



**CIENCIA, CURRÍCULUM Y PROFESORES: LAS CIENCIAS  
NATURALES EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA**  
SCIENCE, CURRICULUM AND TEACHERS: NATURAL SCIENCES IN SECONDARY  
EDUCATION

**Volumen 16, Número 1**

Enero - Abril

pp. 1-28

Este número se publicó el 1° de enero de 2016  
DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v16i1.21714>

Oswaldo Lozano Cantú  
Óscar Eligio Villanueva Gutiérrez

*Revista indizada en [REDALYC](#), [SCIELO](#)*

*Revista distribuida en las bases de datos:*

[LATINDEX](#), [DOAJ](#), [E-REVIST@S](#), [IRESIE](#), [CLASE](#), [DIALNET](#), [SHERPA/ROMEO](#),  
[QUALIS](#), [MIAR](#)

*Revista registrada en los directorios:*

[ULRICH'S](#), [REDIE](#), [RINACE](#), [OEI](#), [MAESTROTECA](#), [PREAL](#), [CLACSO](#)

---

Los contenidos de este artículo están bajo una licencia [Creative Commons](#)



# CIENCIA, CURRÍCULUM Y PROFESORES: LAS CIENCIAS NATURALES EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

## SCIENCE, CURRICULUM AND TEACHERS: NATURAL SCIENCES IN SECONDARY EDUCATION

Oswaldo Lozano Cantú<sup>1</sup>  
Óscar Eligio Villanueva Gutiérrez<sup>2</sup>

**Resumen:** En este ensayo se desarrolla una reflexión acerca de la ciencia y su enseñanza. Desde las visiones epistemológicas, las interpretaciones sociológicas y complejas que conceptualizan y advierten el desarrollo y trascendencia de la ciencia hasta el examen de las ciencias naturales en el currículum de la educación secundaria, en el marco de la Reforma Integral de la Educación Básica, realizada por el gobierno mexicano en el año 2011. La reflexión sobre la ciencia contempla las diversas posturas que filósofos, sociólogos, científicos y otros investigadores han planteado para comprender la generación y desarrollo del conocimiento. En otro momento, los planteamientos curriculares de Bernstein y el concepto de "mundo de vida" de Habermas permiten un acercamiento a las ideas y prácticas de los docentes de educación secundaria. Aquí se vislumbra que en el desarrollo de los programas de ciencias y la cotidianidad de la escuela se encuentran obstáculos e incertidumbres que hacen difícil para los docentes transformar las concepciones simplistas de la ciencia o las prácticas rutinarias. Además, es interesante advertir que la comprensión del profesor frente a la ciencia y el currículum admite repensar los procesos de formación docente, de tal forma que los profesores cuenten con elementos que les permitan reconocer el carácter complejo del conocimiento científico y su enseñanza.

**Palabras clave:** CIENCIA, CURRÍCULUM, PROFESORES, CERTIDUMBRE, INCERTIDUMBRE, MÉXICO.

**Abstract:** This article presents a reflection on science and education develops. From the epistemological visions and complex sociological interpretations that conceptualize and warn the development and significance of science; to examining the natural sciences in the curriculum of secondary education as part of comprehensive reform of basic education by the Mexican government in 2011. The reflection on science contemplates the various positions that philosophers, sociologists, scientists and other researchers have proposed to understand the generation and development of knowledge. At another point, Bernstein curricular approaches and the concept of "life-world" of Habermas allow an approach to the ideas and practices of teachers of secondary education. Here it is seen that in the development of science programs and the daily school and uncertainties are obstacles that make it difficult for teachers to transform the simplistic conceptions of science or routine practices. Also, it is interesting to note that understanding the world of science teacher facing and the curriculum allows teachers to rethink the processes of formation, so that teachers possess elements that allow them to recognize the complex nature of scientific knowledge and teaching.

**Keywords:** SCIENCE, CURRICULUM, TEACHER, CERTAINTY, UNCERTAINTY, MÉXICO.

---

<sup>1</sup> Doctorante en Desarrollo Educativo en la Universidad Pedagógica Nacional, de San Luis Potosí, México. Profesor de Educación Básica y Superior, con Maestría en Educación por la Normal "Moisés Sáenz Garza". Dirección electrónica: [lozanocantu@hotmail.com](mailto:lozanocantu@hotmail.com)

<sup>2</sup> Profesor de Educación Básica y Superior, en la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), México. Doctor en Educación, UPN Ajusco, Formación Docente y Prácticas Institucionales. Dirección electrónica: [oscareligio@hotmail.com](mailto:oscareligio@hotmail.com)

**Ensayo recibido:** 10 de mayo, 2015

**Enviado a corrección:** 14 de julio, 2015

**Aprobado:** 26 de octubre, 2015

## 1. Introducción

La certidumbre tiene, según Abbagnano (1996, p.159), dos importantes significados: uno, se refiere a la seguridad subjetiva de la verdad de un conocimiento, y el otro, representa la garantía que un conocimiento ofrece de su verdad. En el primero, por ejemplo se tiene la seguridad de la existencia de Dios, o la certeza de que tal línea de autobuses llega a un lugar determinado, tal seguridad viene de la creencia o apreciación personal, por lo cual es de carácter subjetivo. En el segundo significado, el conocimiento por sí mismo ofrece la garantía de certidumbre: todos los conocimientos de la ciencia serían los ejemplos evidentes, por lo tanto objetivos.

Para Abbagnano (1996, p. 160) el segundo significado es el que predomina en el pensamiento clásico porque su objetividad es la garantía de solidez y estabilidad del conocimiento verdadero. En ese sentido la ciencia se ha considerado como testimonio de certidumbre, cuando se refrenda de "científico" cualquier razonamiento, idea o investigación, se tiene la garantía de que es algo especial, que proporciona la seguridad requerida. Se piensa que la ciencia, sobre todo las ciencias experimentales, y sus métodos tienen algo de excepcional.

Sin embargo, los alcances de la misma ciencia (Física cuántica, Teoría del Caos, Fractales, Sistemas, Complejidad, entre otros) han advertido que en cualquier conocimiento, así se trate del más riguroso o dominante y mejor confirmado, existe algo indemostrable, incompleto e incierto. La objetividad y la seguridad ceden ante la incertidumbre como signo de estos tiempos, nada genera confianza o certeza en un mundo desbocado en cambios y transformaciones. La incertidumbre tiene que ver con lo accidental, indeterminado o aleatorio, es un cuestionamiento a la visión cuantitativa, determinista, acumulativa y lineal de la ciencia positivista. Ya Heisenberg, en el primer cuarto del siglo XX, delinea en las ciencias experimentales esta idea de incertidumbre con su *Principio de Indeterminación*, al señalar que el observador modifica la realidad cuando la estudia e interpreta, así que: "nunca observamos la naturaleza de las cosas en sí mismas, sino esa naturaleza expuesta a nuestro método de investigación" (Martínez, 2012, p.14).

Así, cuando los docentes enfrentan los retos de reformas y cambios curriculares recurren a aquellos elementos que consideran fundamentales para mantener la confianza y la solidez en sus clases de ciencia, por ejemplo, enseñar el método científico como la forma ideal de llegar al conocimiento único válido, objetivo y neutral. De esa forma los docentes

encuentran la certidumbre que se ha perdido entre la multidisciplinariedad, los estándares y las competencias científicas que proponen los programas de las asignaturas.

Para comprender la certidumbre e incertidumbre en la enseñanza de la ciencia, en este trabajo, se analizan diferentes concepciones de ciencia, desde el empirismo y el positivismo hasta las actuales condiciones de complejidad del conocimiento científico. Posteriormente, se analiza el currículum de ciencias naturales en el marco de la Reforma Integral de la Educación Básica (RIEB) realizada en México en 2011, para esto se recuperan algunos elementos de la propuesta crítica de Bernstein (1988) para finalmente aportar algunas reflexiones sobre las interacciones de los docentes ante los procesos de complejidad de la ciencia y del currículum, por medio del concepto de "mundo de vida" de Habermas (1988) para comprender como totalidad los desarrollos de la ciencia en la escuela.

