



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN



LICENCIATURA EN PEDAGOGÍA

SEMINARIO TALLER EXTRACURRICULAR

COMUNICACIÓN EN EL AULA

**EL APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE ENERGÍA  
A TRAVÉS DEL PROCESO DE COMUNICACIÓN EDUCATIVA DE LA  
CIENCIA. EL CASO ESPECÍFICO DE SEXTO GRADO DE PRIMARIA.**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :

**LICENCIADA EN PEDAGOGÍA**

PRESENTA:

**MINERVA CORTÉS GARCÍA**

2004



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Agradecimientos

A Dios, por todas las bendiciones con las que me ha colmado.

A mis padres, por su infinito amor, comprensión, ejemplo y apoyo incondicional en cada etapa de mi vida. Gracias por todo lo que sacrificaron por ver a sus hijos plenos, por estar unidos siendo ejemplo de fortaleza y paciencia. A mi madre por enseñarme a culminar todo proyecto, porque a pesar de toda situación adversa siempre ha salido adelante siendo firme en sus valores y principios. A mi padre porque a través de sus errores he aprendido de ellos, sin necesidad de vivírtos .

A Daniel por su amor, apoyo y paciencia... porque complemento mi vida. Gracias al amor entre los dos que nos permite seguir creciendo día a día. Por estar unidos en todo proyecto y porque sé que cuento con él en todo momento.

A Daniel Jr. por su amor y paciencia... porque si este trabajo es la culminación de un proyecto académico, él es la plenitud de mi vida personal.

A mis dos angelitos que en este momento no pueden acompañarme porque Dios los necesitaba más con él, pero que me enseñaron a definir mis prioridades y a no angustiarme por todo aquello que es volátil o que simplemente, tiene solución. Confío en que Dios nos preste un angelito en el momento que considere apropiado.

A Juan Carlos, mi asesor, quien sin una sola palabra me enseñó lo que es comprometerse con un alumno y apoyarlo en su formación sin nulificarlo.

A mis maestros... quienes gracias a su amor y exigencias me inculcaron el amor a la enseñanza.

A la U.N.A.M. ... que a través de UNIVERSUM, Museo de las Ciencias, me permitió desarrollarme plenamente a nivel personal y profesional. Me permitió conocer el gusto por la divulgación de la ciencia, me permitió sentir el placer de invitar a los niños a pensar.

Al Colegio del Tepeyac ... por las facilidades otorgadas para realizar este trabajo y culminar así una etapa más de mi vida académica.

A proyectos futuros... que me permiten ver claramente los pasos a seguir para llegar a ellos.

## INDICE

### Introducción

<b>1.</b>	<b>PRIMERA PARTE: POLÍTICA EDUCATIVA: CIENCIA Y TECNOLOGÍA EL CASO ESPECÍFICO DEL COLEGIO DEL TEPEYAC.</b>	
1.1.	Antecedentes históricos del pensamiento científico y su enseñanza .....	2
1.2.	Requerimientos educativos en el contexto actual .....	10
1.3.	Planes y programas de estudio de las ciencias naturales en la educación básica y sus lineamientos académicos .....	13
1.3.1.	Organización de los Programas de Ciencias Naturales a Nivel Primaria .....	15
1.4.	El Colegio del Tepeyac.....	19
1.4.1.	Ideario .....	20
1.4.2.	Problemática Institucional .....	24
<b>2.</b>	<b>SEGUNDA PARTE: TRATAMIENTO Y EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE ENERGÍA EN LOS LIBROS INTEGRADOS Y DE CIENCIAS NATURALES DE LA S.E.P.</b>	
2.1.	Los libros de texto de la S. E .P. ....	26
2.1.1.	Ejes temáticos de los Libros Integrados (1° y 2°) y de los libros de Ciencias Naturales (de 3er. a 6°) de primaria.....	27
2.1.2.	Aproximación semántica e iconográfica a los Libros Integrados y de Ciencias Naturales.....	30
2.1.3.	Resultado del análisis semántico e iconográfico de los libros integrados y de Ciencias Naturales en lo que al concepto de energía refiere.....	32
2.2.	Premisas orientadas con base en los textos referentes al concepto de Energía. ....	47

<b>3.</b>	<b>TERCERA PARTE. MARCO TEÓRICO: EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO EN EL NIÑO DE SEXTO GRADO DE PRIMARIA.</b>	
	3.1. La construcción del conocimiento.....	49
	3.1.1. El aprendizaje significativo. Ausubel.....	51
	3.1.2. El aprendizaje a partir de la psicogénesis. Piaget.....	55
	3.1.3. El aprendizaje a partir de la conciencia. Vigotsky.....	59
	3.2. Caracterología del niño de sexto grado de primaria .....	62
	3.2.1. Perfil cognitivo .....	63
	3.3. Enseñanza de las ciencias y la enseñabilidad del contenido científico.....	65
	3.3.1. La enseñabilidad de estrategias del pensamiento científico.....	71
	3.3.2. La didactización de la ciencia.....	73
	3.4. La Comunicación.....	78
	3.4.1. La Comunicación Educativa.....	81
	3.4.2. La Comunicación y La Divulgación de la Ciencia .....	83
	3.4.3. La Comunicación Educativa de la Ciencia en el aula.....	89
<b>4.</b>	<b>CUARTA PARTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO</b>	
	4.1. Paradigma de Investigación: Socioempírico.....	92
	4.2. Diseño experimental .....	94
	4.2.1. Investigación Documental.....	94
	4.2.2. Investigación de Campo.....	94
	4.3. Universo de trabajo .....	95
	4.4. Procedimiento .....	95
	4.5. Resultados .....	97
	4.5.1. Cuantitativos.....	97
	4.5.2. Interpretación de los resultados.....	104
<b>5.-</b>	<b>QUINTA PARTE: PROPUESTA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE ENERGÍA A NIVEL PRIMARIA: RECOMENDACIÓN CURRICULAR</b>	
	5.1. Consideraciones Generales .....	109
	5.2. El desarrollo de los esquemas alternativos como fundamento de la recomendación curricular para la asimilación de conceptos .....	116
	5.3. Recomendación para el diseño curricular .....	119
	5.3.1. Diseño de una clase de Ciencias Naturales .....	122
	CONCLUSIONES .....	125
	FUENTES DE INFORMACIÓN .....	129

## INTRODUCCIÓN

El proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias fácticas a nivel primaria es un tema poco investigado. Desafortunadamente, la mayor investigación del tema inicia desde el nivel secundaria por considerar que es a partir de ese nivel cuando se puede iniciar propiamente la enseñanza de las ciencias. La S. E. P. refiere que la enseñanza de las Ciencias Naturales durante la primaria no tiene la pretensión de acercar al niño a la ciencia de una manera formal y disciplinaria, sino la de estimular su capacidad de observar y preguntar<sup>1</sup>, y esto se refleja en los libros de texto diseñados bajo esta perspectiva. La problemática desde este punto, consiste en identificar cómo se está enseñando la ciencia; qué tipo de respuestas se promueven en el alumno (tanto de algunos fenómenos como de conceptos); qué conceptos utiliza al argumentar sus explicaciones y fundamentalmente qué ideas van a prevalecer en el niño a través del tiempo.

En la primera parte se desarrolla la política educativa en ciencia y tecnología esclareciendo los requerimientos educativos en el contexto neoliberal sus posibilidades e impacto en la educación primaria enfocando la problemática específica del "Colegio de Tepeyac" que no por ser analizada en este colegio en particular resulta exclusiva del mismo. Sin embargo, la problemática de una institución en particular nos permite obtener de acuerdo a Stenhouse<sup>2</sup> una muestra aleatoria de lo que sucede en la práctica en la enseñanza de las ciencias naturales a nivel primaria. Partiendo del entendido que la primaria debe brindar la oportunidad de aproximar gradualmente al alumno en el terreno científico, a través de la construcción de conceptos que sustenten y argumenten las explicaciones del discente bajo un pensamiento correcto y verdadero.

En la segunda parte se analiza el tratamiento y evolución del concepto de energía tanto en los "Libros Integrados" de primero y segundo grado como en los libros de "Ciencias Naturales" de tercero a sexto grado de primaria, todos ellos elaborados y distribuidos por la S.E.P. Se analiza el concepto de ENERGÍA por considerarlo particularmente significativo a la Física y porque el aprendizaje de éste implica el conocimiento de otros, por ejemplo: trabajo, fuerza, distancia, etc, entre otros y porque trabajé con el concepto durante 5

---

<sup>1</sup>S.E.P. Planes y programas de estudio.

<sup>2</sup> STENHOUSE, *La investigación como base de la enseñanza*, Ed. Morata, Madrid, 1998. pag. 52.

Stenhouse señala que el paradigma psicoestadístico tiene como principal progreso el atisbo de que el muestreo aleatorio debe ser preferido al muestreo considerado representativo, porque el empleo al azar permite recurrir a la matemáticas de la probabilidad para estimar el error y desarrollar pruebas de significación.

años en "UNIVERSUM, Museo de las Ciencias" cumpliendo el objetivo del museo el cual consiste en divulgar la ciencia<sup>3</sup>.

A lo largo del tercer apartado se desarrollará el marco referencial pedagógico capaz de explicar el proceso de enseñanza-aprendizaje y la construcción del conocimiento científico. De manera breve y a manera de introducción podemos decir que la comunidad científica particularmente la dedicada a las ciencias fácticas ha brindado alternativas para aproximar a los niños hacia las ciencias a partir de la educación no formal con la divulgación de la ciencia; sin embargo, correspondería a la comunidad pedagógica brindar los elementos teóricos que sustenten la necesidad de abordar la problemática que constituye la construcción de conceptos desde la educación formal<sup>4</sup> a partir de la comunicación educativa de la ciencia. Si bien el objetivo de la divulgación de la ciencia consiste en aproximar al público en general (no conocedor), hacia la ciencia a manera de traducción y evitando los conceptos para evitar la aversión, el objetivo de la comunicación educativa de la ciencia consistirá entonces, en introducir de manera sistemática y progresiva al alumno en las ciencias y su formación gradual de conceptos<sup>5</sup> considerando sus esquemas alternativos o teorías personales.

De acuerdo a García<sup>6</sup> la opinión generalizada entre los hombres de ciencia como entre los historiadores de la ciencia es que no existe ninguna relación entre la formación de las nociones y operaciones en los estadios más elementales y su evolución en los niveles superiores, esta opinión nos llevaría a pensar que el conocimiento es lineal, que cada etapa de conocimiento reemplaza a la anterior conservando algún vínculo con la que le precede pero ya no con las anteriores. En realidad el proceso es muy diferente porque los estadios no sólo son sucesivos y la construcción del conocimiento es secuencial sino que también cada estadio comienza por una reorganización, a otro nivel, de las principales adquisiciones logradas en los precedentes.

A la hipótesis anterior es importante incorporar factores brindados por la teoría Vigotskiana principalmente el factor social como detonante en la construcción del conocimiento del sujeto; la verdadera comunicación presupone una actitud generalizadora, que es una etapa avanzada en el desarrollo del

---

<sup>3</sup> Se trabajó con la Lic. María Guadalupe García Aban y el Fis. Enrique Fierro Hernández responsable de la Sala de Energía y participe en dos proyectos titulados: "La Ciencia en la Educación Básica" y "Los Anfitriones en la Divulgación de la Ciencia". Posteriormente se trabajó con el Fis. Juan Ramón Sánchez como becario en la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la U.N.A.M. Así también participe en el Programa de Formación Continua para Becarios de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia bajo la coordinación en un principio de el Dr. Jorge Flores, posteriormente con el Dr. José Chamizo Guerrero y finalmente de la Fis. Julieta Fierro

<sup>4</sup> PANSZA G. Margarita et al., *Fundamentación de la Didáctica*, Volúmen 1 Ed. Gemika, 5ª. ed., México 1993, pg. 27.

<sup>5</sup> Se pretende sistematizar las ventajas que brinda la divulgación de la ciencia pero ahora en el campo formal bajo parámetros pedagógicos.

<sup>6</sup> PIAGET, Jean y García Rolando, *Psicogénesis e Historia de la Ciencia*, Ed. Siglo XXI, 6ª ed. México, 1994, p.p. 252

significado de las palabras. La aprehensión de un conocimiento no se da de forma intencional en solitario, requiere de una tercera persona que intervenga en el proceso de enseñanza aprendizaje con una intención deliberada con el objetivo de modificar los esquemas idiosincráticos del alumno a esquemas científicamente aceptados, aunque no acabados.

