

Presentación Oral

## **Concepciones de Ciencia de Maestros de Primaria**

**Salvador Jara Guerrero**

[sjara@zeus.umich.mx](mailto:sjara@zeus.umich.mx)

**Tel (443) 3235899**

**Elizabeth González Gómez**

[elizabeth\\_gon@yahoo.com](mailto:elizabeth_gon@yahoo.com)

**Tel (443) 3244024**

**Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo**

**Tel y Fax (443) 316 72 57**

Durante mucho tiempo hubo un mundo mágico, producto de la voluntad o de las voluntades divinas, que presentaba una complejidad que colocaba a los fenómenos fuera de la comprensión de la mayoría de los hombres. Cada acontecimiento dependía de voluntades ajenas, y fuera de los fenómenos más regulares como el día y la noche o las estaciones del años, la mayoría eran sólo predecibles y explicables a través de la iluminación de unos cuantos privilegiados que eran capaces de interpretar los signos sobrenaturales. La relación hombre-naturaleza a través de los signos-secretos precisaba sacarlos a la luz para descifrar su naturaleza o virtudes. (1)

Uno de los grandes logros de la ciencia ha sido el de establecer procedimientos que hoy nos permiten discriminar el conocimiento y darnos cuenta que en el gran almacén que conforma lo que consideramos cierto, podemos distinguir entre aquello que afirmamos porque tenemos razones, argumentos y evidencias válidas para nosotros y para los demás, que nos han llevado a concluirlo; y lo que creemos sin contar con una base suficiente para convencer a otros, pero a nosotros nos basta. Esta es, aunque sea de una manera muy simple, la diferencia entre algo en que creemos y lo que decimos conocer. Entonces decimos que una afirmación es conocimiento cuando contamos con evidencia suficiente para tal afirmación, es decir, contamos con elementos para convencer y, en cambio, una creencia es solamente algo que nos parece cierto sin que en realidad tengamos pruebas para afirmarlo y sólo podemos defenderlo porque es nuestro punto de vista o nuestra opinión.

Existen supuestos en los que todos, o la mayoría parecemos estar de acuerdo, independientemente si son falsos o verdaderos, como que no debemos tomar cosas frías con tos, que los tés tienen propiedades medicinales, que es posible clonar ovejas, que la Tierra se mueve alrededor del sol, o que la mejor forma de curarse es dejando que la naturaleza lo haga. En estos casos si alguien tuviera una opinión distinta las cosas no pasarían a mayores, pero desgraciadamente existen otros temas en los que las diferencias parecen tocarnos las fibras más finas, independientemente de su falsedad y, con frecuencia, nos llevan a enfrentamientos absurdos. Por ejemplo cuál partido político es mejor o cuál es la religión verdadera. Existen otras cuyas consecuencias pueden ser fatales, pensemos en cuestiones de salud, jurídicas o de seguridad en la construcción.

Sin embargo el éxito y la confianza excesiva de la ciencia, por una parte, y la ignorancia científica por la otra, han propiciado su idealización, que va desde una apología hasta

una condena. En lo que podríamos llamar la historia tradicional de la ciencia nos ha mostrado de manera simplista que los conocimientos científicos van evolucionando y acumulándose de manera que los falsos se desechan y los verdaderos se mantienen, usando como guía el método científico y como árbitro al experimento. Las consecuencias de ésta imagen en la enseñanza de las ciencias son múltiples pero destacan tres. En primer lugar la identificación de conocimiento científico con conocimiento verdadero, que niega el proceso de transformación de la ciencia y su dinámica. En segundo lugar, se idealiza al científico como genio que sólo descubre, devela la verdad. Y en tercer lugar, se simplifica y reduce el proceso experimental.

