

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS QUE AFECTAN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE CONCEPTOS DEL ÁREA DE CIENCIAS EN NIÑOS DE EDAD ESCOLAR

Arabela Mora Zamora

RESUMEN

Los niños y los jóvenes presentan limitaciones en el proceso de formación de los conceptos científicos. Esto se puede explicar a la luz de las propuestas de Gastón Bachelard en relación con los obstáculos epistemológicos que se presentan en el proceso de aprendizaje de las ciencias a nivel de estudiantes de enseñanza primaria.

De acuerdo con Bachelard se dan cinco obstáculos principales:

1. Los conocimientos previos
2. El obstáculo verbal
3. El peligro de la explicación por la utilidad
4. El conocimiento general
5. El obstáculo animista

Es necesario que el o la docente los conozcan para que establezcan estrategias didácticas que permitan superarlos y así facilitar a los niños el proceso de aprendizaje en el área de ciencias y el logro de los propósitos fundamentales de esta asignatura.

ABSTRACT

During the scientific concept formation process, kids and teenagers present a number of limitations. These limitations can be explained through Gastón Bachelard's epistemological obstacles which, he claim, are shown during the science learning process at primary and secondary school level.

According to Bachelard, there are five main obstacles:

1. Previous knowledge or schemata
2. The verbal obstacle
3. The usefulness explanation danger
4. General knowledge
5. The animist obstacle

It is as necessity that teachers get to know these obstacles so that they can plan didactic strategies in order to overcome them. Consequently, teachers would be able to achieve fundamental proposals in the field of sciences and to empower the learning process in this subject.

Introducción

Al analizar los resultados del proyecto de investigación: “Estudio de la precisión y disponibilidad del léxico del área de ciencias naturales en niños de 7 a 12 años de edad”, cuya finalidad es elaborar un glosario para brindar a los docentes y niños de educación primaria, una fuente de consulta acerca de las definiciones o descripciones de los principales términos utilizados en las clases de ciencias, se encontró que los estudiantes presentan una serie de obstáculos epistemológicos, en el proceso de construcción de los conceptos científicos que se estudian a nivel de enseñanza primaria.

En este estudio se estableció la extensión, composición, conocimiento y uso del léxico científico que manejan cotidianamente los niños de enseñanza primaria, con base en un instrumento que contiene el léxico básico incluido en el programa oficial de Ciencias del MEP y en los libros de texto de la Serie Hacia el Siglo XXI y Ciencias Naturales de la Editorial Santillana. Este instrumento se aplicó a cien alumnos pertenecientes a cinco Escuelas del Cantón de San Ramón. Con base en preguntas tales como: ¿Qué es? ¿Cómo es? ¿Para qué sirve? ¿Dónde está?, los escolares definieron los diferentes términos que se les solicitaron y que se supone son los que deberían manejar en I y II ciclos, ya que forman parte del vocabulario meta propuesto por el Ministerio de Educación Pública. (Quesada, 1999)

Al escuchar a esta muestra de cien niños expresar las definiciones o tratar de construirlas con base en el material que se les suministró: láminas, material concreto para realizar demostraciones experimentales orientadas por las investigadoras, se descubren las limitaciones que ellos tienen para elaborar estas concepciones o

representaciones conceptuales. Contrario a lo esperado, los conceptos científicos no se nos presentan con facilidad, se detectó que los niños muestran obstáculos de naturaleza epistemológica que afectan el proceso de formación del conocimiento e influyen en la construcción de los mismos.

Pocas veces se habla sobre la dimensión epistemológica que influye en el proceso de aprendizaje de las ciencias en el aula, y que es lo que podría explicar las dificultades que se presentan a la hora de estudiar temas relacionados con las Ciencias Naturales, y es lo que hace que los estudiantes recurran a un sistema de explicaciones para construir los conceptos, diferentes a las que brindan los maestros en la clase y a aquellas que ellos memorizan para responder un examen, pero que en realidad no son las que utilizan cotidianamente.

Las Ciencias Naturales como asignatura, representa para los estudiantes un reto cognitivo. En una investigación realizada (Mora y Guido, 1999), se comprobó la existencia de altos niveles de dificultad para el aprendizaje de conceptos y una marcada tendencia a la memorización de contenidos que muestran los estudiantes. Por otra parte, se comprueba que la mayoría de los docentes aplican una enseñanza verbal, carente de demostraciones, de experimentos y del uso de material concreto.

Estos aspectos influyen en la calidad del proceso de aprendizaje de las ciencias, aunado a obstáculos epistemológicos y psicológicos que limitan el aprendizaje de conceptos científicos, que al analizarlos detalladamente, permiten comprender de manera clara las exigencias cognitivas que plantea el aprendizaje de los mismos.

En este artículo se analizarán los obstáculos epistemológicos que presentan

los niños durante el proceso de construcción de conceptos científicos, a la luz de los fundamentos teóricos que propone Gastón Bachelard en su libro: *La formación del espíritu científico*, además del aporte de otros autores en relación con este tema.

Cada uno de los obstáculos se ejemplificará con las definiciones de los conceptos dadas por los niños que participaron en la investigación citada al inicio, lo que permitirá corroborar su existencia. Por otra parte se harán recomendaciones didácticas que podrían ayudar al docente a abordar estos obstáculos, para que así puedan facilitar a sus alumnos el proceso de franquearlos por sí mismos.