Es importante puntualizar que en todo nivel el sujeto obedece a normas cognoscitivas, siempre partirá de niveles muy bajos con estructuras prelógicas, arribará mas tarde a normas racionales, isomorfas a aquellas que caracterizaron el nacimiento de las ciencias, de ahí que se enfatice el respeto por el desarrollo onto y filogenético de la construcción del conocimiento en el sujeto.

El niño al salir de la primaria e iniciar sus estudios de manera formal en ciencias básicas o puras, como por ejemplo, Biología, Física, Química y Matemáticas, se encuentra con conceptos ajenos a él, los docentes a nivel secundaria suponen que el niño posee nociones conceptuales ciertas aunque no en todos los casos verdaderas, sin embargo es un hecho que no es así, y lo demuestran los altos índices de reprobación en esas materias. Al parecer el lenguaje entre alumno y maestro no se comparte, es como aprender un nuevo idioma con la diferencia de que en el caso del proceso de enseñanza-aprendizaje de un segundo idioma el docente está consciente del desconocimiento total o parcial por parte del alumno sobre el idioma; mientras que en el caso de la enseñanza de la ciencia el docente supone que los conceptos que manejará en clase para explicar teorías son comunes a los alumnos y no es así. En el caso específico de la Física al hablar por ejemplo de conceptos tales como trabajo, fuentes, ó conservación el alumno tiene un conocimiento sobre estas palabras, tiene esquemas elaborados y hasta el momento en que el maestro menciona estos conceptos el significante en el sujeto está determinado por su experiencia cotidiana, es decir, por su conocimiento empírico y de acuerdo a Piaget decimos que está en equilibrio pero al momento de que el docente emite fórmulas y definiciones ajenas al esquema alternativo<sup>7</sup> del sujeto, éste entra en conflicto y en la mayoría de los casos no consigue nuevamente el equilibrio y se limita a la memorización de las definiciones y fórmulas con el objetivo de acreditar la materia pero evidentemente no se llega a un aprendizaje significativo y debido a que fue memorístico la probabilidad de que lo interprete, es nula; y a medida que se acumulen definiciones y fórmulas la memorización de tal cantidad de datos se vuelve más complejo llegando a la aversión por parte del alumno hacia la ciencia. Al no compartir el significado de los conceptos no se esta estableciendo un proceso comunicativo en el aula no se esta dando un proceso de enseñanza y aprendizaje porque no existe un proceso de decodificación de la información.

---

<sup>7</sup> Esquemas alternativos : Término que le brinda Driver para determinar las ideas previas que un sujeto posee sobre un conocimiento determinado. El esquema alternativo es la teoría personal que creamos para explicar los fenómenos que nos rodean y que desconocemos sus causas.

Para poder construir el conocimiento en el aula debe estar presente la comunicación educativa la cual se caracteriza por la presencia de los que se comunican y la intencionalidad misma. En palabras de Redondo<sup>8</sup>... además de este sustrato que hace posible la comunicación, y de la diversidad y alteridad inherente también a ella hay otro elemento que la constituye, y que es como una especie de puesta en contacto de los términos que van a entrar en comunicación.

De acuerdo a Daniel Prieto<sup>9</sup> para que se pueda hablar de un proceso de comunicación educativa en el aula debe poseer el docente por lo menos dos características: práctica discursiva y riqueza expresiva del discurso. Las dos anteriores exigirán que se omita la clase expositiva.

En el modelo tradicional la clase expositiva no promueve la comunicación en el aula, lejos de esto, humilla al discente al negarle la capacidad de opinar y construir su propio conocimiento condenándolo a repetir los conocimientos lo más textualmente posible. Sin dejar de ser un modelo de enseñanza, no brinda los elementos para justificar un modelo de aprendizaje y muchas veces fomenta la situación entrópica<sup>10</sup> escolar tradicional.

En la cuarta parte del trabajo se desarrolla propiamente la investigación de campo, la cual parte del paradigma socioempírico<sup>11</sup> centrándolo al análisis de los resultados de la cotidianidad escolar en el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto de energía. El objetivo de este apartado consiste en identificar las ideas que prevalecen en los alumnos de sexto grado, ideas y nociones que se han construido a lo largo de la educación primaria, es decir, a lo largo de sus seis años de instrucción básica.

Lo anterior visa desde la premisa de que la construcción del conocimiento científico se logra a partir de dos grandes vertientes, de acuerdo a Piaget<sup>12</sup> una es el proceso intrapsicológico (funciones internas de la mente), postura constructivista y la segunda de acuerdo a Vigotsky<sup>13</sup> que es el proceso de interacción logrado a través de las actividades sociales en colectividad, es decir, el proceso interpsicológico a partir de la postura de interacción social. A consecuencia y para la intervención de la problemática se considerará en la

---

<sup>8</sup> REDONDO, E., Educación y comunicación, Madrid, C. S. I. C. 1956

<sup>9</sup> PRIETO Castillo, Daniel, "La Pasión por el Discurso", Ediciones Coyoacán, México, 1998, 142 p.

<sup>10</sup> **Entropía:** Concepto utilizado por Norber Wiener en el sentido de pérdida de comunicación o incluso muerte de la misma. La entropía es enemiga del aprendizaje porque evita la reflexión en el alumno.

<sup>11</sup> SAMPIERI Hernández, Roberto et al. Metodología de la Investigación, segunda reimposición, Ed. Mc.Graw-Hill, México, 1997.

Los procedimientos cuantitativos de la investigación social, en particular la estrategia de la sociología empírica, tienen antecedentes directos en las metodologías desarrolladas en las ciencias naturales.

<sup>12</sup> PIAGET, Jean; Rolando García, Psicogénesis e historia de la Ciencia, Ed. Siglo XXI, 6ª. edición, México, 1994.

<sup>13</sup> VIGOTSKY, Lev Semionovich, Pensamiento y Lenguaje, Ed. Quinto Sol, 3ª. edición, México, 1994.

investigación se realizará una investigación documental sobre la teoría piagetiana en lo que al niño de esta edad corresponde. Se identificarán los elementos cognitivos del niño de 11 años de edad que es la edad de los niños que cursan sexto grado de primaria. (Este último punto se desarrolla en la tercera parte del presente trabajo.)

Para identificar los esquemas alternativos se analizará lo siguiente:

1. Se analizarán los Libros Integrados ( de primero y segundo grado) y los libros de Ciencias Naturales (de tercero a sexto grado) de la S.E.P. debido a que estos textos nos orientan en cuanto a lo que el niño está viendo, o debe de ver a nivel escolarizado respecto al tema de energía.
2. Se aplicará la prueba a 2 grupos de sexto grado de primaria para identificar las ideas que el niño tiene de la energía y poder identificar sus esquemas alternativos.

Por último, la quinta parte constituye la propuesta para la enseñanza del concepto de energía a nivel primaria: una recomendación curricular. Se presentan recomendaciones de enseñanza, reconociendo la dificultad de modificar la currícula de las S. E. P. se brindan consideraciones para el uso de los libros de texto, actividades complementarias y un diseño de enseñanza para el concepto de ENERGÍA, que si bien son dirigidas a este concepto, no excluyen a otros conceptos científicos que pueden ser abordados bajo la misma lógica.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El problema del proceso enseñanza-aprendizaje en las ciencias fácticas en el nivel primaria está constituido por una serie de factores determinantes<sup>14</sup> que detonan o bloquean el interés del educando por la ciencia. La actitud que éste se forme acerca de la ciencia dependerá de la calidad de las aproximaciones que haya tenido, en gran medida, en su vida escolar. Desafortunadamente la experiencia sensorial y las convicciones espontáneas predominan en los estudiantes a pesar de la instrucción científica. Bachelard diría que el "sentido común" y la "experiencia sensorial" son el principal obstáculo epistemológico.

La comunidad científica conciente de la problemática que la enseñanza de la ciencia representa, ha creado alternativas (a partir de lo no formal) para aproximar a los niños hacia las ciencias a través de la divulgación científica. Si se tratara de un diccionario, la divulgación de la ciencia<sup>15</sup> podría ser definida como disciplina que se encarga de llevar el conocimiento científico y técnico a un público<sup>16</sup> no especializado y diverso en edad. Para los científicos la divulgación de la ciencia puede o no cumplir con una función educativa. Para el grueso de la comunidad científica la divulgación de la ciencia consiste en pasarse un rato agradable, divertirse con la ciencia o bien en recibir alguna noticia científica. La Divulgación de la Ciencia aproxima al sujeto hacia el conocimiento científico de una forma atractiva, sin embargo, no sistematizada, bajo parámetros y supervisión científica pero sin establecer un proceso de enseñanza aprendizaje intencional, lo anterior nos brinda un campo de investigación para aportar parámetros pedagógicos que complementen su función. Partiendo siempre de la siguiente premisa ... si divulgación de la ciencia es la traducción y recreación de la ciencia la comunicación educativa de la ciencia no consistiría en traducir los conceptos de la ciencia sino que debiera ser un proceso de re-creación de la misma a partir de la formación gradual y pertinente del concepto como instrumento teórico que le permita explicar la realidad.

---

<sup>14</sup> Entre los factores determinantes podemos identificar el desfase conceptual entre grados, que evita una congruencia en el pensamiento del niño y obstaculiza la aprehensión del concepto en cuestión. Otro factor consiste en la memorización al que se encuentra sujeto el alumno, memoriza sólo para pasar las evaluaciones académicas.

<sup>15</sup> Material para el programa de formación de becarios, Medios y Divulgación, Físico Juan Tolda Mazón, UNIVERSUM, Cd. Universitaria, UNAM.

<sup>16</sup> Para que la comunidad científica hable de un proceso de comunicación de la ciencia es porque los interlocutores son conocedores de la misma ciencia, caso contrario lo define como un público no especializado y se limita a la divulgación.

Este trabajo va enfocado a identificar las posibles causas que obstaculizan tanto en proceso de enseñanza como el proceso de aprendizaje de las ciencias desde el nivel primaria. Ambos procesos deben respetar y reconocer el desarrollo onto y filogenético del sujeto. Los estudiantes no debieran interpretar a la ciencia como algo difícil y alejado de la realidad sino por el contrario se debe entender la realidad a partir de la ciencia.

Los docentes de nivel primaria<sup>17</sup> poseen las herramientas didácticas que su profesión exige pero no una formación en la cultura científica. Ahora bien, a partir de secundaria los docentes se caracterizan por el dominio de su materia pero no de tener nociones didácticas necesarias para la impartición de la misma y poder formar alumnos en esa área; porque el hecho de poseer determinados conocimientos no les posibilita enseñar, y no basta con informar sino que hay que saber formar. Los altos índices de reprobación en Matemáticas, Biología, Química y Física a nivel secundaria se deben entonces a la intención informativa del docente porque no se da un proceso de re-creación de la ciencia, sino de memorización de la misma.

La S.E.P. indica que la enseñanza de las Ciencias Naturales en el nivel básico *"...no tiene la pretensión de educar al niño en el terreno científico de manera formal y disciplinaria, sino la de estimular su capacidad de observar y preguntar, así como de planear explicaciones sencillas de lo que ocurre en su entorno.* El error susceptible en este sentido es que se confunde esta planeación de explicaciones sencillas con la formación de ideas o nociones<sup>18</sup>. De acuerdo a la SEP en la enseñanza de las Ciencias Naturales debe considerarse que los niños han tenido ideas previas con algunos temas incluidos en el programa, por lo que han elaborado sus propias explicaciones respecto a los fenómenos que ocurren en su entorno. Para que los niños puedan brindar "explicaciones sencillas" por muy sencillas que sean, deben poseer determinadas nociones y/o conceptos integrados que les permitan construir un esquema que pueda apoyar una explicación.

---

<sup>17</sup> Los instrumentos de investigación se aplicarán en el Colegio del Tepeyac, debido a las facilidades otorgadas, no porque el problema sea exclusivo del colegio. Como se mencionó anteriormente el problema tiene alcances nacionales.