Sin embargo, en los últimos 25 años se ha dado un movimiento que tiende a reconocer y enfatizar que los modelos utilizados por la ciencia, sus leyes y teorías, son mucho más que un conjunto de conocimiento y objetivos acerca del mundo. Las relaciones entre conceptos, y los supuestos más generales en los que son sustentados, así como los métodos con que se adquieren y hasta el contexto social y cultural están presentes en la labor científico, y por tanto forman parte de la ciencia misma. El científico no es más, pero tampoco menos humano que todos los demás, y por tanto está expuesto a los intereses internos como por factores sociales. Decir que los factores sociales o los factores internos explican el desarrollo de la ciencia reduce la práctica científica a una dimensión: para hacer justicia a la complejidad de esta actividad debemos tomar en cuenta su naturaleza heterogénea y contingente.

Actualmente los científicos no comparten la idea de que el objetivo de la ciencia sea alcanzar la verdad absoluta pero sí reconocen que el conocimiento científico es un conocimiento duradero y probablemente el más confiable con que contamos aunque también se reconozca que la incertidumbre forma parte esencial de éste.

Pero si la ciencia no es un mero conjunto de conocimientos verdaderos, no es posible que su enseñanza se conciba solamente como una transmisión o comunicación de información. El aprendizaje de las ciencias implica la comprensión de cierto tipo de racionalidad contextualizada que involucra un mundo mucho más amplio que la información científica aislada.

La separación radical tradicional de lo objetivo y lo subjetivo implica dos mundos separados, dos realidades, dos simplificaciones; pero el conocimiento científico es siempre una mezcla social-natural porque se trata de una actividad social acerca del mundo natural, concebir que la realidad es siempre esa mezcla implica un mundo mucho más interesante. Sin embargo, no se trata de asumir una postura empirista ni idealista, sino un tipo de realismo que no confunda lo que decimos del mundo con el mundo mismo, que reconozca que existe un mundo con mecanismos y estructuras que dan lugar a los fenómenos (objetos intransitivos del conocimiento), pero que el conocimiento acerca de ellos, leyes y teorías, es una actividad social (objetos transitivos del conocimiento). (2) Asumir este realismo en la educación implica que al reconocer que el mundo y sus mecanismos y fenómenos no son lo mismo que las teorías, se debe también reconocer el papel activo del estudiante como quien re-construye los objetos transitivos del conocimiento.

Desde los trabajos de Jean Piaget (3) se ha puesto atención en las dificultades que tienen los estudiantes para aprender algunos conceptos físicos y la interesante relación con la problemática epistemológica y ontológica del desarrollo de la ciencia misma. Los problemas con que se encuentran los estudiantes cuando construyen diferentes modelos o esquemas alternativos para explicar los fenómenos naturales no son

casuales, reflejan en cierta medida los obstáculos con que se ha encontrado el desarrollo científico que a su vez es una imagen de las dificultades de los científicos en la comprensión de la naturaleza, son muestras de la complejidad de los fenómenos y de la complejidad del estudio mismo de la naturaleza.

El nacimiento de la ciencia moderna tuvo tres fuentes fundamentales. Por una parte la motivación por la utilidad del conocimiento, la ilusión de tener el control del mundo natural, conocer las formas de operar de la naturaleza y predecirlas para el bien de la humanidad. En segundo lugar, la preocupación y la necesidad de establecer mecanismos y métodos que permitieran a los diferentes grupos humanos, desde sectas religiosas hasta las facciones políticas, dirimir sus diferencias sin llegar a la violencia, llegar al consenso de cómo evaluar las evidencias experimentales o de hechos y los testimonios, y la importancia de su comunicación y su reproducción; pero además utilizar la potencialidad de esos mecanismos para desenmascarar fanatismos, y prejuicios. En tercer lugar, la ciencia surge como consecuencia de una de las características que nos distinguen como especie, la curiosidad.

Pero la ciencia no sólo es un producto valioso de la creatividad y el raciocinio que sirve para satisfacer la curiosidad humana acerca del mundo, es también un instrumento que ha permitido establecer mecanismos que ayuden a distinguir la mera opinión del hecho confiable. Antes de que la ciencia existiese como tal, el mundo se percibía como mágico, sólo como un producto de la voluntad o de las voluntades de dioses terribles o bondadosos pero a fin de cuentas criaturas divinas, este mundo era entonces visto como incomprensible para todos, o por lo menos, para la mayoría de los hombres; sólo los brujos o sacerdotes en contacto con esos seres superiores podían entender los fenómenos como signos sobrenaturales.