## **2. La ciencia desde diversas miradas**

Pero, qué es la ciencia, cómo se define, cómo se comprende. Cuando se acude al diccionario, se tiene que la ciencia es conocimiento (del latín: scientia). En el Diccionario de la Lengua Española (s.f.) se encuentra que ciencia es el: "Conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales". Además afirma que es el: "Conjunto de conocimientos relativos a las ciencias exactas, físicas, químicas y naturales".

Cuando se habla de ciencia, es muy común que se le relacione con las llamadas ciencias duras, es decir, se evoca a las matemáticas, la física y la química; y generalmente se olvidan otros campos de indagación que tienen que ver con la sociedad y con el ser humano. Ciencia, conocimiento e investigación científica se convierten en elementos de reflexión y polémica.

Las diferentes expresiones sobre la ciencia representan formas de ver el conocimiento, que, sin embargo, plantean más dudas que certezas: ¿Cómo se organiza el conjunto de conocimientos? ¿La observación y el razonamiento permiten deducir principios y leyes? ¿La ciencia sólo se refiere a la física, la química y las exactas? ¿Toda la ciencia es ciencia aplicada y más precisamente dirigida al mejoramiento de la vida humana? ¿Existe la oposición entre ciencia y humanidades?

El concepto de ciencia es polémico, no existe un consenso entre filósofos, científicos, sociólogos o historiadores de la ciencia acerca de la naturaleza de la actividad científica, se requieren diversas miradas para comprender la ciencia, su desarrollo e impacto en la

sociedad actual, así como su presencia en el currículum de la educación básica. El examen epistemológico, del positivismo al relativismo científico y el estudio sociológico de la práctica científica permiten la interpretación de una realidad compleja como lo es la acción científica y su transformación en conocimiento escolar a través de los programas educativos, especialmente, de la educación secundaria.

### **3. La ciencia desde la mirada epistemológica**

Como la ciencia es conocimiento, implica considerar que en ese conocimiento participa un sujeto que intenta saber o aprehender una realidad, es decir, que el conocimiento trata de un proceso de relación, de construcción y de validación que puede ser desvelado para comprender los elementos que intervienen, los fundamentos, y desde luego los límites, los métodos y la validez de ese conocimiento de la ciencia.

Para lograr lo anterior, la epistemología trata de la génesis y la estructura del conocimiento científico como una forma de entender los procesos que se dan en la generación del conocimiento. La mirada epistemológica no busca principios dogmáticos y leyes inquebrantables o impuestas para llegar al conocimiento, sino la reflexión sobre los procesos de producción del conocimiento. En otras palabras, la reflexión epistemológica atiende los diversos momentos o circunstancias que atraviesan los procesos de la ciencia, es decir, "de ese trasegar del conocimiento científico que se mueve en el imaginario de la época" (Jaramillo, 2003, p.3).

Un acercamiento epistemológico al conocimiento científico, desde diferentes marcos filosóficos, puede considerar diversas posturas que han ejercido gran influencia en la reflexión sobre la ciencia como: el Empirismo, el Positivismo, el Racionalismo y el Relativismo, cada uno de los enfoques caracteriza y atiende la racionalidad implicada en la práctica científica.

### **4. El empirismo inductivista**

El empirismo se inicia con Locke en el siglo XVII, esta corriente filosófica postula que todo el conocimiento tiene su origen en la experiencia, línea de pensamiento que más tarde continúan y se fortalece en el siglo XIX con Herschel, Mill y Whewell como exponentes principales. Pérez comenta que Locke planteaba:

Supongamos entonces que la mente sea, como decimos, papel blanco, ausente de todos los símbolos y de todas las ideas; ¿cómo se llena de ellos?... A esto contestó

con una sola palabra: de la experiencia en la que se funda todo nuestro conocimiento y de la que, en última instancia, todo él se deriva. (Pérez, 1990, p. 70)

Así, para el empirismo la realidad existe como un mundo exterior e independiente del sujeto, éste, la puede aprehender por medio de la observación como punto de partida para el conocimiento. En ese sentido, la realidad determina lo que el sujeto capta, por lo que el conocimiento consiste en describir fielmente las cosas observadas. Así, el sujeto en forma pasiva aprecia repeticiones en las cosas o los hechos que lo llevan por inducción a conocer las regularidades de la naturaleza.

Entonces en forma más amplia, lo que hace la investigación científica mediante la experimentación es encontrar el conocimiento con la repetición de fenómenos y el control de las variables, y así comprobar las hipótesis planteadas en la observación. De esta manera la experimentación sigue un proceso inductivo para alcanzar las proposiciones generales o incluso leyes y teorías científicas, que tienen por lo tanto, una existencia objetiva y se consideran una copia de la realidad. Pérez recuerda a Whewell al señalar que:

El descubrimiento de principios generales a partir de hechos específicos se realiza, al menos comúnmente, y con mayor frecuencia de lo que parece al principio, por medio del uso de una serie de suposiciones o hipótesis que se revisan en rápida sucesión y entre las que se detecta la que conduce a la verdad; cuando se identifica, tal hipótesis se sostiene con firmeza, se verifica y se sigue hasta sus últimas consecuencias. (1990, p. 105)

Queda entonces, como tarea del científico, la explicación de la naturaleza lo más escrupulosamente posible, de tal forma que la comunidad científica pueda reproducir experimentalmente sus planteamientos para confirmar o rechazar sus leyes y teorías; para favorecer el avance de la ciencia que se da por medio de la acumulación de esos conocimientos certeros.

En esa visión empirista clásica, el método científico, al estilo de Bacon (en el siglo XVII) y Mill (en el siglo XIX) es entendido básicamente, como "un método inductivo para el descubrimiento de las leyes y los fenómenos de la naturaleza" (García, 2001, p. 13). Esto confiere a la ciencia una gran seguridad en sus hallazgos, es decir, la ciencia creadora de la verdad contenida en los fenómenos; y que da el gran impulso para el avance innegable y constante del conocimiento científico. Así, "el mismo Bacon adivinó de un modo notable el

progreso técnico que se acercaba, un progreso que él confiaba que había de servir al hombre y a la cultura humana" (García, 2001, p. 13).

Así, la ciencia es un conjunto de enunciados universalmente aceptados, principios, leyes y teorías que se obtiene de otro conjunto de enunciados observacionales particulares realizados sobre un mundo realmente existente; esto confiere a la ciencia su carácter objetivo, neutral, absoluto y ahistórico.

## 5. La ciencia Positivista

El positivismo inicia con Comte en la segunda mitad del siglo XIX, al pretender dar a la ciencia de la sociedad (sociología) el mismo tratamiento que la ciencia (física) creada por Galileo y Newton. El positivismo deja a un lado la metafísica y plantea como único criterio lo empíricamente verificable para el conocimiento. Otros positivistas como Mach, Poincaré y Peirce continúan con las ideas de Comte; pero es a principios del siglo anterior, cuando el positivismo tiene un nuevo impulso con científicos y filósofos como Wittgenstein, Carnap, Reichenbach y el Círculo de Viena, en lo que se conoce principalmente como Positivismo Lógico; que concede una gran importancia a la lógica, así como al significado y el análisis del lenguaje.

Los positivistas señalan que la observación de los hechos de la experiencia, se organiza y estudia a través de procesos lógicos o matemáticos. La experimentación es la forma de verificar lo que dicen las teorías, esto es, el lenguaje observacional o los datos experimentales. Al científico corresponde, dejando la especulación y los prejuicios, explicar la realidad por medio de argumentos lógicos, matemáticos y apoyados en la experiencia para que la comunidad científica mediante la investigación confirme y aplique los postulados de las teorías.