<sup>18</sup>La problemática susceptible en este punto radica en el hecho de que por una parte, tomando como ejemplo en el libro de cuarto grado, una cita textual sobre el ... DESGASTE DE ENERGÍA.: Para realizar un trabajo necesitamos aplicar una fuerza, al hacerlo gastamos energía." ¿Cuál sería la noción que permanecería en el sujeto? Por una parte en cuarto de primaria se maneja la noción de que la energía se desgasta y para mediados de quinto de primaria aparece el tema de la conservación con las siguientes aseveraciones... "El peso de un cuerpo se conserva aunque se parta en pedacitos", "El volumen de los cuerpos se conserva aunque éstos cambien de posición o forma", "...en la naturaleza todas las cosas están cambiando, pero al mismo tiempo, algunas de sus características se conservan"; en ninguno de los tres casos se enfatiza la conservación de la energía. ¿Cuál noción permanecería a futuro sobre la energía?. ¿Cómo explicar que la energía se desgasta cuando el enunciado es falso? ¿Cómo aproximar al niño a que se forme una noción cierta sobre una afirmación falsa? En este caso la alternativa "didáctica" a la que el docente recurre generalmente es al proceso de memorización en el niño... "te aprendes la definición y se acabó". En este punto entenderíamos a las nociones como el conocimiento adquirido a partir de la memoria pero que no es consciente en el sujeto porque no sabe emplearlo y no puede explicarlo porque no lo ha integrado, no hay equilibrio conceptual en el sujeto.

¿Qué tipo de nociones se pueden gestionar en el aula con libros que fomentan errores conceptuales y que el docente los retoma para apoyar sus propias explicaciones? .

Una alternativa en la enseñanza de las ciencias aún a nivel primaria y sin la pretensión de educar al niño en el terreno científico de manera formal y disciplinaria consistiría no en la reproducción de la ciencia sino en la re-creación de la misma. Retomando a la recreación en sus dos posibles asepciones en el divertir y entretener y en el de re-crear el conocimiento en el sujeto. Un factor fundamental en la recreación de la ciencia consiste en hacer conscientes los conocimientos que los niños poseen. Para reconocer que los conocimientos en el niño se han hecho conscientes se debe partir de un proceso comunicativo respetando la dualidad de los sujetos que participan y su unidad en la participación<sup>19</sup>.

La enseñanza de las ciencias se caracteriza por brindar conocimientos que parten de un método científico, son conocimientos comprobables que exigen del sujeto de acuerdo a Vygotski<sup>20</sup> una habilidad reflexiva, habilidad lógico - matemática, atención deliberada, habilidad para comparar y diferenciar en lo abstracto y que llevarán al sujeto a formar una actitud crítica y de toma de decisiones. Sin embargo actualmente en el aula se reduce a la posibilidad de que el niño formule explicaciones sencillas de los fenómenos naturales imposibilitando prácticas capaces de actuar en la ZDP (Zona de Desarrollo Próximo)<sup>21</sup>. Para efectos de este proyecto se analizará la construcción del concepto de energía<sup>22</sup> debido a que representa un concepto clave en física que se aborda desde la primaria y se consolida en secundaria abordándolo de manera formal y disciplinaria. Además de manera particular he trabajado con este concepto en UNIVERSUM en la sala de Energía por cinco años en educación no formal y ahora pretendo abordarlo desde la educación formal para ver los alcances en esta modalidad.

Por lo anterior las preguntas que guían la investigación son las siguientes: ¿De qué manera se puede introducir a los niños desde la educación básica a las ciencias y no solamente a manera de aproximación establecida sino de forma tal que mediante la enseñanza de las ciencias se forme una actitud crítica y de toma de decisiones?, ¿De que forma obstaculizan el desarrollo de explicaciones científicas los

---

<sup>19</sup> Revista Española de Pedagogía, Año XLIV No. 171, enero-marzo 1986.

<sup>20</sup> Vygotsky, Lev Semiónovich, Obras Escogidas II Conferencias sobre Psicología, Ed. Visor, España, 1982. p.p. 385.

<sup>21</sup> Dubrovsky Silvia (compiladora), Vigotski: Su Proyección en el Pensamiento Actual, Ediciones Novedades Educativas, México, 1ª. Ed. , 2000, p.p.95.

Vygotsky definió la zona de desarrollo próximo (ZDP) como la distancia entre el nivel de desarrollo real del niño tal y como puede ser determinado a partir de la resolución independiente del problemas y el nivel más elevado de desarrollo potencial tal y como es determinado por la resolución de problemas bajo la guía del adulto o en colaboración con sus iguales más capacitados.

<sup>22</sup> Se analiza el concepto de energía pero de ninguna manera la problemática es exclusiva de este concepto, de hecho podríamos analizar conceptos de otras ciencias bajo la misma lógica.

errores conceptuales en los libros de texto?, ¿De que forma los niños pueden formar explicaciones "sencillas" pero ciertas, cuando los mismos libros de texto reproducen errores conceptuales?, ¿De qué forma la comunicación educativa fomenta que el niño de educación primaria asimile el concepto de energía?, ¿Cuáles son los elementos que brinda la comunicación educativa para abordar el terreno científico bajo una estructura formal y sistematizada del concepto energía?, ¿De que forma se comparte, respeta y define un concepto científico?, ¿De qué manera se seleccionan los conceptos a desarrollar?, ¿Cuáles son los medios y estrategias con que cuenta la comunicación educativa que promuevan el aprendizaje en el salón de clase?, ¿Cuáles son los medios para establecer que un concepto científico fue asimilado y no memorizado?.

## JUSTIFICACIÓN

Las posibilidades de que el grueso de la población nacional posea la oportunidad de tener una aproximación sistematizada al conocimiento científico resulta en un 15 de cada 100, su vez, este 15% que tiene la posibilidad de estudiar áreas de ciencia fáctica únicamente el 2.4%<sup>23</sup> selecciona dichas áreas<sup>24</sup>.

En el caso específico de México la problemática de acuerdo a Guevara Niebla<sup>25</sup> los promedios de rendimiento de matemáticas y ciencias naturales se ubican en las franjas reprobatorias de tres y cuatro de calificación al tiempo que sólo el 2.4% de la población escolar define su vocación en favor de las carreras enfocadas a las ciencias fácticas. Un factor determinante que desencadena estos resultados es sin duda el desfase del perfil profesional que existe entre los docentes de nivel primaria y los docentes que imparten Biología, Química y Física desde nivel secundaria en adelante.

Actualmente en México las políticas educativas nacionales han implementado medidas para el fomento de la investigación en la enseñanza de las ciencias naturales en los niveles de secundaria, preparatoria y universidad, por ser considerados como los óptimos para que los sujetos tengan aproximaciones disciplinarias a las ciencias fácticas. Sin embargo, ha dejado a un lado el fomento a la investigación a nivel primaria, cuando a partir de este nivel se puede abordar la problemática de la enseñanza de la ciencia con el personal dedicado al proceso de enseñanza –aprendizaje, pero desafortunadamente no está involucrado en la ciencia fáctica y es a partir de la secundaria en adelante que el proceso de enseñanza-aprendizaje esta determinado por personal dedicado a la ciencia pero no a la enseñanza de ésta y es aquí en donde se da la ruptura entre las ideas que los niños traen sobre conceptos científicos y el significado real de los mismos con sus implicaciones respectivas.

La comunidad científica asume la responsabilidad de presentar alternativas para aproximar al no conocedor con el conocimiento científico debido a que no sólo se pone en juego "el amor a la ciencia" sino a la cultura científica del país. Es desde esta perspectiva que para alcanzar dichos fines la *DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA* <sup>26</sup> es una alternativa prioritaria a partir de 1968<sup>27</sup> cuando se le concibe como una actividad

<sup>23</sup> GUEVARA Niebla, *La Catástrofe Silenciosa*, Editorial Siglo XXI, México, 1995.

<sup>24</sup> Ibid. Pág 26

<sup>25</sup> Ibid. Pág 28

<sup>26</sup> Entendiendo por ciencias a las naturales. Por motivos del estudio nos enfocaremos principalmente a las ciencias físicas.

<sup>27</sup> Los orígenes de la divulgación se remontan a 1772, con la publicación del *MERCURIO VOLANTE*, con noticias importantes y curiosas sobre asuntos de Física y Medicina, dirigida por

J.I. Bartolache y mas tarde en 1788 con la publicación de la *GACETA DE LITERATURA DE MÉXICO* de José Antonio Alzate, quien constituyó la tarea de divulgación más sólida del S.XVIII. La labor de Alzate fue fundamental para el conocimiento científico en México antiguo y por lo tanto para la historia de la ciencia mexicana.

académica profesional. Al respecto cabe reflexionar, primero, acerca de la "reducida potencialidad" de la educación formal para fomentar valores y actitudes a favor del conocimiento científico; segundo, si la alternativa real está en la Divulgación de la Ciencia y bajo que parámetros pedagógicos debe regirse.

Existe la urgencia de introducir cambios fundamentales en los programas de la educación formal. Las tradicionales formas de educación en ciencia y tecnología fundada en especialidades deben cambiar a favor de una educación general, de una currícula global de forma tal que exista una congruencia vertical y horizontal que promueva la construcción del conocimiento de manera integral.

## **OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN**

El objetivo del proyecto consiste en determinar los factores que obstaculizan tanto el proceso de enseñanza como de aprendizaje del concepto de energía en sexto grado de primaria y la relevancia de la comunicación educativa de la ciencia en aula.

## **SUPUESTO HIPOTÉTICO**

Desde la Pedagogía es necesario definir a la comunicación educativa para trazar líneas de trabajo que sustenten a la comunicación educativa de la ciencia en el aula.

## **METODOLOGÍA**

Paradigma: **Socioempírico.**

La construcción del conocimiento científico se logra a partir de dos grandes vertientes, de acuerdo a Piaget <sup>28</sup> una es el proceso intrapsicológico (funciones internas de la mente), postura constructivista y la segunda de acuerdo a Vigotsky <sup>29</sup> que es el proceso de interacción logrado a través de las actividades sociales en colectividad, es decir, el proceso interpsicológico a partir de la postura de interacción social. A consecuencia y para la intervención de la problemática se considerará en la investigación :

### **a) ¿Quién aprende?**

Se realizará una investigación documental sobre la teoría piagetiana en lo que al niño de esta edad corresponde. Se identificarán los elementos cognitivos del niño de 11 años de edad que es la edad de los niños que cursan sexto grado de primaria..

---

<sup>28</sup> PIAGET, Jean; Rolando García, Psicogénesis e historia de la Ciencia, Ed. Siglo XXI, 6ª. edición, México, 1994.

<sup>29</sup> VIGOTSKY , Lev Semionovich, Pensamiento y Lenguaje, Ed. Quinto Sol, 3ª. edición, México, 1994.

**b) ¿Qué enseñar?**

A partir de la prueba realizada en Londres (referida anteriormente) y con el supuesto de que los esquemas alternativos dependerán en gran medida del contexto cultural se identificarán los esquemas alternativos que el niño de mexicano de sexto grado de primaria tiene respecto al concepto de energía. Para identificar dichos esquemas se analizará lo siguiente:

- a. Los libros de texto gratuitos de la SEP. En este caso se analizarán los libros integrados y los libros de Ciencias Naturales debido a que estos textos que nos orientan en cuanto a lo que el niño está viendo, o debe de ver a nivel escolarizado respecto al tema de energía.
- b. Se aplicará una prueba a 73 alumnos de sexto grado de primaria, para identificar las ideas que el niño tiene de la energía y poder identificar sus esquemas alternativos.
- c. Identificados los esquemas alternativos de los niños se propondrá una curricula que considere dichos esquemas capaz de posibilitar la construcción del concepto de energía a través de actividades y discursos que fomenten la participación tanto del docente como del discente promoviendo la comunicación educativa.

**Universo de trabajo:**

73 Niños de 6° grado de primaria.

**Procedimiento:**

- A. Desarrollo de instrumentos :
  1. Elaboración de instrumentos para analizar los libros de texto de manera semántica e iconográfica.
  2. Elaboración de la prueba para determinar los esquemas alternativos
  3. Validación de instrumentos.
  4. Readecuación e integración final.
- B. Alumnos participantes :
  1. Se aplicará hoja de evaluación para determinar los esquemas alternativos a 73 niños de un grupo de sexto de primaria.