1. Obstáculos epistemológicos

Las limitaciones que presentan los niños en el proceso de construcción de los conceptos científicos se pueden explicar con base en de las propuestas de Gastón Bachelard en relación con los obstáculos epistemológicos que la Historia de las Ciencias ha debido superar a lo largo de muchos siglos, y que todavía hoy permanecen vigentes a nivel del proceso de enseñanza de las ciencias en los niños de edad escolar y en adolescentes. Al respecto Bachelard opina: “La noción del obstáculo epistemológico puede ser estudiada en el desarrollo histórico del pensamiento científico y en la práctica de la educación” (Bachelard, 1976: 19). Entiéndase por obstáculos epistemológicos las limitaciones o impedimentos que afectan la capacidad de los individuos para construir el conocimiento real o empírico. El individuo entonces se confunde por el efecto que ejercen sobre él algunos factores, lo que hace que los conocimientos científicos

no se adquieran de una manera correcta, lo que obviamente afecta su aprendizaje. Esto lo confirma Bachelard al expresar: “Frecuentemente me ha chocado el hecho de que los profesores de ciencias, aún más que los otros si cabe, no comprendan que no se comprenda” (Bachelard, 1976: 20)

Este autor considera que: “Hay que plantear el conocimiento científico en términos de obstáculos, porque es en el acto mismo de conocer, íntimamente, donde aparecen por una especie de necesidad funcional, los entorpecimientos y las confusiones, que es lo que produce estancamiento e inercia (Bachelard, 1976: 15)”.

Todo conocimiento es una respuesta a una pregunta. Nada es espontáneo. Todo se construye. En este proceso de construcción intervienen una serie de factores que son obstáculos que limitan el proceso de aprendizaje de conceptos en el área de ciencias, y Bachelard en su libro “*La formación del espíritu científico*” hace un análisis del proceso de construcción del conocimiento objetivo que se ha dado en el área de las ciencias naturales desde el siglo XVIII hasta nuestros días, y con base en el estudio de diferentes libros y observaciones, considera que tanto en el desarrollo histórico del pensamiento científico como en el proceso de aprendizaje de las ciencias en el aula por parte de niños y jóvenes, este conocimiento se ve afectado por la experiencia personal y otros factores, Como ejemplo este autor cita el caso del estudio del principio de Arquímedes, el cual a pesar de ser tan sencillo de explicar, presentó una serie de limitaciones para dilucidarlo, ya que se dieron malas interpretaciones de los hechos al inicio de la investigación, debido a la influencia de los conocimientos basados en experiencias de la vida

cotidiana en el momento de abordar el objeto de estudio, situación que se repite con los jóvenes cuando se estudia este principio en la clase de ciencias. Se ha comprobado que al estudiar los cuerpos que flotan en el agua, los individuos hablan de los cuerpos que “nadan” en el agua. Al estudiar por qué un trozo de madera que flota en el agua, presenta resistencia para ser hundido. El individuo considera que esto ocurre porque es liviano pero no piensa que esa resistencia la ejerce el agua. Estos son conocimientos previos errados que limitan el proceso de comprensión de un principio tan sencillo como el citado, debido a que las ideas anteriores que se poseen confunden y se convierten en obstáculos que impiden la construcción de este concepto.

De acuerdo con Bachelard, se dan cinco obstáculos principales a saber:

1. La experiencia básica o conocimientos previos.
2. El obstáculo verbal.
3. El peligro de la explicación por la utilidad.
4. El conocimiento general como obstáculo para el conocimiento científico.
5. El obstáculo animista.

La experiencia básica o conocimientos previos:

En la construcción de conceptos científicos el primer obstáculo es la experiencia básica o los conocimientos previos, es decir que los individuos antes de iniciar cualquier estudio, tienen ya un conjunto de ideas muy propias acerca de

cómo y por qué las cosas son como son. Estas ideas o conocimientos previos pueden ejercer una potente influencia que puede limitar el proceso de aprendizaje. Para Bachelard, (1976:27): “En la formación del espíritu científico el primer obstáculo es la experiencia básica”. Esto carga de subjetividad las observaciones y se pueden tener concepciones erróneas, ya que las cosas se ven tal como nosotros queremos verlas y no como realmente son.

La persona observa el hecho o el objeto, y trata de describirlo objetivamente, pero en este intento, tiende a relacionar la descripción con lo que ya ha visto, con lo que ya sabe, es decir, con la experiencia previa, por lo que comete errores.

Al analizar la situación de los niños en la escuela, en relación con el proceso de aprendizaje de conceptos del área de ciencias, se observa que el niño al tratar de comprender un concepto y explicarlo, elabora construcciones personales con base en lo que ha observado a su alrededor, en su interacción cotidiana con el mundo y con las personas. Se forman así conocimientos o ideas previas que aunque suelen ser incoherentes desde el punto de vista científico, le sirven al estudiante para comprender los conceptos estudiados. Estos conocimientos se evidencian a través del lenguaje, cuando se le pide al alumno que dé una definición sobre un aspecto específico. Ejemplo: Al preguntarle sobre ¿Qué es un cambio de estado? Responde: “Es cuando el hielo se derrite y se convierte en agua”.

Aquí el niño traslada su experiencia de lo que observó en un trozo de hielo, pero no hace explícito el concepto. Sólo describe lo que interiorizó al hacer sus observaciones. Este conocimiento se torna frágil, porque el niño no generaliza, sino que particulariza el concepto a un solo hecho. Así, si se piensa que por medio del calor

un pedazo de hierro se funde, y ocurre un cambio de estado, el niño no lo comprenderá porque asociaría este concepto solamente al proceso de fusión del hielo.