La ciencia básica surge con la pretensión de conocer el mundo, de explicarlo, de quitarle el velo sobrenatural y hacerlo inteligible. La ciencia es un medio sistemático y confiable que nos permite obtener conocimientos básicos acerca del funcionamiento del mundo. Sin embargo, con el tiempo, esos conocimientos resultaron mucho más útiles y hoy día no cabe la menor duda de que la ciencia básica no sólo es conocimiento, sino una inversión; sus aplicaciones, tarde o temprano nos asombran.

El impresionante avance científico de los últimos años nos plantea retos imponentes. Sujetos a un bombardeo permanente de información de baja calidad a enorme velocidad, nos convertimos en presas fáciles de la charlatanería y de una especie de incomprensibilidad científica. Basta revisar los periódicos o escuchar los noticieros para encontrar ejemplos de información pretendidamente científica donde conviven clonaciones con ovnis, sectas religiosas con ideales políticos o medicinas alternativas con cirugías láser.

El avance de la ciencia y la tecnología ha aportado, en los últimos años, satisfactores impensables hasta hace sólo unas décadas. Los ejemplos abundan desde las computadoras hasta las nuevas técnicas médicas. Pero no todo ha sido miel sobre hojuelas, hay efectos de los espectaculares avances de la ciencia que no han sido tan favorables, sino que paradójicamente han contribuido a una devaluación de la objetividad científica. La nueva complejidad de la ciencia, aunada a la mala calidad educativa, se ha prestado para justificar la charlatanería de cuestiones místicas y esotéricas que, sin duda, deben dejar buenas ganancias a los mercaderes.

Los trabajos sobre esquemas alternativos (4) se han realizado desde hace casi veinte años y ha mostrado que las explicaciones que los estudiantes van construyendo desde niños funcionan muy bien localmente y por tanto forman estructuras con coherencia interna que son más o menos estables y dependen en gran medida del sentido común y de la experiencia inmediata. Se trata de esquemas inteligentes, es por ello que muchos cursos de física no tienen un efecto importante en algunos de esos esquemas y los estudiantes, aún después de haber aprobado varios cursos de ciencias, continúan explicando muchos fenómenos naturales con sus propios esquemas alternativos (5). Pero estos modelos, al decir radicalmente de la manera en que la ciencia explica esos fenómenos, se convierten en obstáculos para el aprendizaje posterior de los contenidos científicos.

En este trabajo se hace un análisis, desde el punto de vista del constructivismo, de esquemas alternativos que mantienen profesores de primaria, haciendo una analogía con los modelos surgidos en la historia de la ciencia. Especialmente interesa analizar el papel de la evidencia para la falsación o verificación de teorías y para el cambio conceptual en los estudiantes. Es común que se suponga que en condiciones adecuadas los estudiantes y profesores pueden ir descubriendo poco a poco los conceptos científicos como si éstos fueran objetos que se encuentran escondidos y que el objetivo de la enseñanza fuera sólo mostrarlos o aprender a descubrirlos. Sin embargo, una mirada a la historia de los conceptos nos muestra que han existido una diversidad de interpretaciones sobre los mismos hechos y que en diversas épocas se han aceptado interpretaciones que en otras se habían rechazado. Los problemas que han enfrentado los científicos a lo largo de la historia pueden resultar ilustrativos de los problemas que enfrentan los estudiantes para comprender esos conceptos, y las soluciones, razonamientos y experimentos decisivos empleados en la historia pudieran también jugar un papel importante en el proceso de aprendizaje.

En este trabajo se utilizan dos técnicas metodológicas complementarias. Por una parte se realiza un análisis cuantitativo de cuestionarios escritos, y por la otra, se describen opiniones de carácter cualitativo recabadas durante entrevistas y observaciones de discusiones. La ventaja del uso de entrevistas previas a la aplicación de cuestionarios cerrados es que permiten obtener información distinta de la que se infiere de las pruebas escritas convencionales.