De esta forma se precisa que:

El positivismo contempla a la ciencia como un intento de codificar y anticipar la experiencia y, más aún, considera que el método científico es el único intento válido de conocimiento, basado en los datos observacionales y las mediciones de magnitudes y sucesos. Así pues, una de las tesis básicas del positivismo lógico es el dogma de la unidad y universalidad del método científico. (Vázquez, 2001, p. 4)

El sujeto positivista es pasivo, no le corresponde interpretar de diversas maneras al objeto, no interacciona con él, sino que solamente observa para explicar ajustándose a las

reglas lógico-matemáticas y a la experiencia que proporciona el método científico. Por lo tanto, la ciencia se presenta como teorías con organización físico-matemática para ser demostradas empíricamente; logrando el progreso científico con la incorporación de unas teorías por otras más extendidas. En ese sentido se confirma que:

Según esta perspectiva, el progreso científico está ligado a procesos de reducción de teorías, destacando dos tipos; uno por el que una teoría científica suficientemente probada extiende su campo de acción a otros fenómenos que habían sido estudiados de manera diferente, reduciéndolos a sus propios términos y marco teórico, y otro que consiste en la inclusión en una teoría científica más amplia de otras que estaban bien establecidas y aceptadas en sus propios dominios. (Vázquez, 2001, p. 3)

En el positivismo, el cambio y el progreso científico se logran aplicando las reglas metodológicas, para lograr ese avance no se considera el interés particular o la contemplación. Por lo que la ciencia es la única forma de conocimiento válido; es decir, solamente el conocimiento científico es objetivo, verdadero y legítimo.

Empirismo y Positivismo aparecen en cierta forma en la enseñanza de las ciencias con el enfoque de "el aprendizaje por descubrimiento", que en su momento se presentó como una reacción a la enseñanza tradicional ya que, para este enfoque, los procesos de la ciencia y las características del trabajo de los científicos se pueden trasladar al aula y lograr que los estudiantes redescubran lo ya descubierto bajo de la conducción del docente (Nieda, 1998, p. 60).

Además, estas posturas epistemológicas subsisten en el trabajo docente impulsadas en muchos casos por los libros de texto. Lucas (1992), citado por Nieda (1998) "analiza las concepciones de la ciencia que se observan más comúnmente en los libros de texto y llega a la conclusión de que todavía responden a posiciones inductivistas ingenuas más o menos sofisticadas" (1998, p. 65).

## **6. El Falsacionismo de Popper**

De acuerdo con Popper (1962) el conocimiento inicia con problemas e hipótesis, la observación es influida por elementos conceptuales previos que determinan la observación y las nuevas ideas o hipótesis. Para Popper (1962) las hipótesis deben ser falseables, es decir, deben existir circunstancias que las hagan incompatibles. Se puede expresar así:

Si una hipótesis no es falseable no tiene lugar en la ciencia, en vista de que no hace afirmaciones definidas acerca de algún sector de la realidad; el mundo puede ser de cualquier manera y la hipótesis siempre se adaptará a ella. (Pérez, 1990, p. 173)

El falsacionismo de Popper (1962) sostiene que las teorías no son síntesis de observaciones acumuladas al estilo inductivo, sino conjeturas creadas por los investigadores para atender un problema, para luego ponerlas a prueba mediante un diseño de confrontación con la realidad (Pérez, 1990). El trabajo del científico no es neutral, en el estudio de los problemas influyen los elementos teóricos y los intereses del investigador.

En esta concepción racionalista, el sujeto es activo porque influye en el objeto a través de diversas significaciones o interpretaciones. Las hipótesis representan una forma de progreso en la ciencia, mediante el método hipotético-deductivo aprendemos de nuestros errores, porque según Popper (1962) la ciencia avanza por medio de conjeturas y refutaciones. Como dice Pérez "la ciencia es simplemente asunto de tener ideas y ponerlas a prueba, una y otra vez, intentando siempre demostrar que las ideas están equivocadas, para así aprender de nuestros errores" (1990, p. 173).

Para el racionalismo de Popper (1962) la ciencia inicia con problemas y no con observaciones, por lo que el investigador se acerca a las cosas con una carga conceptual previa, si la realidad no coincide con sus expectativas aparecen los problemas para la investigación. Así, la propuesta falsacionista da cuenta de la evolución de la ciencia, pero se centra en las cuestiones metodológicas, más que en las teorías o cuerpos conceptuales que cambian con el tiempo.

## **7. El Relativismo de Kuhn**

Más adelante, Kuhn (1971, p. 11) y otros investigadores han propuesto la dimensión histórico-social para comprender la ciencia. Las teorías no se juzgan en función de la verdad o de la aplicación del método científico, sino que es la comunidad o la tradición científica las que elaboran esas representaciones de la realidad. Las teorías son convencionales porque, en su construcción, los científicos desarrollan sus habilidades de percepción e inferencia logradas en los procesos formativos o de socialización que comprometen al científico con el paradigma que prevalece. Al respecto, Nieda (2003, p. 62) dice que se entiende por paradigma un esquema conceptual, un supuesto teórico general, con sus leyes y técnicas

para su aplicación, predominante en un determinado momento histórico, a través del cual los científicos de una disciplina determinada observan los problemas de ese campo.

Entonces, para Kuhn (1971, p. 26), los científicos investigan y resuelven problemas trabajando dentro de un paradigma, a lo cual llama ciencia normal pero cuando se acumulan dificultades o hechos que no se pueden explicar dentro de ese paradigma ocurre un cambio, es decir, una revolución científica. Agrega, además, que los cambios drásticos de paradigmas o revoluciones científicas, suponen siempre una modificación en la visión de los científicos sobre el mundo, aunque éste no cambie. La mecánica de Newton, por ejemplo, es sustituida por una mecánica relativista o cuántica cuando aquella no puede explicar fenómenos que tiene que ver con la escala cósmica o con lo infinitamente pequeño.

La obra de Kuhn (1971, p. 45) va más allá de visión epistémica del conocimiento científico (descubrimiento y justificación) al poner en juego los debates sociales, históricos e interdisciplinarios sobre la ciencia, es decir, resalta el aspecto sociológico de la producción de conocimiento. Por lo tanto, la idea de ciencia no es estática, sino que es profundamente controvertida y dinámica; con diversidad de puntos de vista que fomentan el debate, la renovación de ideas o el surgimiento de nuevos paradigmas. Así Nieda recuerda siguiendo esta línea de pensamiento que "la ciencia es un hecho colectivo, por lo que son fundamentales las características sociológicas de la producción científica, al considerar que ese rasgo específico determina la adopción de nuevos paradigmas por parte de los investigadores" (1998, p. 63).

La propuesta de Kuhn (1971), surgida en los años cincuenta del siglo pasado, centra sus análisis en la historia de la ciencia, más que en el estudio de los métodos seguidos por los investigadores. El concepto de paradigma se opone a la idea de una base metodológica empírica, como forma única de explicar la ciencia y los procesos seguidos por los investigadores, ya que los paradigmas son producto de la controversia en las comunidades científicas y se consideran irreconciliables, por lo que se identifica a este autor como un relativista.

## **8. Los programas de investigación de Lakatos**

Las teorías científicas se pueden desarrollar de otra manera según Lakatos (1983), para él las teorías científicas se pueden considerar como programas de investigación formados por dos elementos principales: un núcleo sólido que se forma con las ideas

centrales de las teorías, y un escudo defensor integrado por ideas auxiliares que impiden que se afecten los presupuestos centrales de las teorías.

De esta propuesta se recupera la idea según la cual, los programas de investigación pueden ser progresistas o degenerados, para ello:

Se dice que un programa de investigación es progresista siempre que su crecimiento teórico anticipe su crecimiento empírico, o sea, mientras continúe prediciendo hechos nuevos con cierto éxito (cambio progresivo del problema); se considera que el programa está estancado, cuando su crecimiento teórico está rezagado en relación con su crecimiento empírico, o sea, mientras solo ofrezca explicaciones *post hoc*, sea de descubrimientos accidentales o de hechos predichos por otro programa rival (cambio degenerativo del programa). Cuando un programa de investigación explica progresivamente más que otro rival, lo supera, y entonces el rival puede eliminarse (o, si se prefiere, almacenarse). (Pérez, 1990, p. 179)

Las teorías en cierta forma no lo pueden explicar todo, siempre conviven con anomalías que pueden estar en el escudo protector y no afectar al núcleo; este, puede ser modificado con criterios científicos y no en forma falseada (Popper, 1962), consensuada o arbitraria como planteaba Kuhn (1971), En otras palabras, un programa de investigación o un grupo de teorías es bueno cuando explica los problemas anteriores y predice nuevos hechos.