## **1 . PRIMERA PARTE**

**POLÍTICA EDUCATIVA: CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
EL CASO ESPECÍFICO DEL COLEGIO DEL TEPEYAC.**

## 1.1. Antecedentes históricos de la evolución del pensamiento científico y su enseñanza.

Históricamente el desarrollo de las ciencias tienen dos visiones ... uno consiste en estudiarlas desde la producción escrita. Esta producción ha sido continua desde el Renacimiento hasta el siglo XVIII en que estas fueron estimuladas por la visión que permeó durante la Ilustración de la ciencia como fuente de progreso. Entre las narraciones históricas de los últimos cincuenta años de ese periodo se encuentran los trabajos de Lagrange en matemáticas, Montuola en matemáticas y física, Priestley en electricidad y óptica y Delambre en astronomía. Ya para el siglo XIX e inicios del XX, no obstante que comenzaban a desarrollarse otros enfoques sobre la ciencia, algunos científicos como producían ocasionalmente escritos propios de su especialidad como Kopp en química, Poggendorff en física y Sachs en botánica entre otros.

Una segunda manera de abordar históricamente a las ciencias consiste en analizar los objetivos filosóficos que sustentaban a éstas, la importancia en esta segunda forma de abordar la historia de las ciencias de acuerdo a Kuhn<sup>1</sup> consiste en que incluye no sólo a las ciencias fácticas sino también a las sociales. El objetivo de analizar a la ciencia desde su historia es el esclarecer y profundizar el conocimiento a partir de los métodos científicos mostrando las normativas de la racionalidad verdadera en las investigaciones históricas del pensamiento científico. Se pueden distinguir dos enfoques distintos de historia de la ciencia: el enfoque interno y el enfoque externo. El enfoque interno se ocupa de la sustancia de la ciencia como conocimiento la evolución de éste dentro de la ciencia misma en tanto que es comprobable y comunicable, y el enfoque externo trata de actividades de los científicos como grupo social dentro de una cultura determinada.

Se analiza la problemática a partir del segundo enfoque es decir desde la perspectiva epistemológica de las ciencias retomando al conocimiento como la sustancia de la ciencia misma y a la racionalidad verdadera en las *investigaciones históricas del pensamiento científico* considerando como elemento del conocimiento al **concepto**. Braunstein<sup>2</sup> hace referencia a que el desarrollo de las ciencias dependerá de la capacidad que tenga ésta de elaborar conceptos capaces de explicar teóricamente lo que sucede en la realidad, a lo anterior comenta que "...los objetos con los que trabaja la ciencia son los conceptos, y éstos indefectiblemente son abstractos". La ciencia se construye en tanto se desarrollen las teorías leyes y principios que la sustentan y esto sólo se da a partir de la formación de conceptos para explicar fenómenos determinados. La ciencia se construye merced a un trabajo de producción de conceptos enfrentando a los datos de la experiencia sensorial y las convicciones espontáneas. De acuerdo a Eistein "...el objetivo de toda

<sup>1</sup> KUHN, S. Thomas, *La tensión Escencial*, F.C.E. México, pp. 380, 1976.

<sup>2</sup> BRAUNSTEIN, Nestor, *Ideología y Ciencia*, Ed. Siglo XXI, México, 1975.

ciencia sea natural o social consiste en coordinar nuestras experiencias de forma tal que el todo forme un sistema lógico."

Para entender cual fue el proceso de introducción de la ciencia moderna en América Latina y particularmente en México, resulta necesario recordar cual era la situación imperante local al momento de iniciarse la expansión de la ciencia occidental.

Las civilizaciones prehispánicas en México (azteca y maya) y de los Andes (inca) habían alcanzado importantes niveles de desarrollo material, social e intelectual antes de que los conquistadores españoles y portugueses irrumpieran en su desarrollo durante la primera mitad del siglo XVI. Los logros agrícolas, arquitectónicos y de ingeniería de estos pueblos han sido ampliamente reconocidos, como lo han sido su forma de organización social. Aunque todas las altas civilizaciones de Mesoamérica y Sudamérica mantuvieron registros precisos de sus observaciones astronómicas, generalmente en relación con actividades agrícolas, fueron los mayas quienes más desarrollaron las habilidades de la observación sistemática. Lo que está estrechamente vinculado al hecho de que los mayas pudieron desarrollar un lenguaje escrito, útil para el registro y el estudio de los acontecimientos siderales. El desarrollo matemático, que incluyó el empleo del cero, y el astronómico que comprendió el uso de las tablas para la predicción de eclipses, estuvieron relacionados con enfoques astrológicos y religiosos, con los sacerdotes desempeñando el papel principal en la acumulación y transmisión de conocimiento.

Entre los primeros cincuenta y cien años de la conquista se produjo un mutuo intercambio de conocimientos, productos y técnicas. Los conquistadores aprendieron a operar en un medio extraño y trajeron con ellos un bagaje cultural y técnico que fue adaptado a la situación americana, a la vez que muchos productos fueron transferidos de América hacia Europa. Sin embargo la introducción de la tecnología occidental en América Latina causó un serio desquiciamiento de la tradición tecnológica local y llevó a una significativa pérdida de respuestas tecnológicas, y a pesar de esta situación la tradición tecnológica americana logró sobrevivir de una forma u otra. En este proceso, la situación cultural y científica de la potencia colonizadora, así como la circunstancia cronológica de la colonización afectaron de manera profunda la forma en que habrían de implementarse los modos de pensamiento europeos en las nuevas colonias. Es importante tomar en cuenta que durante este proceso de conquista en América, Europa vivía el Renacimiento, cuando la revolución científica se encontraba incipiente, la colonización en América Latina habría de hacer importantes aportes a la transformación de Europa durante el periodo de la revolución científica, no sólo en términos de recursos sino también en orden de problemas científico y moral, que estimularon el desarrollo de las ideas europeas en este periodo.

La preocupación de los europeos por las actividades científicas en las colonias fue vista principalmente como una extensión de la empresa científica de sus propios países y que tras las investigaciones más aplicadas existían motivaciones utilitarias entendida como una ciencia colonial, sin haber llegado a contribuir al establecimiento de una tradición intelectual y científica independiente y acumulativa.

Un factor de gran importancia en la introducción de la ciencia en occidente, (aunque tamizado por la *religión*) fue el esfuerzo de las órdenes religiosas, especialmente jesuitas, quienes tuvieron una posición preponderante en la educación en los territorios españoles y portugueses durante el siglo XVII y parte del siglo XVIII en que fueron expulsados. Su interés en promover una educación superior y una *formación científica*, que derivó en fundación de instituciones educativas, principalmente universidades, tenía claros nexos con su estrategia general de "conquista espiritual", al respecto Steger<sup>3</sup> comenta que: *"La diferencia fundamental entre el sistema educativo de los jesuitas y los anteriores reside en el hecho de que... la formación científica no fue considerada - como en la época humanista - un valor en sí, sino más bien un arma de la cruzada misionera contra herejes y paganos."*

Los jesuitas no tardaron en hacerse del monopolio de la educación en los colegios, instituciones previas al nivel universitario en donde lograron influir tanto en las disciplinas como en los métodos de enseñanza. Los intereses científicos de los jesuitas no involucraban solamente a la economía, la agricultura, la geografía y la astronomía. En Lima había hombres interesados e informados sobre los últimos desarrollos europeos, los jesuitas de San Pablo en Lima recibían publicaciones francesas e italianas, así como también llegaron a importar equipo de laboratorio europeo para los científicos americanos, llegaron a poseer tal bagaje cultural que les permitió monopolizar la educación en general y la científica en particular.

La fundación de las universidades hispanoamericanas fue un factor clave en la introducción y la conservación de algún tipo de tradición intelectual, principalmente escolástica. Sin embargo, al resistir todo cambio más adelante, particularmente en los siglos XVIII y XIX las universidades se transformaron en instituciones con ideas conservadoras y retrogradadas. La universidad hispanoamericana sufrió en el periodo colonial una serie de modificaciones pero el dominio religioso y la predominancia de ideas conservadoras - entre otros factores - le impidieron ampliar y desarrollar las nuevas ideas científicas que iban apareciendo en Europa.

---

<sup>3</sup> Véanse los artículos de Safford, Cline y Rippey en la sección II del Vol. 2 de L. Hanke (comp.) Historia de la Civilización de América Latina: Fuentes e Interpretaciones., Londres, Methuen, 1969.

La ilustración alcanzó la América española y portuguesa en la segunda mitad del siglo XVIII. Los cambios iniciados por los administradores borbones abrieron las puertas españolas y coloniales a las nuevas ideas. Los dominios españoles intentaron ponerse al día con la ciencia europea. En los planes de estudio de Lima y Bogotá los respectivos virreyes aprobaron la introducción de las enseñanzas de Leibnitz, Bacon, Gassendi y Descartes, así también de acuerdo a Arciniegas<sup>4</sup> las ideas de Copérnico iniciaron una transformación que modificó el tradicional dominio de la teología y la filosofía. Todo lo anterior trajo como consecuencia que los estudios tomaran una perspectiva "científica" en la enseñanza de disciplinas como la botánica, la medicina y las ciencias físicas.

Hacia fines del siglo XVIII, Lanning<sup>5</sup> enfatizó el éxito que esta enseñanza "científica" había generado: *"Lo cierto es que en lugar de una brecha cultural de tres siglos entre Europa y las colonias americanas, separaba a estos dos continentes en hiato de aproximadamente una generación, entre innovador europeo y académico americano. Aún los argumentos respecto de una brecha constante y general entre las atrasadas universidades europeas y las inactivas universidades americanas, cesaron de tener verosimilitud a medida que se fue aproximando el año 1800... Entre 1780 y 1800, con concesiones al transporte y al aislamiento, tal brecha dejó de existir..."*

Sin embargo, la enseñanza "científica" no estaba regida por objetivos que manifestaran un interés pedagógico<sup>6</sup> en la forma de instruirlos. Lejos de pretender formar habilidades científicas en los individuos, la enseñanza de las ciencias se orientaba al monopolio del conocimiento y por ende de la conservación del sector hegemónico dominante, sector que podía costear la educación universitaria. Las anteriores serían algunas razones por las cuales la enseñanza de las ciencias estaba dirigida a sujetos adultos y no a menores.

En el siglo XVIII al cobrar fuerza la tendencia humanista que en forma de neohumanismo emprendió la lucha contra el realismo en Europa, principalmente en Alemania, se llegó a comprender claramente, de acuerdo a Kerschensteiner, el valor educativo de las instituciones de enseñanza, acentuando ante todo la importancia, en aquel entonces, del estudio del latín y el griego como una incomparable gimnasia intelectual, que permitía a los alumnos ser más diestros y seguros en el uso y dominio del pensamiento.

La segunda mitad del siglo XIX presentó un renacimiento científico en toda América Latina, asociado tanto a la creciente influencia del positivismo como al logro de condiciones económicas y políticas más estables. Las ideas positivistas tuvieron gran influencia en la vida intelectual y política de las naciones

<sup>4</sup> Arciniegas, G., *El continente de siete colores*, Editorial Sudamericana, Argentina, 1965.

<sup>5</sup> Sagasti, Francisco R., *Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, F.C.E., México 1981.

<sup>6</sup> Es decir, de acuerdo a Yurén sistematizar el conocimiento con una intención educativa, una curricula.

latinoamericanas modificando la forma de pensar, la religión, la educación, la política e incluso la filosofía y tuvo además gran efecto en el desarrollo de las ciencias aplicadas.

Ardao<sup>7</sup> señala que ...

**"...la principal diferencia entre el positivismo latinoamericano en su conjunto, y el europeo, también en su conjunto, reside en que el primero anticipó y precipitó la cultura científica, en vez de ser como en Europa, una resultante del pensamiento científico.**

En Europa el positivismo evolucionó como una filosofía del científicismo. Se desarrolló como una reacción contra la filosofía, como consecuencia natural del triunfo de las ciencias naturales positivas. De Saint Simon a Comte el positivismo pasó a ser una doctrina establecida durante la primera mitad del siglo XIX, cuando la teoría científica desarrolló una elevada perspectiva histórica y al multiplicarse, durante la revolución industrial, la aplicación práctica de los procesos científicos...

En América Latina el proceso fue exactamente al revés. El positivismo científico no se originó a partir de la ciencia: fue la ciencia la que se generó a partir de la experiencia científica, estableciéndose así un modelo al que podemos acudir al tratar de establecer la ciencia en América Latina con ayuda del positivismo como herramienta ideológica.

Cuando las doctrinas positivistas empezaron a llegar a Latinoamérica en la segunda mitad del siglo XIX, nuestros países adolecían de una falta total de cultura científica en el sentido de un conocimiento experimental físico-matemático. Por lo tanto, las doctrinas positivistas fueron más allá de la adquisición de nuevos conocimientos; implicaron la adopción de una nueva metodología: la de las ciencias naturales. Los patrocinadores del positivismo empezaron predicando la introducción de tales ciencias y su enseñanza en nuestros centros culturales, que entonces se encontraban bajo la influencia de la teoría romántica sobreimpuesta al neoclasicismo, sin contradicción alguna con la mentalidad metafísica tradicional."