Se trabajó con 85 maestros de educación primaria que cursan un diplomado dentro del programa La Ciencia en tu Escuela, coordinado en el Estado de Michoacán por la Academia Mexicana de Ciencias, La Secretaría de Educación en el Estado y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Antes del inicio del diplomado la AMC realizó un diagnóstico donde se revela que prácticamente la totalidad de los maestros consideran que la evolución de las especies se explica a través de la teoría de Lamarck.

Lo fundamental del pensamiento de Lamarck es la importancia que otorga a la influencia de las circunstancias y el medio ambiente sobre las acciones y las costumbres de los animales, y de esas acciones costumbres de estos seres vivos como la causa que modifica su organización y partes. La influencia de las circunstancias, efectivamente, actúa siempre y en todas partes sobre los cuerpos vivos, pero los efectos de esta influencia no se vuelven sensibles o reconocibles sino después de mucho tiempo.

De acuerdo con Lamarck, grandes cambios en las circunstancias producen grandes cambios en las necesidades de los animales y cambios iguales en las acciones. Así si las nuevas necesidades se tornan constantes o muy duraderas, los animales adquieren nuevos hábitos, que son duraderos como las necesidades que los han hecho nacer. Las principales circunstancias nacen con la influencia de los climas, de las diversas temperaturas de la atmósfera y de todos los medios que los rodean, de la diversidad de los lugares y de su situación, así como de las costumbres, de los movimientos más corrientes, de las acciones más frecuentes, en fin, de los medios de conservarse, de la manera de vivir, de defenderse, de multiplicarse y se conservan y se propagan de generación en generación.

Es importante señalar lo que establecía la teoría admitida previa a la de Lamarck : “ la naturaleza (o su autor), al crear a los animales, ha previsto todas las clases posibles de circunstancias en las que tendrían que vivir y ha dado a cada especie una organización constante, así como una forma determinada e invariable en sus partes que fuerzan a cada especie a vivir en los lugares y los climas donde la encontramos y a conservar las costumbres que le conocemos”, para así entender la importancia y el contexto de lo que en su tiempo concluyo Lamarck: “ la naturaleza, al producir sucesivamente todas las especies de animales, empezando por los más imperfectos o los más simples, ha complicado gradualmente su organización, y de estos animales, al esparcise por las regiones habitables del globo, cada especie ha recibido la influencia de las circunstancias en las que ha adquirido las costumbres que le conocemos y las modificaciones en sus partes que nos muestra la observación.”

Dicho de otra forma para Lamarck la vida no era una propiedad de la materia, pero sí de la organización de la misma, y esta organización era el resultado de “causas mecánicas, reguladas por leyes”. Además, la vida era movida por una fuerza inmanente, o interna, con una tendencia progresiva que la hacía pasar de lo más simple a lo más complejo.

Darwin desarrolló su concepción evolucionista en su teoría de la selección natural y en ella la producción de variación al azar entre los individuos de una población constituye, como sabemos, uno de los ingredientes fundamentales del proceso de selección natural. El “azar” no significaba para Darwin que no existieran causas que explicaran la aparición de una variación en las poblaciones silvestres o domésticas. Pero sí que esa variación no era dirigida por las necesidades del organismo o de la especie. Cualquier variación individual que aportara una ventaja adaptativa, por mínima que fuera, tendería a favorecer la sobrevivencia y reproducción del organismo portador, y a heredarla a sus descendientes.