## **9. La ciencia desde la mirada sociológica**

Explicar la ciencia desde una perspectiva sociológica es relativamente reciente, los autores clásicos como Comte, Marx, Durkheim, Scheler, Mannheim, Sorokin y otros más abordan la presencia de la ciencia en la sociedad en forma muy general; para Martin (2003, p. 23) "reconocen que existe una lógica racional en el desarrollo del conocimiento científico que es independiente del origen social", pero no consideran que el análisis de la ciencia corresponda a la sociología sino a la epistemología.

Es hasta la primera parte del siglo pasado, cuando investigadores como Merton, atienden el estudio de la ciencia desde la propuesta, según Martin (2003, p. 30) "de un conjunto de normas que deben de regir el comportamiento de los científicos". Tales normas comprenden: la universalidad y objetividad de los conocimientos, su reconocimiento como

bienes públicos, el interés por la verdad y la integridad de los hombres de ciencia, así como su disponibilidad para la crítica y la revisión permanente de los conocimientos.

Según Martin (2003, p.36), esa ética propuesta por Merton "significa una concepción acumulativa y consensual de la ciencia" que no explica las revoluciones, los conflictos, las rupturas radicales en los saberes y en las organizaciones científicas.

Como respuesta a la propuesta del comportamiento ético en la ciencia, otros investigadores de mediados del siglo XX como Storer, Hagstrom, Lemaine y Matalon consideran la ciencia como un "sistema de intercambios"; esto es, que los científicos trabajan en función de recompensas y de reconocimientos. De tal forma que la ciencia se convierte en un mercado, en donde los conocimientos se obtienen en función de premios y distinciones. Se considera que:

Estos principios bastan para el funcionamiento y el mantenimiento de las finalidades de la comunidad científica (el establecimiento de los conocimientos), pues los científicos tienen el interés de elegir métodos rigurosos y en determinar cuidadosamente sus pasos, a los efectos de no arriesgarse a enunciar resultados que más tarde sean refutados por la comunidad, lo que los haría perder su renombre. El valor de un aporte depende de su ajuste a las exigencias técnicas y metodológicas de su elaboración. (Martin, 2003, p. 41)

Ese sistema de reconocimiento implica la competencia entre los científicos a fin de obtener los estímulos esperados; sin embargo, al igual que la propuesta de ética, el espacio social de la ciencia sigue considerándose como aislado o autónomo de las otras dimensiones de la sociedad.

Siguiendo el análisis sociológico de la ciencia, Martin (2003, p. 42), examina la idea de *campo* de Bourdieu (1997), para señalar al respecto que la noción de campo "es un universo intermediario entre el conjunto de la sociedad y los agentes, y en el que están insertos los individuos y las instituciones que producen el bien propio del campo [conocimiento]".

A decir de Bourdieu (citado por Martin, 2003, p. 42) "la ciencia es como cualquier otro campo social en el que convergen relaciones de fuerza, monopolios, intereses, estrategias, luchas y beneficios" con la presencia de factores como la competencia, la acumulación de capital simbólico y científico (político e institucional), reputación, etc.

Otros análisis de la ciencia buscan el origen social del conocimiento, o se dirigen al estudio de las prácticas científicas, pero al margen de eso, se considera que:

La cuestión consiste, más bien, en saber -cómo, en qué aspectos, hasta qué punto y en qué medida los conocimientos científicos merecen explicaciones de orden social y de orden racional. No es inconcebible que la ciencia se elabore sobre varios niveles al mismo tiempo: niveles social, conceptual, textual, lógico y epistemológico. (Martin, 2003, p. 97)

Lo importante es que se cuenta con alternativas frente a la visión neutral, acumulativa, positivista y racionalista de la ciencia. Actualmente, la ciencia se asocia con la técnica y a los procesos productivos, es decir, la ciencia se aborda en una esfera amplia de relaciones que comprenden la política, la ciudadanía, la tecnología, la ética, la industria y la educación, entre muchos otros.

Esas concepciones de ciencia propuestas por Popper (1962), Kuhn (1971), Lakatos (1983), y muchos otros como Piaget (1970), Feyerabend (1987), Toulmin (1977) representan una reacción al inductivismo y al positivismo como visión predominante del quehacer científico. Las propuestas de estos autores abrieron, en la educación el debate a partir de las últimas décadas del siglo XX para la renovación de la enseñanza tradicional de las ciencias; mediante el desarrollo de enfoques como el aprendizaje por descubrimiento, el aprendizaje significativo, el cambio conceptual, la investigación dirigida y los modelos científicos. Enfoques que representan la crítica a la transmisión de contenidos conceptuales y el rescate de las características de los estudiantes y de su participación en los procesos de aprendizaje al enfatizar la importancia de metodologías didácticas y formas de enseñanza que consideran elementos contextuales, históricos y de necesidades sociales.

## **10. La ciencia desde una mirada compleja**

En la última parte del siglo pasado se han retomado en forma crítica los sustentos filosóficos y epistemológicos del conocimiento, de la metodología y de la ciencia en general. Se busca dejar atrás la visión del pasado, explica Martínez siguiendo a Ortega y Gasset (1981), para abandonar la mirada empírica porque no se puede pensar que:

[...] las cosas estaban ahí fuera por sí mismas, en forma ingenua, apoyándose las unas a las otras, haciéndose posibles las unas a las otras, y todas juntas formaban el universo. Y el sujeto no era sino una pequeña parte de ese universo, y su conciencia un espejo donde los trozos de ese universo se reflejaban. La función del pensar no consistía más que en un encontrar las cosas que estaban ahí, un tropezar con ellas.

Así, el conocimiento no era sino un representar esas cosas en la mente, con una buena adecuación a las mismas, para ser objetivos. No cabía situación más humilde para el yo, ya que lo reducía a una cámara fotográfica. (2011, p. 6)

Esta visión simplista está superada, porque convierte al conocimiento en un dogma que debe aceptarse como verdadero y objetivo, que da certeza al sujeto; sin embargo, el papel de sujeto es pasivo, ya que ese conocimiento es aprehendido y aceptado sin reconocer la interrelación del propio sujeto con la realidad y su complejidad.

Los grandes avances de la ciencia en Física Cuántica, Fractales, Sistemas, Supercuerdas y muchas otras teorías obligan a dejar a un lado las concepciones simplistas y reduccionistas del conocimiento; ya que esos logros científicos han replantado la base epistémica de la ciencia, con nuevos fundamentos y actitudes. Como dice Martínez (2011, p.2) la ciencia tiene "el deber de ofrecer una explicación rigurosa y completa de la complejidad de los hechos que componen el mundo actual e idear teorías y modelos intelectualmente satisfactorios para nuestra mente inquisitiva".

Tenemos un mundo tan dinámico como complejo, la física da un ejemplo de esa condición, al exponer la naturaleza y la dinámica de las partículas elementales, en donde lo incierto está presente:

Una de ellas es la idea, expresada por Geoffrey Chew, según la cual las partículas subatómicas están compuestas dinámicamente las unas por las otras, de suerte que cada una de ellas comprende a todas las demás; la otra idea es la noción, formulada por David Bohm, de un orden implícito, según la cual toda la realidad estaría implícita en cada una de sus partes. (Capra, 1992, p. 163)

De esta forma destacan los investigadores, no solo en la Física sino en todos los campos del conocimiento, en las entrañas de lo complejo se encuentra la incertidumbre, y la ciencia no puede mostrarnos cómo vivir con seguridad y certeza; porque la duda está presente, está en todas partes, se ha perdido la credibilidad y se ha desalentado al determinismo como la mejor forma de entender la realidad.

Lo incierto enfrenta al determinismo y al pensamiento lineal, desde Heisenberg (1975), la complejidad se despliega en diversas teorías como por ejemplo: la "teoría del caos", la "geometría de fractales, las teorías de Sistemas y el desarrollo de la Cibernética. En esa perspectiva la incertidumbre es un elemento epistemológico que permite una nueva visión de

la ciencia, "la actitud científica tiene que ser reconstruida, la ciencia debe rehacerse de nuevo" (Martínez, 2012, p. 29).