Según Bachelard (1976: 29), los científicos del siglo XVIII, hacían sus descripciones arraigadas a la vida diaria, y las explicaciones sobre los conceptos científicos y los fenómenos naturales se explicaban con base en la experiencia cotidiana, pero esto está en contra de una actitud científica caracterizada por la objetividad y la racionalidad, y entonces se convierte en un obstáculo para comprender la ciencia, ya que se generan concepciones erróneas.

Al consultar otros autores (Ausubel: 1986,61), (Pozo, 1989: 28), coinciden en que el principal obstáculo de los conocimientos previos, es que son bastante estables y resistentes al cambio, ya que por lo general son compartidos por muchas personas de diferentes edades, contextos culturales, formación y países.

En la enseñanza de las ciencias la experiencia básica se torna en un obstáculo para el aprendizaje de conceptos, de ahí que para facilitar el proceso de aprendizaje de las ciencias naturales, el docente debe conocer inicialmente los conocimientos previos que tienen los alumnos sobre algún tema o concepto, luego hacer que los alumnos tomen conciencia acerca de sus propias ideas, ya que sólo haciéndolas explícitas y siendo conscientes de ellas, lograrán modificarlas.

Así, al estudiar el concepto de “cambio de estado” que se mencionó anteriormente, se debe hacer énfasis en el concepto correcto y hacer demostraciones experimentales con varias sustancias. Ejemplo: “Cambio de estado es el paso de un estado de la materia a otro cuando se le agrega o se le quita calor”, aquí el concepto de calor es fundamental, ya que es

el factor responsable de este cambio, de manera que el estudiante no pensará solamente en el hielo cuando se habla de este concepto, sino en el efecto que produce el aumento o disminución de calor en una sustancia.

Son muchos los ejemplos en donde se nota la influencia de la experiencia básica que hace que las conceptualizaciones se den de una manera errónea.

Estos conceptos previos muestran una serie de características relacionadas con el origen que tengan, de acuerdo con esto, Pozo y otros (1989: 34), los clasifican en tres grupos:

Concepciones espontáneas

Se forman por las percepciones sensoriales que tienen los niños acerca del mundo que les rodea y de hechos de la vida cotidiana.

Algunos ejemplos obtenidos del trabajo realizado con escolares de siete años de edad, son los siguientes:

Al preguntar ¿qué es el aire? Un niño de siete años responde:

Aire: Es el viento que sopla. Es frío y mueve las hojas de los árboles.

Otros ejemplos de definiciones se citan a continuación:

Calor: Es algo caliente que produce el sol y que nos quema.

Estado líquido: Es todo lo que se puede tomar y cuando se pone en un trasto se mueve y se puede regar.

En estos casos, es evidente la influencia de las percepciones sensoriales, las descripciones las realizan los niños con base en sensaciones y dejan de lado la definición

científica y el lenguaje empleado por el maestro en la escuela. Al respecto Bachelard afirma: “Las observaciones directas de la naturaleza están cargadas de sensaciones, ya que se perciben con los sentidos, y en apariencia, están llenas de color y son pintorescas” (Bachelard, 1976: 27). Esto se evidencia en los ejemplos anteriores, y nos permite comprender cómo esta experiencia básica directa se convierte en un impedimento para construir el conocimiento real.

Concepciones inducidas

Son creencias inducidas debido a procesos de socialización. Estas concepciones se originan en el entorno familiar, social, y por la influencia de los medios de comunicación.

Al preguntar a un niño de nueve años: ¿Qué es un animal salvaje o silvestre? Responde:

Animal silvestre o salvaje: Son los leones y los tigres que viven en África y que atacan para comerse a la gente y a otros animales.

Este tipo de concepción se deriva de algunos cuentos, películas y de las historias que hacen referencia a animales silvestres o salvajes. No se piensa que: “Un animal silvestre es el que vive en el bosque, que es capaz de obtener por su cuenta el alimento y de buscar refugio”. Animales como la guatusa, el pizote, o el tepescuintle, que son silvestres, no son concebidos como tales, porque como no son carnívoros, no atacan para tomar una presa que les sirva de alimento.

A un niño de ocho años se le pregunta: ¿Qué es trabajo? Su respuesta es:

Trabajo: Es lo que hacen las personas para ganarse la vida.

No hacen referencia al concepto físico de Trabajo: “Fuerza que se necesita para mover un objeto a una distancia determinada”. Es obvia la influencia de la concepción social de trabajo. De lo cotidiano, de lo que las personas comprenden como trabajo en su medio familiar. Utilizan el homónimo que hace referencia a lo más cercano, a lo que viven diariamente.

A una niña de nueve años se le pregunta: ¿Qué son seres animados? A lo que responde:

Seres animados: Son las personas que están contentas y felices, como cuando estamos en una fiesta.

En este caso, la niña utiliza el homónimo animado: alegre y divertido, que se utiliza con frecuencia en nuestro medio familiar o social y no hace referencia al homónimo que significa seres con vida, que sería el concepto científico correcto, en este caso.

En términos generales, se puede observar como los niños emplean un significado diferente de las palabras al que utiliza el maestro. Es evidente la influencia de los conocimientos previos, de las concepciones inducidas.

Así, Osborne y Freyberg consideran que:

“Cuando un profesor habla a la clase, hace un esquema en la pizarra, explica un mural o pide a un alumno que lea en alto un texto, su pensamiento (o el del autor del texto) no queda automáticamente transferido a la mente del alumno. Cada uno de los individuos presentes en el aula forma sus propias ideas a partir de diversos estímulos, incluyendo las palabras específicas leídas u oídas, que hay en ese entorno concreto de aprendizaje” (Osborne y Freyberg, 1998: 61).