El positivismo fue considerado "un invaluable instrumento para el mantenimiento del orden" y el partido liberal vio la implantación del positivismo como un medio de sustituir a la iglesia, pero sin alterar la estratificación social del país. De este modo el positivismo tuvo un extraño efecto en la sociedad mexicana. Por un lado proporcionó a la burguesía local emergente el aparato ideológico necesario para reemplazar a la iglesia e instaurar su propio orden social conservador.

Gortari<sup>8</sup> menciona lo siguiente; *"... es indudable que la reforma positivista dio un impulso formidable a la enseñanza y que al mismo tiempo, con ellas se establecieron en México las condiciones elementales para el cultivo de la ciencia moderna"*. A medida que el siglo avanzó y llegó a su término, los liberales, que

---

<sup>7</sup> Ardao, A., *Asimilación y Transformación del Positivismo en América Latina*, Lexington, D.C. Heath and Co. (1971)

<sup>8</sup> Arciniegas, G., *El continente de siete colores*, Editorial Sudamericana, Argentina, 1965.

habían introducido las ideas positivistas en México y que las habían empleado como fundamento de su credo político, se fueron compenetrando cada vez más retrógrados en su perspectiva social. Esto afectó el sistema educativo y llevó al estancamiento de la ciencia, al extremo de que Gortari afirma que: *"Para el año 1900 la ciencia que había sido, sin duda alguna uno de los elementos integrantes del programa de la Reforma Liberal de México, estaba reducida a su enseñanza muerta y era empleada como elemento mágico dentro de la política del llamado "partido científico". Y lo que es más se había transformado en parte integrante de la concepción religiosa de una nueva organización eclesiástica, que los positivistas ortodoxos pretendían neciamente formar."*

En 40 años los seguidores del positivismo en México lograron dar una vuelta total y regresar casi a la situación inicial, pero esta vez *con ayuda de las ideas científicas*. Esto generó una violenta reacción contra el "partido científico" y de modo indirecto contra las propias ideas científicas, a pesar de que los herederos de la Reforma Liberal habían abandonando hacia tiempo los principios básicos del positivismo, reduciendo a un mero ejercicio formal la enseñanza de las ideas científicas.

La última parte del siglo XIX presentó una imagen mixta del estado de la aventura científica en América Latina, que había sido estimulada por las ideas positivistas y por la creciente demanda de insumos técnicos provenientes de economías en expansión y de industrias en incipiente crecimiento. Sin embargo, diversos problemas de carácter político, económico e institucional, como en el caso mexicano, impidiendo el pleno desarrollo de una tradición científica acumulativa.

Las condiciones en que se desarrollaba la actividad científica hacia fines del siglo XIX y la conciencia que sobre ella existía en la América Latina, se evidencian en la cita de un editorial de la publicación colombiana *Anales de la Ingeniería*, aparecida en septiembre de 1894:

*Hoy día nuestra ciencia es de copia o de compilación; aprendemos o repetimos lo que otros han pensado o hecho, mas no indagamos por nosotros mismos; a esta falta de originalidad en las aspiraciones y en los métodos, es a lo que indudablemente, debe atribuirse el desfallecimiento de que adolecemos. Con condiciones naturales propicias al desenvolvimiento de la aspiración científica, permanecemos, sin embargo, inactivos.*

*¿Qué estamos esperando? que vengan otros a resolver nuestros problemas científicos, cómo esperamos que van a dar solución a nuestras dificultades industriales?*

*Sí, nuestra actividad científica está aún muy restringida, no es esto un motivo que deba desalentarnos; antes al contrario, es causa de aliento para marchar adelante: fac et spera es un buen lema para los trabajadores del pensamiento.*

Hasta antes de que se iniciara el impulso hacia la industrialización en América Latina, ninguno de los países que lo constituyen había logrado consolidar a la ciencia como una actividad bien establecida. Se

carecía del pleno apoyo de las instituciones gubernamentales y la capacidad de realizar aportes significativos al conocimiento mundial. Los factores causantes fueron diversos y complejos, la consecuencia inmediata fue el impedimento del desarrollo acumulativo de una tradición científica, así como del surgimiento de un medio ambiente favorable para el cultivo de las ciencias. Las condiciones que se desarrollaba la actividad científica hacia fines del siglo XIX y la conciencia que sobre ella existía en América Latina, se evidencian en la cita editorial de la publicación colombiana *Anales de la Ingeniería* que apareciera en Septiembre de 1894; de lo más sobresaliente encontramos:

1. **La ausencia de una demanda social para la ciencia.** A su vez fue consecuencia del incipiente desarrollo económico, incapaz de crear una demanda sostenida para los insumos científicos y tecnológicos y del hecho de que la superioridad intelectual y tecnológica de Europa Occidental la convirtieran en la fuente lógica de ideas y de técnicas productivas.
2. **Los valores y actitudes que no propician un medio ambiente favorable para el desarrollo de actividades científicas.** De acuerdo a Roche<sup>9</sup> el sentido de la futilidad de los asuntos irrelevantes, unido a un profundo sentimiento religioso, actúan como frenos efectivos de la constitución de una tradición científica.
3. El tercer factor que ha conspirado contra el establecimiento de una tradición científica consiste en **la inestabilidad política y económica de los países latinoamericanos**, dado que la ciencia y la tecnología requieren de un largo tiempo para su desarrollo, tiempo que tiene que ser subsidiado generalmente por el estado o particulares.

Dados algunos de los factores que intervienen, cabe señalar que será el segundo de éstos el que ocupe nuestra atención debido a que tanto los valores como las actitudes pueden ser orientados y estimulados a partir de una perspectiva y fundamentación del quehacer pedagógico concibiendo a la enseñanza de las ciencias como un medio capaz de desarrollar capacidades reflexivas en el pensamiento.

En el siglo XX a partir de la Segunda Guerra Mundial el contexto da un giro a favor de las masas en lo que a materia de educación refiere. Los países Latinoamericanos así como también algunas naciones europeas y EE.UU. le otorgan a la cuantitividad de la educación un carácter determinante en el desarrollo de las naciones. Es en éste momento en donde se inicia la fase de expansión desenfadada. Sin embargo las características políticas, sociales y económicas de los países latinoamericanos no resultan óptimas para incorporarse satisfactoriamente a la tendencia internacional de expansión.

---

<sup>9</sup> *Ibidem*

A partir de la década de los 50's la rapidez con que los conocimientos científicos han ido evolucionando e incrementando el potencial tecnológico ha provocado el interés de las naciones de ir a la vanguardia de conocimientos. En este aspecto México no es la excepción; de acuerdo a Guevara Niebla el sistema educativo mexicano amplía su cobertura en matrícula educativa de forma vertiginosa tratando de satisfacer las demandas de la población escolar, sin embargo, ésta medida ha arrojando resultados deplorables que ocasionan una crisis educativa a nivel nacional en todos los niveles educativos.

Actualmente resulta evidente el hecho de que la educación, quien es la responsable de comunicar los conocimientos, permanezca ciega ante lo que es el conocimiento humano, sus disposiciones, sus imperfecciones, sus dificultades, sus tendencias tanto al error como a la ilusión y no se preocupe en absoluto por hacer conocer lo que es conocer. El conocimiento no se puede considerar como una herramienta previamente elaborada que se puede utilizar sin examinar su naturaleza. El conocimiento del conocimiento debe aparecer como una necesidad primaria que serviría de preparación para afrontar riesgos permanentes de error y de ilusión que no cesan de parasitar la mente humana, el objetivo radicaría en armar cada mente para combatir contra el error para la permanencia de la lucidez.

La supremacía de un conocimiento fragmentado según las disciplinas impide a menudo operar el vínculo entre las partes y las totalidades y debe dar paso a un modo de conocimiento capaz de aprehender los objetos en sus contextos, sus complejidades, sus conjuntos. Es necesario desarrollar la aptitud natural de la inteligencia humana para ubicar todas sus informaciones en un contexto y en un conjunto. Es necesario enseñar los métodos que permiten aprehender las relaciones mutuas y las influencias recíprocas entre las partes y el todo en un mundo complejo.

## 1.2. Requerimientos educativos en el contexto actual.

Actualmente la tendencia a nivel mundial exige de las naciones incorporarse a una nueva fase del desarrollo capitalista el cual trasciende tanto en lo político, económico, social y cultural; a este proceso de transición se le denomina globalización. La globalización es un "...proyecto diseñado y puesto en práctica por quienes hoy detentan la hegemonía económica y política en las principales regiones del orbe; mas bien debe ser visualizada como la forma que adopta el desarrollo del capitalismo mundial por encima de la voluntad inmediata de los individuos y los agregados sociales."<sup>10</sup> Para poder llevar a cabo este proceso globalizador; el neoliberalismo resulta la estrategia particular como acción consciente cuyo objetivo consiste en preservar al sector dominante mediante el reforzamiento del capitalismo contemporáneo. En el caso específico de México, el documento con el que se incorpora a esta nueva fase es a través del Tratado de Libre Comercio.

En México tres artículos de la Constitución constituyen los pilares fundamentales del proyecto social surgido de la Revolución de 1910: el 123 que define la relación Estado-clase obrera; el 27 que define la relación de los campesinos a partir de la Reforma Agraria, y el tercero que infiere directamente a este trabajo el cual establece un proyecto de nación basado en la movilidad social y la cultura para las masas por medio de la educación para todos, pública y gratuita. Sin embargo, a partir del Tratado de Libre Comercio el artículo tercero sufre importantes modificaciones con implicaciones para la educación, la ciencia y la tecnología, la modificación principal consiste en la apertura de la educación a empresas privadas para la educación superior y el desconocimiento oficial por parte del gobierno como responsable del financiamiento de la misma. No así la educación primaria, educación de la cual todavía es responsable el Estado.

Bajo el contexto actual de globalización en el cual el capital se reviste de importancia extrema debido a que se retoma como eje orientador de toda política. El conocimiento científico representa un conocimiento estratégico de gran importancia debido al significado de poder que connota. A partir de los años 50's la rapidez con que los conocimientos científicos han ido evolucionando e incrementando el potencial tecnológico ha provocado el interés de las naciones de ir a la vanguardia en conocimientos. En este aspecto México no es la excepción, el sistema educativo mexicano amplía su cobertura educativa en forma vertiginosa tratando de satisfacer las demandas de la población escolar arrojando resultados deplorables que ocasionan una crisis educativa a nivel nacional<sup>11</sup>.

---

<sup>10</sup> Ramos Pérez, Arturo , La Universidad y el Estado en México bajo el contexto de la globalización y el TLC. Globalización, Estado y Universidad.

<sup>11</sup> Los índices de eficiencia terminal son bajos y su tendencia es decreciente. Cuarenta y cinco de cada 100 niños que ingresan a educación primaria no terminan su ciclo. La baja eficiencia de la escuela primaria ha dado lugar a un rezago acumulado de 25 millones de adultos sin estudios primarios, de los cuales una tercera parte únicamente estudio hasta primer grado de primaria. Guevara Niebla.

Las posibilidades de que el grueso de la población posea la oportunidad de tener una aproximación sistematizada al conocimiento científico resulta un 15 de cada 100 su vez, este 15% que tiene la posibilidad de estudiar áreas de ciencia fáctica únicamente el 2.4% selecciona dichas áreas.

En el caso específico de México la problemática de acuerdo a Guevara Niebla<sup>12</sup> los promedios de rendimiento de matemáticas y ciencias naturales se ubican en las franjas reprobatorias de tres y cuatro de calificación al tiempo que sólo el 2.4% de la población escolar define su vocación en favor de las carreras científicas. Guevara Niebla afirma que "La cultura mexicana desdeña el mundo de la ciencia y la tecnología y por ello poco logrará la educación formal sino desde el contexto de una larga persuasión pública sobre la pertinencia, bondad y necesidad inaplazable de que nuestros hijos estudien masivamente lo que sus padres han repudiado."

A la urgencia de este cambio en actitudes sobre la ciencia y la tecnología, se añade la urgencia de introducir cambios fundamentales en los programas de la educación formal. Las tradicionales formas de educación en ciencia y tecnología fundada en especialidades deben cambiar a favor de una educación general, de una currícula global de forma tal que exista una congruencia vertical y horizontal que promueva la construcción del conocimiento de manera integral.