Siguiendo esta idea, Hargreaves (1998, p. 85) dice que la ciencia ya no tiene la capacidad de enseñarnos a vivir con alguna seguridad y estabilidad, señala que en la sociedad posmoderna la duda lo invade todo porque hemos pasado de la certeza a la incertidumbre con la expansión de la información y de las fuentes de conocimiento, la comunicación, la tecnología, la migración multicultural y la investigación científica que han comprimido el espacio y el tiempo, de tal forma que desestabiliza nuestros fundamentos haciéndonos frágiles, provisionales e inseguros.

A pesar de la gran diversidad de posturas filosóficas o epistemológicas que estudian y debaten las rasgos distintivos de la ciencia, en el marco del gran desarrollo científico y tecnológico y de los procesos de incertidumbre y complejidad; de acuerdo con Nieda (1998, p. 64) existe un "consenso mínimo entre los investigadores acerca de la naturaleza de la ciencia" que se puede sintetizar en los siguientes aspectos:

- a) Los conocimientos se desarrollan en el marco de las teorías que impulsan la investigación científica, las cuales, se encuentran en constante revisión y reconstrucción.
- b) Los problemas de investigación se pueden atender mediante la contrastación de hipótesis; con metodologías flexibles no sujetas a normas universales.
- c) La ciencia se considera como una actividad colectiva con diversas líneas de búsqueda y trabajo aceptadas por la comunidad científica.
- d) La actividad científica se haya impregnada de valores, intereses sociales y particulares, es difícilmente neutra y se desarrollada en un momento histórico.

## **11. La ciencia en el currículum de la educación secundaria. Estructura y organización de los contenidos**

El tránsito del conocimiento científico al conocimiento escolar está en el currículum. El tránsito del currículum al aprendizaje está en el profesor. De la ciencia al aprendizaje de los alumnos se requiere de una doble mediación. Currículum y profesores constituyen elementos centrales para ese tránsito, en donde el currículum adquiere relevancia por sus características de interdisciplinariedad, multidisciplinariedad y transversalidad, entre otras; que el docente tiene que plantearse para la construcción del conocimiento científico en la escuela.

En México, la Reforma Integral de la Educación Básica (RIEB) realizada en 2011, extiende los desarrollos y cambios emprendidos anteriormente en los tres niveles educativos: preescolar 2004, secundaria 2006 y primaria 2009. Con la finalidad de emprender un proceso de articulación de la educación básica orientado por un enfoque formativo, instalado en el desarrollo de competencias y en el aprendizaje de los niños y jóvenes para lograr un Perfil de Egreso que define los rasgos y las características del estudiante al concluir su escolaridad básica. El Plan de estudios de 2011 establece que:

La Educación Básica, en sus tres niveles educativos, plantea un trayecto formativo congruente para desarrollar competencias y que, al concluirla, los estudiantes sean capaces de resolver eficaz y creativamente los problemas cotidianos que enfrenten, por lo que promueve una diversidad de oportunidades de aprendizaje que se articulan y distribuyen a lo largo del preescolar, la primaria y la secundaria, y que se reflejan en el mapa curricular. (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2011a, p. 40)

El mapa curricular se organiza en cuatro campos de formación que son: 1) *lenguaje y comunicación*, 2) *pensamiento matemático*, 3) *exploración y comprensión del mundo natural y social* y finalmente, el campo que tiene que ver con el 4) *desarrollo personal y para la convivencia*.

En el campo de formación llamado *exploración y comprensión del mundo natural y social*, se encuentran las ciencias naturales que en la educación secundaria se presentan en tres asignaturas: Ciencias I (énfasis en Biología) para primer grado, Ciencias II (énfasis en Física) para segundo grado y Ciencias III (énfasis en Química) para tercer grado.

Este Plan de estudios para la educación básica 2011, se caracteriza por establecer una serie de principios con el propósito de orientar la práctica docente, entre ellos destacan: centrar la atención en los estudiantes y en sus procesos de aprendizaje; organizar ambientes de aprendizaje y, entre otros, poner énfasis en el tratamiento de competencias, el logro de los estándares curriculares y los aprendizajes esperados (SEP, 2011a, p. 30).

En el Programa 2011, los contenidos de ciencias naturales en la educación secundaria se presentan en cinco ámbitos que asocian y organizan los fenómenos y procesos de la naturaleza para orientar los aprendizajes y los temas de cada asignatura. Dos ámbitos corresponden a la Biología: primero el que se refiere al desarrollo humano y cuidado de la salud, y el segundo trata de la biodiversidad y protección del ambiente. Para la Física se tiene el ámbito que comprende el cambio y las interacciones en fenómenos y procesos

físicos; mientras que para la Química se cuenta con las propiedades y transformaciones de los materiales; y por último, el ámbito del conocimiento científico y conocimiento tecnológico en la sociedad, como elemento transversal a las tres asignaturas (SEP, 2011b, p. 29).

Los programas de ciencias plantean para la educación secundaria diversos propósitos, en ellos se aprecia una concepción de ciencia que implica cambio, construcción y vinculación con lo social y tecnológico. Por ejemplo, se pretende que los y las adolescentes valoren la ciencia como una manera de buscar explicaciones, en estrecha relación con el desarrollo tecnológico y como resultado de un proceso histórico, cultural y social en constante transformación (SEP, 2011b, p. 13). Así también, se contempla la formación en las disciplinas científicas al pretender que los y las jóvenes desarrollen sus habilidades para representar, interpretar, predecir, explicar y comunicar fenómenos biológicos, físicos y químicos (SEP, 2011b, pp. 13-14).

A lo interior de cada asignatura, los aprendizajes se organizan en cinco bloques, que formalmente corresponden a los cinco bimestres que forman el año escolar. Estos bloques se componen de contenidos disciplinarios y de orientación general o de aplicación. Por ejemplo, los bloques que integran la asignatura de Ciencias I (énfasis en Biología) son "La biodiversidad: resultado de la evolución"; "La nutrición como base para la salud y la vida"; "La respiración y su relación con el ambiente y la salud"; "La reproducción y la continuidad de la vida"; en estos primeros cuatro bloques influyen y predominan los elementos disciplinarios y el último "Salud, ambiente y calidad de vida" tiene un carácter integrador y de manejo de los aprendizajes. Así, igualmente para Ciencias II y Ciencias III, los últimos bloques son integradores, pues corresponden a los aprendizajes relacionados con "Conocimiento, sociedad y tecnología", y "Química y tecnología", respectivamente.

El sentido en el que se plantean los propósitos y la organización de los aprendizajes permite apreciar que la propuesta curricular de ciencias retoma dos enfoques de la ciencia que están presentes internacionalmente: uno, la Formación Científica y el otro, "Ciencia, Tecnología y Sociedad". Aunque no de forma totalmente explícita reconoce a través del primer enfoque la importancia de la preparación de los sujetos como miembros de una determinada sociedad, para la toma de decisiones por medio del conocimiento básico de la ciencia, de sus formas de aproximación y su quehacer (SEP, 2006, p. 37). Con el otro enfoque se destaca la utilidad de las ciencias e incorpora una visión integrada de ellas, al considerar su relación con la tecnología y el impacto social de ambas (SEP, 2006, p. 37).

La estructura y organización de los programas de ciencias es compleja; en general se encuentran elementos tales como los Propósitos de la Educación Básica (en ciencias naturales), los Propósitos de la Asignatura, los Estándares Curriculares, el Enfoque Didáctico, los Ámbitos, las Competencias, los Aprendizajes Esperados y los Contenidos (organizados en Bloques). Es una estructura que sobrecarga de enunciados, incluyendo nuevos conceptos como estándares y competencias en un documento que debería ser claro y no sobrecargado para orientar la práctica docente. En este sentido, Pedrinaci aprecia las competencias en los programas,

...como un elemento curricular que viene a engrosar los anteriores, se mantiene la tendencia acumulativa que siempre aqueja a los contenidos curriculares. Considera que se abre la puerta a lo novedoso e interesante, pero sin que esas incorporaciones se vean compensadas con otras salidas, ni siquiera con nuevas reorganizaciones. (2012, pp. 41-42)

En el Plan de Estudios 2011, las competencias se definen como la capacidad de responder a diferentes situaciones, e implica un saber hacer (habilidades) con saber (conocimiento), así como la valoración de las consecuencias de ese hacer (valores y actitudes). En las ciencias, los programas de las asignaturas plantean tres competencias: la comprensión de procesos y fenómenos naturales, la toma de decisiones para el cuidado del ambiente y de la salud y la comprensión de las limitaciones de la ciencia y de la tecnología.