Con estos ejemplos comprobamos que no son solamente las palabras de índole técnica y científica las que pueden indu-

cir a dificultades de comunicación, sino también aquellos términos de uso común que presentan varias acepciones, pero que el significado cotidiano es el que prevalece, porque es el que los niños han asimilado en su entorno.

Concepciones analógicas

Se derivan de las comparaciones que se realizan con hechos de la vida cotidiana, así la comprensión del concepto se basa en la formación de analogías generadas por los propios alumnos en su entorno familiar o en la escuela.

Ejemplos:

Al preguntar a un alumno de ocho años: ¿Qué es el movimiento? Responde:

Es como un trompo que da vueltas. Aquí no lo define, sino que hace una comparación para definir el concepto.

Cuando se preguntó a otros niños de ocho años, sobre los siguientes conceptos, respondieron:

Estado gaseoso: Es como el aire, se ve como el humo. No tiene forma ni se puede tocar.

Fuerza: Es como una energía que nosotros tenemos en nuestro cuerpo, y la obtenemos cuando comemos los alimentos. Es lo que nos permite correr y jugar.

Evaporación: Es como cuando el agua que está en una cafetera se calienta y se transforma en humo y se eleva y se va para las nubes.

En todos estos casos, los alumnos no logran dar una definición científica del término sino que lo que hacen es hacer comparaciones, para poder explicarlos. Estas ideas previas que tienen estos niños,

influyen en su pensamiento sobre estos temas, están muy arraigadas en ellos e influyen en su proceso de aprendizaje.

Estas ideas previas, en cualquiera de las tres concepciones citadas, deberían tratar de modificarse, pero según Hewson, citado por (Osborne y Freyberg, 1998: 85): “Cualquier cambio de punto de vista debe ser fruto de un proceso gradual.”

Por ello como docentes, debemos tratar de que algunos de los niños cambien sus ideas por las de los científicos, para así poder desarrollar una perspectiva científica u obtener alguna perspectiva intermedia en donde se integre la concepción científica aceptada por los docentes con las ideas cotidianas que tienen los niños sobre algún concepto determinado. Sin embargo, para que los estudiantes logren cambiar sus ideas, deben primero estar convencidos de que las que tenían antes no son correctas y ofrecerles una alternativa que les sirva, que la comprendan y que puedan considerarla aceptable y conciliable con los criterios que ya tienen.

2. El conocimiento general

Para Bachelard: “Nada ha retardado más el progreso del conocimiento científico que la falsa doctrina de lo general que ha reinado desde Aristóteles a Bacon inclusive, y que aún permanece, para tantos espíritus como una doctrina fundamental del saber” (Bachelard, 1976: 66).

Al explicar mediante el uso de generalizaciones un concepto, se cae, en la mayoría de las veces, en equivocaciones, porque los conceptos se vuelven vagos, e indefinidos, ya que se dan definiciones demasiado amplias para describir un hecho o fenómeno y se deja de lado aspectos esenciales, los detalles

que son los que realmente permiten exponer con claridad y exactitud los caracteres que permiten distinguirlos y conceptualizarlos correctamente. Muchas veces se dan falsas definiciones, que lejos de construir un concepto científico, se vuelven como hipótesis erróneas, que se construyen con base en las observaciones directas realizadas mediante los sentidos. Ejemplo de ello son las siguientes definiciones dadas por niños de 8 años de edad.

Al preguntar a una niña de nueve años: ¿Qué es un huracán?, responde: es cuando hace mucho viento y llueve mucho, y ocurren inundaciones que dañan las casas. En esta definición, sólo se hace referencia a lo que la niña puede observar: el viento y la lluvia, pero no define el término haciendo referencia a que es un fenómeno atmosférico y a las causas que lo originan. Quedan por fuera muchos detalles.

Otro ejemplo: Al preguntar ¿Qué es la flora? Un niño de nueve años responde: Es el conjunto de flores y árboles que están en la naturaleza.

Aquí se excluyen las hierbas, los arbustos, las plantas sin flores como los helechos. Por lo tanto, la definición resulta incompleta e inexacta.

Otra definición en donde se establece una generalización es la siguiente:

Herbívoros: Son los animales que se alimentan de hierbas. Al analizar esta concepción, vemos como se enfoca únicamente hacia las hierbas, y se dejan de lado animales herbívoros como la jirafa que se alimenta de las hojas que están en las copas de los árboles, la danta que se alimenta de raíces o aquellos animales que se alimentan de frutos y semillas. Por lo tanto comprobamos una vez más, como realmente las generalizaciones dejan de lado detalles importantes, que pueden

inducir a errores de conceptualización.

Al generalizar el niño sale del paso con una explicación sencilla que la aplica a toda una definición, de una forma resumida y concreta. Se dejan detalles de lado que son los que realmente le dan sentido a la definición y sobre todo, le dan validez científica. De ahí, que de acuerdo con los resultados obtenidos en el trabajo con los niños, podemos comprobar que realmente tal como lo afirma Bachelard (1976: 66), el conocimiento general se convierte en un obstáculo epistemológico en el proceso de construcción del conocimiento científico.

3. El conocimiento pragmático y utilitario

El utilitarismo plantea una serie de problemas a la hora de definir un término, pues existe la tendencia de reducirlo y sintetizarlo de tal manera que se pretende explicar o definir un concepto solamente mediante la idea de utilidad o beneficio.

