- POPPER, K. (1983): *Conjeturas y refutaciones. El desarrollo del pensamiento científico*. Ed. Paidós, Buenos Aires.
- POPPER, K. (1967): *La lógica de la investigación científica*. Ed. Technos, Madrid.
- PORLÁN ARIZA, R. (1993): *Constructivismo y Escuela*. Cap I. Conocer el conocimiento: hacia la fundamentación epistemológica de la enseñanza. Sevilla, Diada.
- PORLÁN ARIZA, R. (1993): *Las concepciones epistemológicas de los profesores: el caso de los estudiantes de Magisterio*. Investigación en la Escuela. nº 22, 67-80.
- POSNER, G.J. Y COL. (1988): *Adaptación de las concepciones científicas: hacia una teoría del cambio conceptual*. Tomado de Porlán, García y Cañal en *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*, pg 91-144.
- RODRIGO, M.J. (1994): *El hombre de la calle, el científico y el alumno ¿un sólo constructivismo o tres?*. Investigación en la Escuela. nº 23, 7-15.
- TOULMIN, S. (1977): *La comprensión humana*. Alianza Editorial, Madrid.