## **12. La presentación de la ciencia**

De Silva (1999, p. 36) explica que para Bernstein (1988), el conocimiento en la educación formal se presenta en tres discursos que le dan unidad y coherencia, son tres sistemas discursivos que reciben los nombres de: el currículo, la pedagogía y la evaluación. Así Bernstein (citado por De Silva, 1999, p. 36) dice que "el currículo define lo que cuenta como conocimiento válido, la pedagogía define lo que cuenta como transmisión válida del conocimiento y la evaluación define lo que consta como realización válida de ese conocimiento de parte de quien es enseñado".

En los programas de la educación secundaria el conocimiento científico, como conocimiento válido, se presenta con un doble carácter: como un conocimiento disciplinario y como un conocimiento que pretende relacionarse o integrarse con los conocimientos de otras asignaturas, es decir, con un carácter interdisciplinario.

La ciencia aparece como disciplinas (Biología, Física y Química) en varios de los enunciados prescriptivos del programa, más claramente en los estándares y en los contenidos. Por ejemplo, en el caso de los estándares, estos, se organizan en cuatro categorías: *Conocimiento científico, Habilidades asociadas a la ciencia, Actitudes asociadas a la ciencia y Aplicaciones del conocimiento científico y de la tecnología*. De manera específica predominan los que se dirigen a la disciplina; así para Ciencias III (con énfasis en Química):

- Identifica las características del modelo atómico (partículas y sus funciones).
- Explica la organización y la información contenida en la Tabla Periódica de los Elementos, y la importancia de algunos de ellos para los seres vivos.
- Identifica el aporte calórico de los alimentos y su relación con la cantidad de energía requerida por una persona.
- Identifica las propiedades de los ácidos y las bases, así como las características de las reacciones redox.
- *Profesorado, cultura y posmodernidad. Cambian los tiempos, cambia el profesorado.* Madrid: Ediciones Morata. Identifica las características del enlace químico y de la reacción química. (SEP, 2011b, p. 18).

Desde los contenidos, las disciplinas aparecen más que nada en los primeros cuatro bloques de aprendizajes, a manera de ejemplo los temas de Física que se plantean en Ciencias II son:

La descripción de las fuerzas en el entorno:

- La fuerza, resultado de las interacciones por contacto (mecánicas) y a distancia (magnéticas y electrostáticas), y representación con vectores. Fuerza resultante, métodos gráficos de suma vectorial. Equilibrio de fuerzas, uso de diagramas. (SEP, 2011b, p. 54).

La otra característica del conocimiento científico que se presenta en el currículum es de carácter relacional o integrador. Se encuentra expresada en las modalidades de trabajo, como las sugerencias o preguntas a partir de las cuales se puede desarrollar un proyecto (Bloque V) al final del curso. En Ciencias I (con énfasis en Biología), con el propósito de relacionar, por ejemplo, la Biología con los contenidos de otras asignaturas para una mayor integración, o si se quiere de aplicación, de los procesos de conocimiento de los adolescentes de secundaria, se tiene:

Proyecto: Hacia la construcción de una ciudadanía responsable y participativa

- ¿Por qué es importante conocer y valorar la biodiversidad de nuestra región, entidad y país? ¿Qué acciones se realizan en el país para conservar la biodiversidad?
- ¿Cómo promover la participación de la comunidad escolar para reducir la generación de residuos sólidos domésticos o escolares?
- ¿Cuál es el impacto de la mercadotecnia y la publicidad en los hábitos de consumo de alimentos, bebidas o cigarrillos, entre otros, en el lugar donde vivo?
- ¿Qué causa la descomposición de los alimentos y de qué manera podemos evitar o retrasar este proceso? (SEP, 2011b, p. 46)

Otra forma de apreciar esa condición interdisciplinaria se encuentra en los propios nombres de las asignaturas: Ciencias I (énfasis en Biología) para primer grado, Ciencias II (énfasis en Física) para segundo grado y Ciencias III (énfasis en Química) para tercer grado; esto, para señalar que no se trata exclusivamente de Biología, Física y Química sino que se abre la posibilidad de relacionar otros contenidos curriculares.

En términos prácticos, los profesores que tienen a su cargo estas asignaturas se reconocen o se dicen profesores de Biología, Física o Química más que profesores de Ciencias I, II o III; con lo cual resaltan su percepción más disciplinaria que integradora de los contenidos del programa.

Este doble carácter de los conocimientos científicos presentados en el programa de la educación secundaria se puede explicar desde el concepto de currículum "clasificado" que plantea Bernstein (1988), es decir, si es clasificado es altamente disciplinario o débilmente clasificado si tiende a la integración. Siguiendo a este autor, De Silva establece que:

Bernstein acuñó un término para referirse al mayor o menor grado de aislamiento y separación entre las diversas áreas de conocimiento que constituyen el currículum: "clasificación". Cuanto mayor el aislamiento, mayor la clasificación. La clasificación es una cuestión de fronteras. La clasificación responde, básicamente, a la pregunta: ¿qué cosas pueden estar juntas? Un currículum de tipo tradicional, marcadamente organizado en torno de disciplinas académicas tradicionales, sería, en la jerga de Bernstein, fuertemente clasificado. Un currículum interdisciplinario, en contraste, sería débilmente clasificado. (1999, p. 37)

El programa analizado tiende a ser menos clasificado desde la propuesta de Bernstein (1988), dado que los conocimientos de las disciplinas como Biología, Física y Química pueden estar junto a conocimientos de matemáticas, historia, y otras asignaturas como se ha ejemplificado anteriormente. Así, por ejemplo, si los profesores y alumnos desarrollan un proyecto (Bloque V de Ciencias I) que plantea el programa para "el estudio del impacto de la mercadotecnia y la publicidad en los hábitos de consumo", los estudiantes tendrán que recuperar elementos de la biología, de la química, del civismo y otros campos para comprender el cuidado de la salud y el ambiente.

Pero desde otro ángulo, el actor directo del proceso para la puesta en práctica del currículum en el aula es el profesor; cabe reflexionar por las posibilidades de esa mediación, lo cual lleva a preguntarse por: los conocimientos del profesor a la manera planteada por Shulman (2005, p. 11) como conocimiento del contenido; conocimiento de lo didáctico general; conocimiento del currículo; conocimiento de lo didáctico del contenido; interrogarse también, por los procesos de formación docente y de las condiciones institucionales necesarias para validar el discurso curricular planteado en este nivel educativo. ¿Hasta dónde el docente dispone de los elementos necesarios para desarrollar ese conocimiento válido: disciplinario e integrador del programa de secundaria?

Además la presencia de la ciencia en el currículum remite a una concepción relativamente consensuada y actualizada del conocimiento científico señalada párrafos arriba por Nieda (1998); por ejemplo, se advierte esa condición en el programa 2011 cuando se plantea en distintos apartados lo siguiente:

- *Propósito*: Reconozcan la ciencia como una actividad humana en permanente construcción, con alcances y limitaciones, cuyos productos son aprovechados según la cultura y las necesidades de la sociedad (SEP, 2011b, p. 13).
- *Estándar*: Identifica los beneficios y riesgos de las aplicaciones de la ciencia y la tecnología en la calidad de vida, el cuidado del ambiente, la investigación científica, y el desarrollo de la sociedad (SEP, 2011b, p. 18).
- *Enfoque*: Promover la visión de la naturaleza de la ciencia como construcción humana, cuyos alcances y explicaciones se actualizan de manera permanente (SEP, 2011b, p. 21).
- *Competencia*: Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos (SEP, 2011b, p. 27).

- *Aprendizaje esperado*: Sistematiza la información y organiza los resultados de su proyecto y los comunica al grupo o a la comunidad, utilizando diversos medios: orales, escritos, modelos, interactivos, gráficos, entre otros (SEP, 2011c, p. 56).