Para Bachelard: “En todos los fenómenos se busca la utilidad humana, no sólo por la ventaja positiva que pueda procurar sino como principio de explicación” (Bachelard, 1976: 110).

En este estudio, se pudo comprobar que los niños tienden a darle unidad a los conceptos, y reducen su significado tomando en cuenta sólo un aspecto de la realidad: la relación con los beneficios que generan al medio o a las personas.

Por ejemplo, al preguntar a un niño: ¿Qué es electricidad?, contestó: “Es una energía que nos sirve para producir luz y para poner a funcionar los aparatos electrodomésticos”. En este caso no se define el concepto sino que el alumno se limita únicamente a mencionar los beneficios

que tiene la electricidad.

Otros ejemplos:

Nube: Están en el cielo y sirven para producir lluvia.

Dientes: Son blancos, están en la boca y sirven para comer.

Brazo: Es lo que sirve para agarrar las cosas.

Luz: Sirve para poder ver en la oscuridad porque ilumina. Es lo que nos alumbra.

Aire: Es un gas que no se ve, nos sirve para refrescarnos y para respirar.

Todos los conceptos anteriores son manejados por los niños tomando como referencia la utilidad que tienen, y es lo que usan como principio para brindar las explicaciones sobre los diferentes términos, es decir, la utilidad es la razón que sirve de base para construir las definiciones.

Para Bachelard, “la utilidad ofrece una especie de inducción muy particular que podría llamarse inducción utilitaria. Ella conduce a generalizaciones exageradas” (Bachelard, 1976: 109). Esto obviamente lleva a concepciones erradas y reduce notablemente el significado del concepto.

Los objetos, hechos o fenómenos los definen los niños bajo los aspectos de la utilidad o de la familiaridad. De acuerdo con Bachelard: “nos es más fácil, más agradable y más útil considerar las cosas con relación a (sic) nosotros mismos que bajo cualquier otro punto de vista” (Bachelard, 1976: 112). Considerando lo anterior, vemos como muchos conceptos que manejan los niños están influenciados por el concepto de utilidad.

En la metodología utilizada en este estudio, se le plantearon a los niños cuatro preguntas, para tratar de que la definición formulada estuviera más completa y cercana a las establecidas en los libros

de texto. Lo que se pretendía lograr con las respuestas a cada una de estas preguntas son tres aspectos: conocimiento, uso y definición de cada palabra. Así: ¿Qué es? Permitted descubrir si los niños conocían el concepto. ¿Cómo es? La respuesta a esta pregunta permite hacer una descripción del concepto, es decir la denotación del mismo. ¿Dónde está? Informa acerca de la ubicación, especialmente en aquellos casos en los que se analizó las partes del cuerpo. ¿Para qué sirve?. Permite describir el uso. Valga aclarar, que según sea el concepto, así se aplican todas o solamente algunas de estas interrogaciones.

En términos generales, el ¿Qué es?, les resulta difícil de responder. El ¿Cómo es? y el ¿Dónde está?, lo responden con una breve descripción, y el ¿Para qué sirve?, es lo que definen con más detalle. Es necesario aclarar que los niños definen los términos más claramente cuando se refieren a sustantivos concretos como: lluvia, estado sólido, estado líquido, animal, vegetal, entre otros. No ocurre así, cuando les corresponde definir algún fenómeno natural o proceso, tales como: germinación, reproducción, metamorfosis. En estos casos los niños muestran altos niveles de dificultad para definirlos, y esto es así porque al ser términos muy técnicos del área de ciencias naturales, solamente los utilizan en la escuela en sus clases de ciencias, y por supuesto, no le encuentran utilidad alguna para la vida diaria, por lo tanto no les resultan significativos.

4. El obstáculo animista

Los niños tienen la tendencia de explicar ciertos fenómenos o definir ciertos conceptos haciendo analogías con la naturaleza animada. Según Bachelard:

“Los fenómenos biológicos son los que sirven de

medios de explicación de los fenómenos físicos. Esta característica de valorizar el carácter biológico en la descripción de hechos, fenómenos u objetos, representan claramente el carácter del obstáculo animista” (Bachelard, 1976: 186).

Al preguntar a un grupo de niños menores de nueve años sobre algunos conceptos científicos que se incluyen en los programas del MEP, se notó en forma evidente la influencia del animismo en el proceso de construcción de los mismos. Algunas definiciones que ejemplifican esta tendencia, son las que se citan:

Movimiento: Es aquello que se mueve como los animales y la gente.

El niño en este caso no describe el concepto físico de que es un tipo de energía, sino que lo ejemplifica haciendo referencia a los seres vivos o animados.

Vapor: Es un humo fantasma que traspasa las cosas, que se mueve pero que no se puede agarrar.

En este caso, tampoco definen el término, sino que utilizan una analogía imaginaria con un ser que es capaz de actuar por sí mismo, como si fuera un organismo vivo.

Otros ejemplos:

Tornado: Es un remolino de viento muy bravo que se lleva las cosas que encuentra en el camino.

Calor: Es lo que me hace sudar.

Presión del aire: Es como algo que empuja las cosas, pero que no lo podemos ver porque es invisible.

En términos generales se notó que los niños muestran dificultad en definir lo relacionado con conceptos físicos, y es aquí en donde se nota la influencia del animismo. Muchos niños y niñas responden de

acuerdo con lo que conocen en su medio más cercano y lo relacionan con características propias de los seres vivos, de ahí que las definiciones que dan acerca de los distintos conceptos están cargadas de características vitales, estados anímicos y/o sensaciones.