Esta “lucha por la existencia” hace que los más débiles y los menos perfectamente organizados (debilidad y organización relativas a las necesidades del entorno) sucumban, y lo que ocurre entre los individuos de una especie sucede también en las diversas especies aliadas a un grupo, es decir, que los que están mejor adaptados para obtener un suministro regular de alimentos y defenderse de los ataques de sus enemigos y las vicisitudes de las estaciones deben obtener y preservar necesariamente una población superior, mientras que aquellas especies que por algún defecto en sus capacidades u organización sean las menos capaces de contrarrestar las alteraciones en el suministro de alimentos, etcétera, disminuirán en número y en casos extremos llegarán a extinguirse.. Entre estos extremos, la especie presenta diversos grados de

capacidad para garantizar los medios que preserven su existencia, y es así como puede explicarse la abundancia o la escasez de las especies.

Si, por otra parte, cualquier especie produjera una variedad con una capacidad ligeramente mayor para la supervivencia, esa variedad adquiriría con el tiempo, inevitablemente, una superioridad numérica.

Tenemos aquí entonces una causa activa para explicar el equilibrio tan a menudo observado en la naturaleza, al verse compensada toda deficiencia de una serie de órganos por un mayor desarrollo de algunos otros, porque aquellas variedades en que apareciera una deficiencia no equilibrada no lograría sobrevivir mucho tiempo dándose entonces su extinción.

Es importante hacer notar que una concepción lamarckista no puede generar ni en el profesor ni en sus alumnos una conciencia ecológica ya que la adaptación al medio se dará obligadamente por la especie, que tendrá se irá modificando de acuerdo a los cambios ambientales, sin importar las condiciones.

Al término de las sesiones correspondientes a la temática de la evolución y una vez discutidas las teorías de Darwin y Lamarck, se solicitó a los profesores que explicaran la teoría de la evolución. Los resultados muestran que el lamarckismo seguía fuertemente arraigado, sólo un 25% de los profesores fueron capaces de explicar correctamente la evolución en términos darwinianos, otro 25% mantenía el lamarckismo y el 50% mantuvieron una mezcla de ambas.

Las categorías principales encontradas en las respuestas son:

1.- La selección natural es un proceso en el que el individuo más apto, de manera individual, sobrevive porque se adapta.

2.- La selección natural es una ley natural.

3.- La naturaleza se percibe como un ser vivo que puede decidir o actuar sobre los individuos.

4.- La naturaleza contesta de manera neutral y desinteresada las preguntas de los científicos.

5.- El carácter científico de una teoría queda establecido por el uso del método científico como una receta de cocina, aunque no se conozca o entienda la evidencia.

6.- Una explicación científica es incomprensible, lo importante es el uso de los términos.

7.- Hay una confusión entre los que son los genes, la genética y la herencia.

8.- Se pierden las escalas, los átomos y las células son del mismo tamaño?

Como se observa, las categorías muestran una visión más bien científicista de la "evolución" en los profesores y, en ocasiones, una visión panteísta del mundo, en donde la naturaleza asemeja a un ser vivo, visión que puede verse en acuerdo con el lamarckismo.

La comprensión de la teoría darwiniana, creemos, posibilitaría los elementos necesarios para la comprensión de la importancia de la biodiversidad y de su preservación. En un trabajo posterior estamos analizando esta hipótesis que esperamos presentar en otro congreso próximo.

## REFERENCIAS

1. Foucault, M., *Las Palabras y las Cosas*, Ed. Siglo XXI, México, 1986, p. 65.
2. R. Bhaskar, *A Realist Theory of Science*, (Verso, London, 1997) p. 21.
3. J. Piaget, R. García, *Psicogénesis e Historia de las Ciencias*, (Siglo XXI Editores, México, 1984).
4. Existe ya una bibliografía muy extensa al respecto, fuentes recientes son las Memorias del *Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*, que se celebró en Ithaca, Nueva Yor, estados Unidos en Agosto 1993, o las Memorias del Octavo simposio de la *International Organization for Science and Technology Education*, celebrado en Edmonton, Canada en Agosto (1996).
5. J. Clement, *Am. J. Phys.* 1 (1982) 66; R. Osborne, *Phys. Teach.* 8 (1984) 504; 1:A. Haloun and D. Hestenes, *Am I. Phys.* 11 (1985) 1043; W. Harlen, *Primary Science Review* 3 (1987) 12.