En ese discurso curricular se proyecta una ciencia en construcción, con limitaciones y grandes avances relacionados con la tecnología y el contexto, lo cual remite a posturas alejadas del empirismo y de positivismo más cercanas a formas consensuadas o en debate sobre lo que es la ciencia, su metodología y finalidades.

En cierta forma, el programa de ciencias *contiene un tratamiento explícito de lo que es la ciencia y sus características*, a través de los contenidos y orientaciones que se proponen a los maestros para trabajar en el aula; es decir, retoma a través de los enfoques de la enseñanza de la ciencia (señalados anteriormente: Formación científica básica y Ciencia, tecnología y sociedad) la naturaleza del conocimiento científico como elemento integrador de las disciplinas con el propósito de una mejor comprensión del progreso de la ciencia y de la tecnología.

Lo anterior lleva nuevamente a la reflexión sobre la interpretación de la ciencia que prevalece con los docentes y preguntarse si los profesores han superado los enfoques empiristas y positivistas del conocimiento científico. Lo cual se relaciona con las formas de enseñar, incluso de evaluar, que emplean los profesores de ciencias. Recordando con De Silva que:

Bernstein insiste que no se pueden separar cuestiones del currículo de cuestiones de pedagogía y evaluación. No se puede separar, en otras palabras, el análisis de lo que constituye una organización válida del conocimiento de aquello que constituyen formas válidas de transmitirlo y evaluarlo. (1999, p. 37)

La interpretación de la ciencia por parte de los profesores tiene implicaciones en la enseñanza ya que la ciencia de los científicos se traduce en ciencia escolar, entonces, ese traslado a lo escolar puede quedar atrapado en interpretaciones simplistas o inductivistas de la ciencia que es difícil superar, que llevan a validar procesos de enseñanza y de evaluación más tradicionales que innovadores.

Lo anterior, asociado con la abundancia de términos y conceptos (propósitos, estándares, competencias, modelos, alfabetización científica) propios del programa, puede dirigir al docente a mantener prácticas rutinarias que se centran en elementos memorísticos,

mecánicos o meramente disciplinarios, dejando a un lado la participación activa de los estudiantes y los nuevos enfoques de enseñanza.

Para explicar lo anterior Bernstein (1988) utiliza el concepto de *encuadramiento*; a partir de ello, De Silva (1999, p. 37) sostiene que "cuanto mayor es el control del proceso de transmisión por parte del profesor, mayor es el encuadramiento". Así, la enseñanza tradicional tiene un fuerte encuadramiento, en tanto que la enseñanza centrada en el alumno está débilmente encuadrado.

En términos estrictamente formales, el programa de ciencias es débilmente *encuadrado* porque plantea una educación centrada en el alumno (es uno de los principios básicos del Plan de estudios 2011), en el desarrollo de competencias para contribuir al logro del Perfil de Egreso de la educación básica; el encuadramiento proviene cuando la práctica docente está centrada en la exposición de los principales conceptos de las disciplinas, en las evaluaciones de enfoque memorístico y el desconocimiento de la complejidad de la ciencia y del currículum.

Sin embargo, para desarrollar ese programa de ciencias, débilmente encuadrado, dada la centralidad del alumno que proclama el currículum 2011; se diría que es imprescindible que los procesos de formación continua de los docentes consideren los rasgos esenciales de la ciencia y de los procesos de aprendizaje de los estudiantes, y no solo el conocimiento disciplinario, como se hace tradicionalmente; que permitan el desarrollo de la enseñanza y de la evaluación para impulsar el aprendizaje de la Física, la Química y de la Biología como verdaderas ciencias en evolución y no meros conjuntos de conocimientos.

Ahora bien, cómo articular esas interpretaciones de la ciencia y del currículum que vive el profesor, cómo entender lo que hace el docente ante la ciencia, el currículum, su práctica en el aula o sus procesos formativos. Para ello es necesario penetrar el mundo del profesor, como forma de acercamiento a los significados que otorga a sus saberes y prácticas, para esto, la propuesta teórica de Habermas (1988) es un referente apropiado.

### **13. El mundo de vida del docente**

Estrada (2000, p. 123) señala que el concepto "mundo de vida" es una herramienta muy pertinente para la investigación en ciencias sociales; y, desde luego, para la indagación educativa es posible encontrar en ese concepto, el apoyo que se requiere para entender ciertas realidades de manera holística, de tal forma que permita captar los niveles y condiciones de complejidad que de otra forma pueden quedar al margen o no ser

considerados. Así, las relaciones entre la ciencia, el currículum y los profesores analizados a través del mundo de vida pueden mostrarse con más claridad y lograr una mejor comprensión.

Estrada (2000, p. 141) considera que el mundo de vida es el espacio de interacciones que viven los sujetos en cada momento. Ahí se encuentran las relaciones que se abordan entre el docente, sus alumnos, otros docentes, padres de familia y otros sujetos; interacciones que se dan en situaciones y contextos diversos como la escuela, el aula, el currículum, la ciencia, los procesos formativos y otros escenarios.

Pero esas interacciones van acompañadas del entendimiento que se da entre los diferentes actores, ya que el lenguaje garantiza las evidencias necesarias como marco para la comunicación en los diferentes contextos. Porque el mundo de vida está formado de estructuras que le dan sentido, y son los sujetos los que producen y reproducen ese sentido; mediante las acciones colectivas objetivadas en instituciones, usos, creencias, valores y lenguaje compartidos.

Las interpretaciones de la ciencia, del método científico, de las competencias, de la interdisciplinariedad o las formas de enseñanza expresan el sentido que los docentes dan a su quehacer diario. Constituyen un trasfondo para la interacción y el entendimiento, pero tienen una tradición, o más bien existe previamente a los sujetos como lenguaje; también son un recurso para las actividades que desarrollan los actores, en este caso los profesores. Aquí se reproducen los elementos simbólicos y materiales que se requieren para el aula y la escuela; y desde luego, se reproducen por la cooperación interpretativa, digamos en las reuniones de academia o de consejo técnico de las escuelas y en la cotidianidad del quehacer educativo.

Estrada dice que "dicho trasfondo compartido da a los actores la seguridad de que se encuentran en un mundo circundante común, previo a ellos, que se les ofrece como marco de referencia intersubjetivo y como una plaza para proyectos de acción" (2000, p. 139). Trasmundo conformado por saberes y prácticas culturales que los órdenes sociales otorgan a los actores mediante procesos de socialización por medio del lenguaje. Para completar la idea Estrada indica que: "En este sentido, lenguaje y cultura crean entramados sumamente complejos que se entretajan articulando, por un lado, imágenes simbólicas del mundo, y, por otro, contenidos de tradiciones que están dispuestos para la comunidad lingüística" (2000, p.139).

Estrada cita a Habermas (1988) al señalar que el lenguaje se convierte en el elemento central para el concepto de mundo de vida; así, la orientación comunicativa la expresa de esta forma:

... se reconoce la utilidad del lenguaje en la reproducción del mundo de vida: bajo el aspecto funcional del entendimiento, la acción comunicativa sirve a la tradición y a la renovación del saber cultural; bajo el aspecto de coordinación de la acción, sirve a la integración social y a la creación de solidaridad; bajo el aspecto de socialización, finalmente, sirve a la formación de identidades personales. (2000, p. 140)

Sin olvidar que esos procesos comunicativos tienen como apoyo el mundo social, objetivo y subjetivo, que son las estructuras del mundo de vida, pues se encuentran en la base de la idea de comunidad e intersubjetividad. En conjunto, esos mundos, proporcionan seguridad a los actores de estar instalados en un espacio común e intersubjetivo. Así, por ejemplo, lo que piensan los profesores sobre la ciencia y su finalidad, su forma de poner en práctica los contenidos disciplinarios, las disposiciones de la escuela o del sistema educativo, las ideas que comparten en la academia o colegiado de la escuela se constituyen en el trasfondo de seguridad para moverse en sus quehaceres cotidianos. Estas ideas y prácticas de los profesores se consideran desde el planteamiento de Estrada como un "trasfondo que se expresa como fenómeno cotidiano, en forma de saberes y prácticas culturales, imágenes simbólicas y tradiciones que refrendan y reproducen la integración normativa de los actores sociales a los órdenes sociales" (2000, p. 143).