Después de realizar este diagnóstico, se pretende que el docente logre tomar conciencia acerca de la influencia del animismo infantil en la construcción errónea del conocimiento, para que así poco a poco logre convencer a los estudiantes de que estas ideas no son las correctas y se propicie la transformación gradual de las mismas, para que así los niños puedan construir el concepto correcto. No importa que lo haga con sus propias palabras, lo que es válido es que demuestre que la idea que el niño concibe y expresa con sus propias palabras se acerque a lo correcto.

5. El obstáculo verbal

Otro de los obstáculos epistemológicos del léxico considerado por Bachelard es el obstáculo verbal, el cual se presenta cuando mediante una sola palabra o una sola imagen se quiere explicar un concepto. Así es como hábitos puramente verbales, se convierten en obstáculos del pensamiento científico. En el caso de la investigación sobre el léxico científico de escolares ramonenses se le preguntaba al niño: ¿Qué es la flor? y contestaba un “adorno”, o sea, que con una sola palabra que hace referencia a la utilidad del vocablo definía una parte de la planta que posee los órganos de la reproducción, y es que con esta palabra, el niño está dando la imagen generalizada que se tiene de una flor. Lo mismo sucedió cuando se preguntaba: ¿Qué es el fruto? y la respuesta era: “comida”, “alimento”,

y aunque hay frutos que no son comestibles se generaliza la imagen por la cantidad de frutos que ellos conocen como comestibles, o bien, porque no conciben que existen frutos que no se comen.

En ambos casos se sustituye el concepto, por una palabra que designa una de las utilidades o empleo de esos vocablos.

Un caso diferente se presenta cuando se hace la definición con una sola palabra que involucra una parte del concepto; no el todo. Por ejemplo: ¿Qué es la enfermedad? lo cual fue respondida así: “un virus”, “un dolor”, “fiebre”. Tres respuestas diferentes. En el caso de un virus, éste puede producir una enfermedad; pero no todas las enfermedades son ocasionadas por un virus. Las respuestas “un dolor”, “fiebre”, son síntomas o consecuencias de una enfermedad; pero no se obtuvo la respuesta correcta a la pregunta, ya que ningún estudiante hizo referencia a la alteración de la salud.

Se encontraron casos donde con una palabra se quería expresar los fenómenos más variados. Esta situación se presentó con varias de las respuestas dadas por los niños en la investigación citada, por ejemplo; la nube fue definida como “aire”, “gas”. No se hizo referencia a una masa de vapor de agua suspendida en la atmósfera. También definían el vapor de agua como “gas” “humo transparente”.

Había casos, inclusive, en que se les preguntaba por partes del cuerpo: ¿Qué es la boca? ¿Qué es el brazo? Y el niño se tocaba la parte respectiva y decía: “esto”, porque a veces la función de la palabra “es de una evidencia tan clara y distinta que ni se siente la necesidad de explicarla” (Bachelard, 1976: 87).

Hubo ocasiones en que se tocaba la parte por la que se preguntaba y se refería a su utilidad: Boca: lo que sirve para hablar; lo que sirve para comer.

“Brazo”, lo que sirve para coger, o bien, se hace alusión a una cualidad del objeto para definirlo: “hígado”, es café; “faringe”, es un tubo; “sol”, redondo, caliente; “estrella fugaz”: que se mueve; “luna llena”: entera, redonda, círculo blanco.

Se cree que “al asociar a una palabra concreta una palabra abstracta se hace avanzar el pensamiento, cuando en realidad lo que se ha presentado es un movimiento puro y simplemente lingüístico. En este sentido se encuentran deficientes explicaciones de carácter metafórico: metáforas que se apartan de la verdad, como en los siguientes casos:

Estómago: es como un “globo”.

Apéndice: es como un “rabito”, como un “palito”.

Glándula salival: es como una “florcita”, es como “algodón”.

Asteroides: son como “pelotitas”.

Sol: es como un “globo de gas caliente”.

Páncreas: es como una hoja.

A este respecto anota Bachelard: “No es tan fácil, como se pretende desterrar a las metáforas en el exclusivo reino de las expresiones. Quiérase o no, las metáforas seducen a la razón. Son imágenes particulares y lejanas que insensiblemente se convierten en esquemas generales” (Bachelard, 1976: 93).

En otras palabras:

“La intuición básica es un obstáculo para el pensamiento científico; sólo una ilustración que trabaje más allá del concepto, añadiendo un poco de color sobre los rasgos esenciales puede ayudar al pensamiento científico”. (Bachelard, 1976: 93).

Lo que se requiere entonces, es explicar los fenómenos complicados con un material de fenómenos simples, como cuando se aclara una idea compleja, descomponiéndola en ideas simples.

Según Bachelard, este obstáculo es la falsa explicación lograda mediante una palabra explicativa.

Una sola palabra o una sola imagen constituye toda la explicación del concepto.

¿Cómo salvar estos obstáculos?

Se han analizado los principales obstáculos epistemológicos que influyen en el proceso de comprensión y construcción de los conceptos científicos en los niños de edad escolar. Sin embargo, es necesario ir más allá, no sólo quedarnos en una mera descripción de limitaciones sino pensar en la posibilidad de buscar posibles soluciones, para que los educadores, ya conscientes de estas dificultades, traten de ayudar a los niños a superarlas para que así el proceso de aprendizaje les resulte más agradable, convincente y significativo.