La comunidad científica asume la responsabilidad de presentar alternativas para aproximar al no conocedor con el conocimiento científico debido a que no sólo se pone en juego "el amor a la ciencia" sino a la cultura científica del país. Es desde esta perspectiva que para alcanzar dichos fines la *DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA*<sup>13</sup> es una alternativa prioritaria a partir de 1968<sup>14</sup> cuando se le concibe como una actividad académica profesional. Al respecto cabe reflexionar, primero, acerca de la "reducida potencialidad" de la educación formal para fomentar valores y actitudes a favor del conocimiento científico; segundo, si la alternativa real está en la Divulgación de la Ciencia y bajo que parámetros pedagógicos debe regirse.

---

<sup>12</sup> GUEVARA, Niebla, *La catástrofe Silenciosa*, Ed. Siglo XXI, México, 1995.

<sup>13</sup> Entendiendo por ciencias a las naturales. Por motivos del estudio nos enfocaremos principalmente a las ciencias físicas.

<sup>14</sup> Los orígenes de la divulgación se remontan a 1772, con la publicación del *MERCURIO VOLANTE*, con noticias importantes y curiosas sobre asuntos de Física y Medicina, dirigida por

J.I. Bartolache y mas tarde en 1788 con la publicación de la *GACETA DE LITERATURA DE MÉXICO* de José Antonio Alzate, quien constituyó la tarea de divulgación más sólida del S.XVIII. La labor de Alzate fue fundamental para el conocimiento científico en México antiguo y por lo tanto para la historia de la ciencia mexicana.

Las políticas educativas nacionales han implementado medidas para el fomento de la investigación en la enseñanza de las ciencias naturales en los niveles de secundaria, preparatoria y universidad, por ser considerados como los óptimos para que los sujetos tengan aproximaciones disciplinarias a las ciencias fácticas.; pero no así el caso de la educación básica, que a opinión personal es un campo fértil no sólo para generar interés sino también para brindar las aproximaciones que faciliten los procesos de construcción de conceptos científicos desde la educación formal a nivel básico.

El conocimiento científico se caracteriza por ser un conocimiento que llega a ser construido a partir de un método científico, son conocimientos comprobables que exigen del sujeto de acuerdo a Vygotski una habilidad reflexiva, habilidad lógico - matemática, atención deliberada, habilidad para comparar y diferenciar en lo abstracto. Habilidades que grupos homogéneos de niños de educación básica ya poseen. La S .E. P. indica que la enseñanza de las Ciencias Naturales en el nivel básico *"...no tiene la pretensión de educar al niño en el terreno científico de manera formal y disciplinaria, sino la de estimular su capacidad de observar y preguntar, así como de planear explicaciones sencillas de lo que ocurre en su entorno."*<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> Planes y Programas de Estudio S.E.P. Educación Básica. 1993.

### **1.3. Planes y programas de estudio de las ciencias naturales en la educación básica y sus lineamientos académicos.**

Los planes y programas que actualmente rigen a la educación básica es el elaborado en 1993. La intención de la elaboración de estos planes y programas consiste en difundir los lineamientos académicos de los seis grados de educación primaria que permitan brindar al docente una perspectiva de conjunto de los propósitos y contenidos de todo el periodo de educación básica y no sólo de los que corresponden al grado en el cual enseñan... "de esta manera, podrán establecer una mejor articulación de su trabajo docente con los conocimientos previos de los niños y con los que aprenderán en los grados más avanzados"<sup>16</sup>.

En 1992 el Ejecutivo Federal presenta una iniciativa de reforma del artículo tercero estableciendo la obligatoriedad de la educación secundaria. Al aprobarse la medida, el gobierno adquiere el compromiso de realizar los cambios necesarios para establecer congruencia y continuidad entre los estudios de preescolar, primaria y secundaria. Sin embargo esta congruencia y continuidad quedan en duda al presentarse altos índices de reprobación en secundaria materias como física y química, enfatizando que en primaria no se construyen los conocimientos necesarios ni significativos capaces de permitir construir estructuras de pensamiento más complejas al iniciar sus estudios en materias científicamente disciplinadas como son física, química o biología. Al terminar la primaria los alumnos egresan con un promedio global de 9 en materias como Ciencias Naturales y al terminar el primer grado de secundaria existe en promedio un 40 % - 45% de alumnos reprobados en química y física respectivamente.

Son muchos los sectores preocupados por mejorar la capacidad cuantitativa de las escuelas para poder cubrir una matrícula mayor, pero no así la de mejorar cualitativamente las instituciones, procurando satisfacer inquietudes tales como fomentar la formación de los niños y jóvenes en la comprensión lectora y lectura de comprensión, en generar en los alumnos la capacidad de buscar y analizar información, la capacidad de expresión oral y escrita, la adquisición del razonamiento matemático y de la destreza para aplicarlo, el conocimiento elemental de la historia y la geografía de México, entre otros. Estas preocupaciones son plenamente legítimas y deben ser atendidas. Por prioridad resaltaría la importancia que existe en el cumplimiento de tareas formativas en procesos de enseñanza-aprendizaje actuales.

---

<sup>16</sup>Educación básica Primaria. Planes y Programas de estudio SEP 1993.

Una de las acciones principales en la política del gobierno federal para mejorar la calidad de la educación primaria consiste en la elaboración de nuevos planes y programas de estudio. De acuerdo a la S.E.P. "... se ha considerado que es indispensable seleccionar y organizar los contenidos educativos que la escuela ofrece, obedeciendo a prioridades claras, eliminando la dispersión y estableciendo la flexibilidad suficiente para que los maestros utilicen su experiencia e iniciativa y para que la realidad local y regional sea aprovechada como un elemento educativo". Lo antes mencionado tiene sus reservas si consideramos que el conocimiento científico es universal, si bien es cierto que es un conocimiento no acabado, no podríamos hablar de una realidad local y regional sino únicamente como un referente en esquemas alternativos.

Los planes y programas de estudio cumplen una función insustituible como medio para organizar la enseñanza y para establecer un marco común del trabajo en las escuelas del país. Sin embargo, no se puede esperar que una acción aislada tenga resultados apreciables sin estar articulada con una política general que contengan los siguientes lineamientos fundamentales:

- La renovación de los libros de texto gratuitos y la producción de otros materiales educativos.
- Apoyo al docente y actualización.
- Ampliación del apoyo compensatorio a las regiones y alumnos con mayor rezagos.
- La federalización regida por la normatividad nacional.

A lo largo de los procesos de elaboración y discusión se fue creando un consenso en torno a la necesidad de fortalecer los conocimientos y habilidades realmente básicos, entre los que destacaban claramente las capacidades de lectura y escritura, el uso de las matemáticas en la solución de problemas y en la vida práctica, la vinculación de los conocimientos científicos con la preservación de la salud y la protección del ambiente y un conocimiento más amplio de la historia y la geografía de nuestro país.

### 1.3.1. Organización del Programa de Ciencias Naturales a Nivel Primaria.

A la escuela primaria se le encomiendan múltiples tareas. No sólo se espera que enseñe más conocimientos, sino también que realice otras complejas funciones sociales y culturales. Frente a esas demandas, es indispensable aplicar criterios selectivos y establecer prioridades, bajo el principio de que la escuela debe asegurar el dominio de la lecto - escritura, la formación matemática elemental y la destreza en la selección y uso de la información. Sólo en la medida en que cumpla estas tareas con eficacia, la educación primaria será capaz de atender otras funciones. Sin embargo, aún queda mucho que trabajar para mejorar la calidad de la información que se brinda principalmente en los libros de texto gratuito.

De acuerdo al nuevo plan y programa de estudio de asignatura tienen el propósito de organizar la enseñanza y el aprendizaje de contenidos básicos , para asegurar que los niños:

- Adquieran y desarrollen las habilidades intelectuales que les permitan aprender permanentemente y con independencia, así como actuar con eficacia e iniciativa en las cuestiones prácticas de la vida cotidiana.
- Adquieran los conocimientos fundamentales para comprender los fenómenos naturales, en particular los que se relacionan con la preservación de la salud, con la protección del ambiente y el uso racional de los recursos naturales, así como aquellos que proporcionan una visión organizada de la historia y geografía de México.
- Desarrollen actitudes propicias para el aprecio y disfrute de las artes y del ejercicio físico y deportivo.

De acuerdo con esta concepción, los contenidos básicos son medio fundamental para que los alumnos logren los objetivos de la formación integral. Como definen a ésta el artículo tercero de la Constitución y su ley reglamentaria. Sin embargo, dejan a un lado la zona de desarrollo próximo<sup>17</sup> del sujeto, pudiendo incrementar una serie de ejercicios acordes al perfil cognitivo de cada grado que faciliten la asimilación de conceptos no sólo de forma desarticulada sino buscando congruencia y seriación de un grado a otro. De forma tal que no se limite a una enseñanza por descubrimiento sino también con el objetivo de generar la construcción de conocimientos en el sujeto quizá no de una manera formal y disciplinaria pero si congruente y significativa .

---

<sup>17</sup> Vigotsky define a la Zona de Desarrollo Próximo como el nivel de desarrollo real del niño tal y como puede ser determinado a partir de la resolución independiente de problemas y el nivel más elevado de desarrollo potencial tal y como es determinado por la resolución de problemas bajo la guía del adulto o en colaboración con sus iguales más capacitados.

De acuerdo a lo anterior, el estudio de las Ciencias Naturales en este nivel no tiene la pretensión de educar al niño en el terreno científico de manera formal y disciplinaria, sino la de estimular su capacidad de observar y preguntar, así como de plantear explicaciones sencillas de lo que ocurre en su entorno.

"Los programas de Ciencias Naturales en la enseñanza primaria responden a un enfoque fundamentalmente formativo. Su propósito central es que los alumnos adquieran conocimientos, capacidades, actitudes y valores que manifiesten en una relación responsable con el medio natural, en la comprensión del funcionamiento y las transformaciones del organismo humano y en el desarrollo de hábitos adecuados para la preservación de la salud y el bienestar."

La enseñanza de los contenidos científicos será gradual, a través de nociones iniciales y aproximativas y no de los conceptos complejos, en un momento en que estos rebasan el nivel de comprensión de los niños. Pero en este punto se podría discutir cuáles serían esas nociones iniciales y aproximativas, cuál sería el objetivo de éstas, si no es la de apoyar a los esquemas mentales del niño de tal forma que los capacite a futuro para poder comprender primero conceptos sencillos y después complejos facilitando la asimilación de dichos conceptos y no sólo su memorización a corto plazo y no renunciar a la enseñanza de los conceptos.

La organización de los programas responde a los siguientes principios orientadores:

- 1) **Vincular la adquisición de conocimientos sobre el mundo natural con la formación y la práctica de actitudes y habilidades científicas.** Los programas parten de la idea de que el entorno de los niños ofrece las oportunidades y los retos para el desarrollo de las formas esenciales del pensamiento científico, no así, considera las concepciones que el niño ya trae a consecuencia de este mismo entorno. Es decir, lo toma como ejemplo, pero no lo retoma como contexto previamente formativo.
- 2) **Relacionar el conocimiento científico con sus aplicaciones técnicas.** En esta línea se pretende que los alumnos perciban que en su entorno se utilizan en todo momento artefactos, servicios y recursos que el hombre ha creado o adaptado mediante la aplicación de principios científicos. Pero no se le brindan los elementos necesarios inmediatos para que genere un instrumento partiendo de lo aprendido. Si bien, el objetivo consiste en crear sujetos capaces de idear y diseñar respuestas tecnológicas alternativas, no se están brindando los elementos necesarios para que pueda generar

dichas soluciones a problemas sencillos que pudieran plantearse en el texto, fomentando o generándole necesidades cognitivas de aplicación.

**3) Otorgar atención especial a los temas relacionados con la preservación del medio ambiente y de la salud.**

- 4) Propiciar la relación del aprendizaje de las ciencias naturales con los contenidos de otras asignaturas.** Esta orientación general del plan de estudios presenta en este caso algunas vinculaciones que son prioritarias por ejemplo con : Español (introduciendo la temática científica en las actividades de la lengua hablada); Matemáticas (para la recopilación y tratamiento de la información); Educación Cívica ( con los temas de derechos, responsabilidades y servicios relacionados con la salud, seguridad y cuidado del medio ambiente); Geografía (con la caracterización y localización de las grandes regiones naturales); Historia (en particular con la reflexión sobre el desarrollo de la ciencia y la técnica y su efecto sobre las sociedades).