El mundo de vida no se puede confundir con el conjunto de la sociedad, el mundo de vida es un espacio de interacción y entendimiento entre los actores participantes, lo social se completa con las instituciones y sus efectos según los sistemas sociales y económicos. Sin olvidar, señala Estrada (2000, p.144) que ambos espacios, "tanto las interacciones cotidianas como los sistemas sociales están atravesados por el ejercicio del poder". Así, la ciencia, tanto su desarrollo como su aplicación, no es neutral está fuertemente determinada por los ejercicios de los poderes económico, político y de otra naturaleza. De igual manera, en las interacciones para la enseñanza de la ciencia en la escuela o el desarrollo del currículum, como expresiones del mundo de vida de los profesores, aparece el ejercicio del poder, tal vez en forma sutil, a través de tradiciones, prácticas o de las disposiciones de las instancias institucionales o de otro tipo.

Entonces, ciencia, currículum y profesores son tres aspectos fundamentales para explicar la enseñanza de las ciencias en la escuela, resulta valioso el análisis de cada uno: las diferentes conceptualizaciones de la ciencia y sus características; el análisis del currículum y su puesta en práctica; los profesores con sus ideas, prácticas y procesos formativos. Pero también es muy pertinente la atención de la enseñanza de las ciencias como un entramado de interacciones, en donde se rescaten los sentidos que los diferentes participantes otorgan a sus quehaceres y a su mundo con la finalidad de comprender como un todo esta realidad que es elusiva y compleja. Comprensión que desde luego debe aportar reflexiones para repensar los procesos de formación inicial y continua de los profesores, pero también, en forma ambiciosa, repensar el currículum y especialmente la parte correspondiente a la ciencia.

#### **14. Reflexiones finales**

Los procesos y los productos de la ciencia siempre están a debate, porque su vinculación con la tecnología y la sociedad juegan hoy en día un papel decisivo en las personas, en su formación y por lo tanto en los sistemas educativos. Esa fuerte vinculación obliga a su estudio filosófico y epistemológico atento y alejado de posturas únicas, inductivas y positivistas que no consideran los contextos sociales, históricos y de complejidad.

El currículum de ciencias 2011 en la educación secundaria se organiza en relación con una ciencia conformada por cuerpos teóricos en desarrollo (Biología, Física y Química), que plantea problemas y metodologías flexibles para su tratamiento en el aula; que retoma las características de una ciencia construida colectiva e históricamente e influida por contextos e intereses sociales. No se acerca en forma explícita a una consideración de la Incertidumbre y Complejidad como paradigma de examen de la ciencia en la sociedad actual, pero la adopción de los enfoques de formación científica y de ciencia tecnología y sociedad pueden ser valiosos para desarrollar en los profesores y en su práctica perspectivas no lineales o deterministas de los fenómenos de la naturaleza.

La aceptación o puesta en práctica de ese currículum, interdisciplinario e integrador de saberes por parte de los docentes enfrenta retos o situaciones que tienen que ver con la estructura misma del programa, exceso de terminologías e incluso de contenidos. Asimismo, tiene que ver con las condiciones institucionales y políticas educativas, los tiempos de las escuelas de y las instituciones, la organización escolar y la disposición de recursos y desde

luego, con la actuación misma del docente desde aspectos como sus concepciones de ciencia, su dominio de las asignaturas y los procesos de formación continua, entre otros.

Esos retos son difíciles de atender y más de resolver, puede llevar a los profesores entre la certidumbre y la incertidumbre en sus tareas cotidianas manifestadas en procesos de resistencia, de prácticas tradicionales y de reforzamiento de las concepciones acríticas y empiristas de la ciencia que les proporcionen la mínima confianza para atender los contenidos programáticos y las exigencias institucionales.

Los procesos de formación son fundamentales para atender un currículum relativamente reciente con novedades como las competencias, el desarrollo de proyectos y otros elementos programáticos; tanto la formación inicial como la formación permanente tienen que retomar la importancia de los conocimientos disciplinarios como componentes teóricos en desarrollo, así como los procesos de aprendizaje de los adolescentes para la construcción de la ciencia escolar; y desde luego, los enfoques de enseñanza más acordes con las peculiaridades de la ciencia y de la tecnología, pero en el marco de la reflexión filosófica y epistemológica del conocimiento científico.

La complejidad de todos estos aspectos, ya señalados en relación con la ciencia, al currículum y a la vida de los docentes con certidumbres e incertidumbres, demanda el desarrollo de la investigación no solo con enfoques explicativos, sino dirigidos a la interpretación y comprensión de realidades como totalidades que permitan apreciar los fenómenos educativos desde perspectivas más satisfactorias.

## Referencias

- Abbagnano, Nicola. (1996). *Diccionario de filosofía* (2a. ed.). México: Fondo de Cultura Económica.
- Bernstein, Basil. (1988). *Poder, educación y conciencia*. Santiago: CIDE.
- Capra, Fritjof. (1992). *El punto crucial. Ciencia, sociedad y cultura naciente*. Argentina: Editorial Troquel.
- De Silva, Tomaz Tadeu. (1999). *Documentos de Identidad. Una introducción a las teorías del currículo* (2a. ed.). Belo Horizonte: Auténtica Editorial.
- Estrada Saavedra, Marco. (2000). La vida y el mundo. Distinción conceptual entre mundo de vida y vida cotidiana. *Sociológica*, 15(43), 103-151. Recuperado de <http://www.revistasociologica.com.mx/pdf/4306.pdf>

- García Palacios, Eduardo M., González Galbarte, Juan Carlos, López Cerezo, José Antonio, Luján, José Luis, Martín Gordillo, Mariano, Osorio, Carlos y Valdés, Célida. (2001). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual*. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos.
- Habermas, Jürgen . (1988). *Teoría de la acción comunicativa (Tomos I y II)*. Madrid: Taurus.
- Hargreaves, Andy. (1998). *Profesorado, cultura y posmodernidad. Cambian los tiempos, cambia el profesorado*. Madrid: Ediciones Morata.
- Heisenberg, Werner. (1975). *Diálogos sobre la física atómica*. Madrid: BAC.
- Jaramillo Echeverri, Luis G. (2003). ¿Qué es epistemología? *Cinta de Noebio*, (18), 1-7. [versión digital pdf]. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10101802>
- Kuhn, Thomas S. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Lakatos, Imre. (1983). *La metodología de los programas de investigación*. Madrid: Alianza.
- Martínez Miguélez, Miguel. (2011). Paradigmas emergentes y ciencias de la complejidad. *Opción*, 27(65), 45-80.
- Martínez Miguélez, Miguel. (2012). *Nuevos fundamentos de la investigación científica*. México: Trillas.
- Martin, Olivier. (2003). *Sociología de las ciencias*. Buenos Aires: Ediciones Nueva Visión.
- Nieda, Juana y Macedo, Beatriz. (1998). *Un Currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*. México: Secretaría de Educación Pública.
- Pedrinaci, Emilio. (2012). La noción de competencia científica proporciona criterios para seleccionar, enseñar evaluar los conocimientos básicos. En Emilio Pedrinaci (Coord.), *El desarrollo de la competencia científica* (pp. 39-57). España: Graó.
- Pérez Tamayo, Ruy. (1990). *¿Existe el método científico? Historia y realidad*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Popper, Karl. R. (1962). *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Ed. Tecnos.
- Real Academia Española. (s.f). *Diccionario de la Lengua Española* (22a. ed.) [Versión digital]. Recuperado de <http://www.rae.es/>
- Secretaría de Educación Pública. (2006). *Ciencias. Fundamentos*. México: SEP.
- Secretaría de Educación Pública. (2011a). *Plan de Estudios 2011. Educación Básica*. México: SEP.
- Secretaría de Educación Pública. (2011b). *Programa de estudio. Ciencias*. México: SEP.

Shulman, Lee S. (2005). Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma Profesorado. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2), 1-30.

Vázquez Alonso, Ángel, Acevedo Díaz, Juan Antonio, Manassero Mas, Ma. Antonia, Acevedo Romero, Pilar. (2001). *Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia*. Recuperado de <http://www.oei.es/salactsi/acevedo20.htm>