Antes, es importante hacer una referencia general acerca de la situación actual de la enseñanza de las ciencias en nuestras instituciones educativas para entender algunas de las posibles causas de las dificultades mencionadas.

En una investigación realizada, (Mora y Guido, 1999), se observó que en las lecciones de ciencias, los docentes presentan a los niños los conceptos de una forma muy árida. La enseñanza se ha reducido a una exposición estricta de términos o a una copia de los mismos mediante el uso de fichas, y lo que se les pide a los estudiantes es “acomodarse” a este sistema, en donde lo básico es memorizar conceptos, para luego transcribirlos en una prueba escrita, por ello no es de extrañar que los alumnos perciban la ciencia como algo de poca utilidad para su vida.

Los maestros han perdido de vista los propósitos fundamentales de las ciencias

naturales como asignatura. Se enseñan ciencias para memorizar contenidos, pero no se logra propiciar la vivencia de valores y actitudes propias del quehacer científico tales como: promover el desarrollo de la capacidad de pensar, de la capacidad de resolución de problemas, del potencial creador, el respeto hacia las ideas de los demás, la objetividad, la perseverancia, la responsabilidad, el deseo por descubrir, la comprensión de conceptos básicos y generalidades fundamentales de la ciencia.

Si se pretende el logro de estos propósitos con la finalidad de promover una formación integral de los niños, el docente debe reconceptualizar su papel como mediador en la clase. Debe considerar el modelo didáctico que aplica en sus lecciones, utilizar material concreto para realizar demostraciones y acercar al niño a la realidad y sobre todo tomar en cuenta la forma de expresar sus ideas, de manera que el mensaje llegue a los niños con claridad. Para ello debe utilizar un lenguaje llano, cercano a la realidad del niño, de modo, que le resulte comprensible, y pueda así darse un aprendizaje significativo. Además si el docente está consciente de los obstáculos epistemológicos que limitan el proceso de aprendizaje de los educandos, deberá buscar la forma de cómo salvarlos didácticamente. Tomando en cuenta lo anterior, se considerarán diferentes recomendaciones didácticas que permitan franquear en forma exitosa cada uno de estos obstáculos. No son recetas, solamente sugerencias que podrían eventualmente ayudar a que el proceso de aprendizaje de las ciencias les resulte pertinente, significativo y de calidad, y que en realidad se convierta en un proceso agradable en donde los niños aprendan a ser, a hacer, a conocer y a convivir con los demás. (UNESCO, 1999: 96)

En relación con los conocimientos previos, es importante que los conozca y que esté consciente que no pueden desaparecer hasta que el alumno no esté preparado para sustituirlos por otro sistema explicativo que les resulte convincente. El docente debe esforzarse por iniciar un proceso de transformación y dejar de lado aquel modelo didáctico centrado en la transmisión- recepción, y pasar a un modelo didáctico experimental que permita la construcción y reconstrucción del conocimiento.

Para Pozo, "Se trata de partir de los conocimientos de los alumnos para modificarlos mediante la presentación y el análisis de un conocimiento científico más elaborado. Pero ello sólo será posible si ese conocimiento científico se presenta de modo que haga referencia al mundo cotidiano del alumno, que es donde se han originado sus conocimientos previos" (Pozo, 1989: 13).

Para lograr esto es requisito indispensable disponer de técnicas y recursos que permitan activar los conocimientos previos de los alumnos para confrontarlos con la nueva información que el docente va a suministrar.

Los otros obstáculos epistemológicos deben tratarse globalmente. Según Astolfi citado por Palacios, "Si se tratan estos obstáculos puntualmente se corre el riesgo de ocuparse más de manifestaciones contingentes que de su raíz. Pero, si se tratan globalmente, puede producirse una transferencia efectiva del aprendizaje, mediante el uso de un modelo explicativo alternativo, que le permita darse cuenta del carácter erróneo de su concepción, para que así pueda cambiarlo" (Palacios, 1993: 299)".

Para trabajar didácticamente los obstáculos y tratar de vencerlos con la finalidad de lograr mejorar la enseñanza de

las ciencias en la escuela, se proponen tres pasos o etapas a saber:

1. Conocer los obstáculos: El docente debe tomar conciencia de estos obstáculos y hacerlos saber a sus estudiantes. La detección de éstos por parte del maestro constituye entonces el preámbulo indispensable para iniciar el trabajo didáctico. La toma de conciencia por parte de los alumnos de sus propios errores de concepto y de la causa que los origina contribuye a facilitar el proceso de aprendizaje, y aunque este primer paso no basta para producir una superación inmediata, tiene un valor importante en el mismo.
2. El resquebrajamiento del obstáculo: Después de identificar el error y el obstáculo epistemológico que le da origen se produce una desestabilización conceptual, es decir, se da un conflicto sociocognitivo en los estudiantes. Esto hace que haya un proceso inicial de confrontación de ideas dentro de la clase. Luego el maestro estimula a los alumnos para que analicen las divergencias interpretativas acerca del concepto estudiado, para llegar finalmente a una conciliación de las ideas que ellos tienen con respecto al mismo y a la definición dada por el docente.
3. El franqueamiento del obstáculo: Una vez que se ha tomado conciencia sobre los errores cometidos y después de una discusión acerca de los mismos, se da el proceso de elaboración de una alternativa conceptual por parte del estudiante. Es necesario disponer de un nuevo lenguaje para definir los conceptos teóricos, se debe tratar de que las explicaciones que dan los niños sean cercanas a las explicaciones

que están en los textos, pero debe emplearse un léxico sencillo, semejante al que ellos utilizan cotidianamente, de manera que los niños puedan comprenderlo e interiorizarlo y así utilizarlo con más frecuencia. Para que esto ocurra se debe dar una reorganización racional del saber basado en un lenguaje más simple y llano.