Los contenidos en Ciencias naturales son organizados en cinco ejes temáticos, que se desarrollan simultáneamente a lo largo de los seis grados de la educación primaria. Estos ejes son:

1. Los seres vivos.
2. El cuerpo humano y la salud.
3. El ambiente y su protección.
4. Materia energía y cambio.
5. Ciencia, tecnología y sociedad.

El programa de cada grado está organizado en unidades en las cuales se incorporan contenidos de varios ejes de manera lógica. Cabe enfatizar que los ..."contenidos lógicos" no son sinónimo de congruente y serial al programa en conjunto en la curricula horizontal y vertical.

En el programa no aparecen enunciadas las destrezas científicas que los niños deben adquirir y practicar al trabajar con los temas de estudio, dado que éstas son un componente reiterado y sistemático del proceso de aprendizaje. Entienden como destrezas científicas como la forma ordenada para formular y contestar las preguntas que den origen a cualquier actividad científica ...¿Cómo es? ¿Por qué es así? ¿Qué sucedería si...? ¿Cómo comprobar que lo que se supone o espera es cierto?. En este punto no es claro bajo que parámetros definen que el cuestionarse constituye el desarrollo de destrezas científicas.

En los dos primeros grados, la curiosidad de los niños debe orientarse hacia la observación de fenómenos cotidianos, fomentando las actividades de comparación y establecimiento de diferencias y semejanzas entre objetos y eventos, así como la identificación de regularidades y variaciones entre fenómenos. En el registro y la medición de los fenómenos observados se utilizarán formas y unidades de medición sencillas, que pueden ser establecidas por los propios niños, como por ejemplo, cuántas gomas mide el cuaderno o cuántos pasos hay de pared a pared.

Gradualmente se incorporan a la observación unidades de medida convencionales (de tamaño, temperatura y peso) y se formalizarán los medios de registro y representación, apoyándose en el avance del aprendizaje de las matemáticas.

Los ejes temáticos están conformados de la siguiente manera:

- Los seres vivos.
- El cuerpo humano y la salud.
- El ambiente y su protección
- Materia, energía y cambio.

Para este trabajo se retomará únicamente el eje relacionado a Materia, Energía y Cambio. En este eje se organizan los conocimientos relativos a los fenómenos y las transformaciones de la materia y la energía.

La formación de nociones iniciales y no formalizadas, a partir de la observación, caracteriza el trabajo en los primeros grados. En la segunda parte de la primaria se proponen los primeros acercamientos a algunos conceptos básicos de la física y la química, sin intentar una aproximación disciplinaria y formal.

#### **I.4. El Colegio del Tepeyac.**

El Colegio del Tepeyac inicia su actividad académica en el año 1940 bajo el sistema mixto de educación, con las características del sistema educativo norteamericano y la preponderancia del idioma inglés. En el año de 1944 toma el nombre de Centro Cultural del Tepeyac y con la llegada de los Frailes Benedictinos de la abadía de San Benito en Atchison Kansas, la filosofía del centro adquiere profundo sentido cristiano. En 1946, el Colegio queda constituido como Institución educativa de varones.

En los años siguientes (1946-1957) el Colegio, bajo la dirección de los mismos Frailes Benedictinos, recibe un gran impulso ampliando sus actividades deportivas y culturales. De 1957 a 1962 se creó el llamado 1° de inglés que ponía de manifiesto la prioridad de la educación bilingüe; se abrieron, con una acentuación de asistencia social, las escuelas gratuitas vespertinas y nocturnas de alfabetización y enseñanza a niños de escasos recursos; se implementaron los intercambios internacionales de estudiantes y se integró la liga intercolegial deportiva "Aguiles Ratti".

En 1972 el Colegio pasa a manos de la iniciativa privada con el objetivo de continuar y consolidar el Sistema de Educación Integral que sintetiza la leyenda del Escudo del Colegio "Ad Maximum" o "Para el Desarrollo Total". Es en 1975 cuando se consolida con la apertura de la Universidad del Tepeyac. En 1986, el Colegio retoma nuevamente su sentido mixto de educación.

Es así como el Colegio ha llegado a nuestros días con las siguientes notas de identidad:

- Humanismo de inspiración cristiana.
- Excelencia personal.
- Excelencia académica.
- Compromiso histórico-social.
- Elevada formación físico-atlética.
- Cultura bilingüe.
- Formación artística y Cultural.

#### I.4.1. Ideario

Los miembros de la Comunidad del Colegio del Tepeyac, con una historia de 58 años en el campo de la educación en México y frente a los retos y desafíos del momento histórico actual. Dada la trayectoria del Colegio y los requerimientos actuales se delinear los siguientes puntos para orientar el desarrollo institucional:

- Misión Institucional
- Visión Institucional
- Propósito Institucional
- Cultura Organizacional de la Institución
- Objetivos Institucionales
- Áreas de Atención Prioritaria

##### **Misión Institucional.**

El Colegio del Tepeyac es una Institución educativa que propicia en sus estudiantes una formación integral humanística, de inspiración cristiana y de excelencia académica, que les posibilite ejercer un liderazgo y su interacción con los sectores más dinámicos de la actual civilización.

##### **Visión institucional.**

El Colegio tiene como ideal lograr, con sentido cristiano, la formación de jóvenes capaces de enfrentar retos y desafíos que imponga el entorno social, ***vinculando los conocimientos científicos, los avances tecnológicos y artísticos a partir de una perspectiva humanista***<sup>18</sup>.

##### **Propósito Institucional**

El Colegio tiene como propósito fundamental la formación de hombres y mujeres que sepan dar a toda su vida, sentido humano e inspiración cristiana ante los retos que presenta la sociedad actual:

1. Con una conciencia social-humanizadora que rechace la injusticia y la violencia; apoye y participe en la creación de alternativas para una sociedad justa.
2. *Responsables del mejoramiento del medio ambiente y del buen uso de los recursos naturales.*
3. Conscientes de que forman parte de la comunidad universal humana a construir en los valores de justicia, libertad, solidaridad, cooperación y respeto.

---

<sup>18</sup> La misión, la visión y el propósito del colegio fueron tomados del Ideario del mismo. Las cursivas son mías.

4. Conscientes de ser únicos, irrepetibles, valiosos; dignos de todo respeto y amor.
5. Líderes del buen uso de los servicios públicos y promotores creativos de su mejoramiento.
6. Defensores de la vida y, a su vez, promotores de una cultura de prevención de desastres y de ayuda para los afectados.
7. Identificados con sus valores, tradiciones, costumbres, historia; abiertos al conocimiento y transformación de otras culturas.
8. Con espíritu crítico ante los procesos de globalización total para sugerir respuestas humanizadoras.
9. Con una conciencia política libre, participativa y comprometida con el bien público.
10. Reflexivos, en permanente aprendizaje y desarrollo de sus capacidades para poder afrontar las nuevas situaciones de los actuales procesos de transformación.
11. En constante proceso de cambio y adecuada innovación dentro de los nuevos sistemas de los avances tecnológicos de la comunicación.
12. Conscientes de que su acceso a una formación cultural les permitirá contribuir al mejoramiento de su colectividad.
13. Responsables y maduros en el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación dirigida hacia el bien común.
14. Con sentido analítico-crítico frente al lenguaje simbólico empleado por la economía, la política y los medios masivos de comunicación.
15. Decididos a proponer su propio proyecto de vida al servicio de los demás.

#### **Cultura Organizacional de la Institución.**

El Colegio promueve en todos los miembros de la Comunidad Educativa todo el abanico de valores humanos y cristianos, pero considera los siguientes como valores prioritarios dado el momento histórico actual:

1. **Religiosos.** Fe, esperanza, caridad, verdad revelada, sacramentos, fidelidad a la iglesia católica, devoción a María de Guadalupe, amor.
2. **Morales.** Responsabilidad, paz, justicia, honestidad, libertad y fortaleza.
3. **Artístico-culturales.** Creatividad, iniciativa, apreciación y sensibilidad.
4. **Intelectuales.** Verdad, conocimiento, investigación y criticidad.
5. **Afectivos.** Corresponsabilidad, amistad, aceptación, lealtad y respeto.
6. **Sociales.** Diálogo, solidaridad, compromiso, tolerancia, participación, pertenencia, ecología y cooperación.
7. **Vitales.** Salud, vida, fortaleza física, recreación, descanso y sexualidad.

### **Objetivos Institucionales.**

1. Definir formas y canales de operatividad de la Filosofía Institucional.
2. **Reafirmar la excelencia académica del saber científico-técnico** y humanista.
3. Reforzar los programas extracurriculares de la institución.
4. Optimizar los apoyos didácticos y las tecnologías de Información y Comunicación.
5. Implementar la interrelación con los Padres de Familia.
6. Prestar atención integral a las publicaciones de todas las instancias.
7. Impulsar la cultura de calidad en los servicios administrativos.

### **Áreas de Atención Prioritaria.**

#### **1. Área de Contenidos Académicos y Métodos.**

- Dar seguimiento a los procesos de mejora de calidad académica.
- Fomentar la promoción de la cultura y de las actividades artísticas.
- Reforzar el material de apoyo para el aprendizaje.
- Innovar la metodología del aprendizaje con la autogestión, creatividad e investigación personal.
- Estimular el dominio de la tecnología computacional y lenguajes simbólicos.
- Implementar el dominio del idioma inglés en un ámbito científico.

#### **2. Área del Personal Docente.**

- Establecer programas de actualización permanente de los maestros.
- Promover en el Personal Docente un perfil acorde con la Misión-Ideario de la Institución y a los valores familiares.
- Fomentar la ética profesional del docente.

#### **3. Área del Personal No Docente.**

- Promover el conocimiento y la participación en los Objetivos y Misión del Colegio.

#### **4. Área de Alumnos.**

- Ejercer una nueva relación maestro, alumnos y materias de estudio.
- Excelencia en la atención de sus necesidades e intereses.
- Elaborar un programa de inducción para alumnos de nuevo ingreso.

**5. Área de Programas Institucionales.**

- Promover los programas institucionales en todos los sectores de la comunidad educativa.
- Generar un clima institucional congruente con su humanismo cristiano.

**6. Área de Padres de Familia.**

- Implementar la acción de los Padres de Familia dentro de la comunidad educativa.

**7. Área de Efectividad Institucional.**

- Generar cultura de eficiencia, competitividad y productividad.

**8. Área de Operatividad Institucional.**

- Generar una revisión continua del cumplimiento de la Misión, Propósitos y Objetivos Institucionales.

#### **I.4.2. Problemática Institucional**

Para poder alcanzar tanto la misión (en cuanto a la excelencia académica), la visión (en tanto enfrentar los retos y desafíos vinculando los conocimientos científicos y avances tecnológicos) y el propósito institucional (particularmente en los puntos 2 y 10 ya mencionados) y partiendo de la cultura organizacional en el valor prioritario intelectual, se requiere formar sujetos capaces de analizar, de crear su propio criterio y conocimiento, buscando la verdad desde la investigación; lo anterior exige de los alumnos la capacidad metacognitiva para manejar el medio que les rodea.

En el apartado específico de la visión institucional se cita la necesidad de que los estudiantes del Colegio del Tepeyac tengan la capacidad de "... vincular los conocimientos científicos y los avances tecnológicos". Dicha vinculación se podrá establecer en el entendido de que los sujetos son capaces de re-crear conocimientos y la funcionalidad que tienen éstos en la cotidianidad. Para esto, el alumno debe hacer conscientes una serie de conceptos, términos y afianzar sus nociones a partir de la experiencia o ya bien del discurso para poder establecer dicha vinculación.

Durante la enseñanza de las Ciencias Naturales la dinámica en grupo es la tradicional profesor-alumno; emisor-receptor, del que sabe al que aprende, el proceso de enseñanza se rige fundamentalmente por los parámetros y recomendación que da la S. E. P. .

Haciendo un seguimiento de generación se puede observar mas gráficamente el efecto que produce numéricamente el cambio de primaria a secundaria. El promedio académico de los alumnos de sexto grado de primaria en Ciencias Naturales durante el ciclo escolar 2000-2001 fue de 8.58 para el ciclo escolar 2002-2003 en segundo grado de secundaria en la materia de Física se obtuvo un promedio final de 6.38 en esta asignatura.