Luego se procede a escribir la definición, la que ha sido construida con la participación de todos los compañeros de la clase y el maestro. Una recomendación que puede servir como un recurso valioso que ayude en este proceso, es la elaboración de un glosario. Cada término que se incluya en el mismo se construye con base en las definiciones que dan los niños y la definición teórica que el maestro le ha presentado o que aparece en los libros de texto.

Desde el punto de vista lingüístico, (Geckeler, 1976: 53), cada término del glosario debe tener dos aspectos estructurales básicos: el sentido o representación mental de la palabra y la denotación de la misma, es decir, su descripción. Así la definición conceptual del término será más completa y comprensible, porque incluye el ¿Qué es? Y el ¿Para qué sirve?, que son preguntas cuyas respuestas ayudan a construir el sentido de la palabra y el ¿Cómo es?, que nos permite la elaboración de la denotación. Aunque en la ciencia no siempre los conceptos cumplen con esos aspectos estructurales, especialmente en lo referente a la denotación, se trató de incluir este aspecto en la mayoría de las definiciones.

Así, el glosario se puede utilizar como un recurso, que facilitará el proceso del aprendizaje de las ciencias, ya que ayuda a que los niños conceptualicen mejor los términos propios del léxico de esta área del conocimiento, porque el

vocabulario que se incluye en este glosario será sencillo, muy cercano a lo que dicen los niños y sobre todo evita el meta lenguaje por lo que será una herramienta útil para los niños, pues si se logra que estos conceptos sean asimilados, ellos ampliarán su léxico, y enriquecerán así su vocabulario, lo que redundará en una mayor disponibilidad léxica, tanto en el ambiente escolar como en el familiar.

Para Judith Shlanger, citada por Palacios, “La no satisfacción retórica es uno de los aspectos de la no satisfacción racional” (Palacios, 1993: 302). Entiéndase retórica en este caso, como el arte de expresarse fácilmente tanto en el lenguaje escrito como en el hablado. Esto nos sirve como un argumento más, para comprender mejor, la importancia del uso del glosario con los niños, como un recurso para ampliar su léxico, máxime si el mismo se ha construido con el aporte de todos dentro de la clase. De manera que si la definición de un término es clara y comprensible para los niños, el proceso de asimilación del mismo es más rápido, se da una reorganización racional del saber, y los niños además de lograr mejores resultados en el aprendizaje de las ciencias, lograrán mejorar su lenguaje y por medio del mismo, podríamos valorar sus avances en el aprendizaje, si nos fundamentamos en las teorías de Chomsky, quien afirma que: “El pensamiento implica el uso del lenguaje o de un sistema similar al lenguaje. En este sentido, el lenguaje es el espejo de la mente, ya que muchos aspectos de la estructura mental guardan relación con la producción verbal. (Chomsky, citado por Smith, 2001: 72).

¿Qué se espera de los niños? Si se considera que los obstáculos epistemológicos se presentan en todos los niños, el docente debe establecer estrategias

para iniciar un proceso de reconstrucción de los conceptos con los niños, para conseguir que ellos logren una representación mental clara de los mismos, de manera que el aprendizaje de los contenidos de esta asignatura, les resulten de fácil comprensión y de utilidad para la vida cotidiana.

Los alumnos disponen de un sistema explicativo diferente al de los contenidos que vienen en los textos, de otro marco de análisis de la realidad. Si se considera esto, lo que se pretende es que se de una evolución gradual en el proceso de reconstrucción de conceptos, para que así poco a poco traten de comprender de otra manera, los contenidos que se les presentan, y así, en los últimos niveles de la enseñanza general básica logren el manejo de un léxico amplio, sencillo y de mayor precisión, y que nos demuestren mediante su manera de expresarse que realmente han incorporado este lenguaje en su vocabulario.

Bibliografía

- Ausubel, David y otros. 1986. *Psicología educativa*. 3 ed. México: Editorial Trillas.
- Bachelard, Gastón. 1976. *La formación del espíritu científico*. 5 ed. México: Siglo Veintiuno, editores, S.A.
- Geckeler, Horst. 1976. *Semántica estructural y teoría del campo léxico*. 2 ed. Madrid: Editorial Gredos.
- Mora, Arabela y Guido Francisco. 1999. *El proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en educación primaria en escuelas urbanas y rurales de San Ramón*. Informe de investigación. San Ramón: Coordinación de Investigación, Sede de Occidente, UCR.
- Osborne, Roger y Freyberg Peter. 1998. *El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de las ideas previas de los alumnos*. 3 ed. Madrid: Narcea, S.A. de Ediciones.
- Palacios, Carlos. 1993. *Diez años de Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias*. Madrid: Centro de Publicaciones, Ministerio de Educación y Ciencia.
- Pozo, J. 1989. *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
- Quesada, Hilda. 1999. *Estándares de ejecución y niveles de logro marcado*. Ciencias. San José: Ministerio de Educación Pública.
- Smith, Neil. 2001. Chomsky. *Ideas e ideales*. Madrid: Cambridge University Press, Sucursal en España.
- UNESCO. 1997. *La educación encierra un tesoro: Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI*. México, D.F.: Correo de la UNESCO.