Esta problemática no es particular del Colegio, por el contrario y desafortunadamente estos resultados son comunes en instituciones diversas debido a que los alumnos no poseen un bagaje conceptual lo suficientemente organizado y estructurado para enfrentar satisfactoriamente los requerimientos cognitivos solicitados en secundaria.

## **2. SEGUNDA PARTE**

TRATAMIENTO Y EVOLUCIÓN DEL  
CONCEPTO DE ENERGÍA EN  
LOS LIBROS INTEGRADOS Y DE  
CIENCIAS NATURALES DE LA S.E.P.

## 2.1. Los libros de texto de la S.E.P.

Reconociendo que el Estado debe proporcionar una educación igualitaria, con las mismas oportunidades a toda la población en general, la Secretaría de Educación Pública se encarga de distribuir a todos los profesores y alumnos de educación básica primaria los libros de texto gratuito con el objetivo de homogenizar un *nivel básico* de conocimientos en los estudiantes de este nivel. Así como también de dar apoyo a la labor del docente en cuanto a los contenidos programáticos, en el nivel de tratamiento y la secuencia de los temas.

Los libros de texto gratuito han sido elaborados por la S.E.P. en el uso de sus facultades que le confiere la ley, con la colaboración de maestros, especialistas en educación y científicos entre otros ( así lo citan el plan y programas de estudio de la S.E.P.) refiriéndonos a los libros que de 1972 a 1998 se utilizaron en las primarias a nivel nacional. Sin embargo, a partir de 1993 y como parte del proyecto general de mejoramiento de la calidad de la enseñanza primaria desarrollado por el gobierno de la República, la Secretaría de Educación Pública inició un programa de renovación de los libros de texto gratuito. Se propone que la enseñanza de los contenidos de Ciencias Naturales sea gradual, que parta de las nociones que tienen los niños acerca de ciertos fenómenos a fin de avanzar en la elaboración o aproximación que les permita comprender los mismos. La enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela primaria responde a un enfoque principalmente formativo. Apunta a promover el desarrollo de actitudes que permitan al alumno, a partir de su experiencia, elaborar explicaciones cada vez más precisas acerca de los fenómenos naturales que ocurren en su entorno inmediato.

Durante la enseñanza de las ciencias naturales deben fomentarse actitudes de veracidad, tolerancia y respeto que permitan e impulsen la relación del niño con el medio natural de una manera armónica y responsable. Debe brindar el espacio para que los niños expongan y discutan sus explicaciones respecto a lo que ocurre en su entorno, favoreciendo el cuestionamiento y la duda. Debe invitar al alumno a reflexionar sobre el mundo y a concebir la ciencia como un cuerpo de conocimientos en constante transformación, producto de la actividad humana en diferentes contextos sociales, cuya práctica involucra valores y actitudes.

De acuerdo a la S.E.P. ..."El propósito fundamental de la enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela primaria es propiciar en el niño el **desarrollo de una actitud** que le facilite una aproximación clara y precisa a los fenómenos naturales y que le permita comprender las repercusiones de éstos en su vida personal y comunitaria".<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup>Libro de Ciencias Naturales, Sugerencias para su enseñanza. S.E.P.

## **2.1.1. EJES TEMÁTICOS DE LOS LIBROS INTEGRADOS (1° Y 2°) Y DE LOS LIBROS DE CIENCIAS NATURALES DE ( 3° A 6°) DE PRIMARIA.**

### **PRIMER GRADO (Libro Integrado)**

El libro de texto integrado de primer y segundo grado fueron elaborados en 1993 y distribuido en 1996 como parte del proyecto general de mejoramiento de la calidad de enseñanza aprendizaje a nivel primaria. Los contenidos de Ciencias Naturales, Historia, Geografía y Educación Cívica se estudian en conjunto a lo largo de ocho bloques a partir de varios temas centrales que permiten relacionarlos entre sí, de ahí que su nombre sea LIBRO INTEGRADO.

Para el análisis de este grado escolar se consideran los siguientes bloques:

- ✓ La familia y la casa
- ✓ La localidad
- ✓ Las plantas y los animales

### **SEGUNDO GRADO (Libro Integrado)**

Para el análisis de este grado escolar se consideran los siguientes bloques:

- ✓ La localidad
- ✓ Los cambios en el tiempo

### **TERCER GRADO (Ciencias Naturales)**

A partir del tercer año de primaria el libro de texto es ya titulado "Ciencias Naturales" debido a que a partir de este grado escolar se inicia el estudio sistemático de las Ciencias Naturales éste fue elaborado en 1993 y distribuido en 1996 como parte del proyecto general de mejoramiento de la calidad de la enseñanza en primaria. Los libros son divididos en bloques y éstos se constituyen de lecciones.

Para la Secretaría de Educación Pública los principios que orientan la enseñanza de las Ciencias Naturales de tercer a sexto grado son los siguientes:

- Vincular la adquisición de conocimientos sobre el mundo natural con la formación y la práctica de actitudes y habilidades que permitan al niño responder sus preguntas y ampliar sus marcos de explicación.
- Relacionar el conocimiento científico con sus aplicaciones técnicas.
- Otorgar atención especial a los temas relativos a la preservación del medio ambiente y de la salud.
- Propiciar la vinculación del aprendizaje de las Ciencias Naturales con los contenidos de otras asignaturas.

Para el análisis de este grado escolar se considera el siguiente bloque:

✓ **Bloque 4 “El Movimiento”**

Del bloque señalado se consideran las siguientes lecciones:

- Lección 25 Todo está en movimiento.
- Lección 26 ¿Por qué se mueven las cosas ?
- Lección 27 Caminos para moverse.
- Lección 28 ¿Cómo se mueven las cosas ?
- Lección 29 Dentro de nuestro cuerpo también hay movimiento .
- Lección 30 Riesgos del movimiento.
- Lección 31 Primeros auxilios
- Lección 32 El movimiento y el transporte.

**CUARTO GRADO (Ciencias Naturales)**

El libro de texto de Ciencias Naturales de cuarto grado fue elaborado en 1997. El libro de cuarto grado esta integrado en cinco bloques. Para efectos de este trabajo se analiza únicamente el bloque número 3 titulado “Las cosas cambian”.

✓ **Bloque 3 “Las cosas cambian”**

Del bloque señalado se consideran las siguientes lecciones:

- Lección 17 ¿Cómo cambian las cosas?
- Lección 18 ¿Qué produce los cambios?
- Lección 19 La energía hace que las cosas cambien.
- Lección 20 ¿Caliente o frío?
- Lección 21 Los alimentos son fuente de energía.
- Lección 22 El hambre y las ganas de comer.
- Lección 23 ¿Cómo eliminamos lo que no aprovechamos?
- Lección 24 Calor desde el sol.

**QUINTO GRADO (Ciencias Naturales)**

El libro de texto de Ciencias Naturales de quinto grado fue elaborado en 1998. Los contenidos de Ciencias Naturales se dividen en cinco bloques. Para el análisis de este grado escolar se considera el bloque cuatro titulado “Energía para transformar”.

✓ **Bloque 4 “Energía para transformar”**

- Lección 25 Las fuentes de energía.
- Lección 26 A trabajar con la energía
- Lección 27 Para transmitir energía
- Lección 28 La energía eléctrica
- Lección 29 El poder de los imanes
- Lección 30 Movimientos y deformaciones
- Lección 31 Energía para mezclar y separar
- Lección 32 Energía y sociedad.

## **SEXTO GRADO (Ciencias Naturales y Desarrollo Humano)**

El libro de sexto grado de Ciencias Naturales y Desarrollo Humano fue elaborado en 1999. Los contenidos se dividen en cinco bloques. Los cuatro primeros constan de ocho lecciones cada uno, mientras que el último tiene una estructura distinta, cuyo propósito es que los alumnos integren lo aprendido durante todo el año escolar y lo relacionen con otras asignaturas. Para el análisis de este grado escolar se considera el bloque cuatro y sus lecciones:

### ✓ **Bloque 4 ¿ A dónde vamos ?**

- Lección 25 Ciencia, Tecnología y calidad de vida.
- Lección 26 Las máquinas de todos los días.
- Lección 27 Máquinas con cuerdas.
- Lección 28 Cada vez mas rápidos.
- Lección 29 Descubrimientos e inventos que cambiaron al mundo.
- Lección 30 Algunos materiales y sustancias también son inventos.
- Lección 31 Las habilidades científicas.
- Lección 32 Los inventos a través de los siglos.

## 2.1.2. APROXIMACIÓN SEMÁNTICA E ICONOGRÁFICA A LOS LIBROS INTEGRADOS Y DE CIENCIAS NATURALES.

Aún cuando los textos no nos garantizan que se dé un aprendizaje o una formación de actitud en el niño, si se garantiza que las instituciones educativas reconozcan uniformidad en los conceptos que el niño debe manejar para ingresar al nivel inmediato. Es necesario reconocer las ideas que una persona posee respecto a un conocimiento. En este caso saber cuáles son los conocimientos e ideas que el niño posee respecto al concepto de "energía". Lo anterior permite fundamentar el esquema alternativo que los niños deben tener de acuerdo al concepto en cuestión y al grado escolar que cursa.

Es necesario reconocer las creencias que una persona posee respecto a un conocimiento. En este caso saber cuáles son las ideas preconcebidas que el niño posee respecto al concepto de "energía", lo anterior con el objetivo de identificar el punto de partida para poder apoyar la evolución intrapersonal del concepto de energía en el entendido que no se puede manejar un concepto único de energía.

### Análisis de Contenido Semántico

La semántica hace referencia al uso del contenido que tiene una palabra determinada. La semántica estudia el significado de las palabras, sus variaciones y las relaciones que existen entre el símbolo y lo que representa. Tiene por finalidad la sistematización del lenguaje científico y la unificación de los conocimientos. La semántica se puede analizar desde dos criterios: LA SEMÁNTICA DIACRÓNICA que estudia las variaciones temporales en el sentido de las palabras y la SEMÁNTICA SINCRÓNICA que estudia el funcionamiento de la lengua y las relaciones entre significante y significado.<sup>20</sup>

En el instrumento utilizado para el análisis del contenido semántico y de conceptos se pretende identificar cuál es la aproximación semántica sincrónica que se maneja en los contenidos del texto en cuanto al concepto de energía o conceptos que apoyan la explicación de éste (luz, calor, movimiento, etc...). Se analizan los parámetros que los textos emplean en el uso de los conceptos científicos que manejan y también de las aseveraciones que en el texto se hacen al explicar dichos conceptos.

---

<sup>20</sup>DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO DE EDUCACIÓN ESPECIAL, Editorial. Diagonal Santillana Tomo 4

### Análisis de Contenido Iconográfico

Para el análisis de contenido iconográfico se considera el sistema gráfico que emplean los libros para expresar o apoyar "ideas" o "conceptos" que se manejan en los textos. Se analiza la presentación oportuna y necesaria del apoyo visual al contenido semántico del texto.

Las imágenes presentadas en los textos deben tener una función específica, para entender su finalidad entendamos primero la función de la misma. El término imagen viene de YEM (raíz céltico-báltico-indica) que significa "hacer doble" o "fruto". Entendemos por consiguiente lo que reproduce en contornos los contornos de la cosa representada y llega a ser expresiva o comunicativa precisamente por virtud de tal reproducción.

Por "imagen como comunicación" entendemos aquel tipo de reproducción de los contornos en contornos visuales que ha servido al ser humano para dar a conocer a los demás los propios conocimientos o el pensamiento propio. De hecho este es el tipo de imagen que se busca en los textos, una imagen que permita complementar la información textual que el libro refiere, que permita visualizar al discente alguna idea compleja de forma tal que a pesar de que el concepto científico vaya de lo abstracto a lo concreto, sea la imagen la herramienta visual que facilite el propósito.

Toda imagen es representación y expresión. En su sentido global, la imagen es una herramienta mediante la cual se expresa un contenido mental. Entonces su finalidad en este caso debe ser de formación y no de deformación de ideas y representaciones mentales.

### 2.1.3. Resultado del análisis semántico e iconográfico de los libros integrados y de Ciencias Naturales.

Como parte del proyecto general de mejoramiento de la calidad de la enseñanza primaria surgen los libros integrados para primero y segundo grados y a partir de tercero hasta el sexto grado se emplea un texto exclusivo para "Ciencias Naturales". El resultado del análisis se expresa en términos del contenido de la semántica sincrónica del concepto de energía y de los conceptos que intervengan para explicar éste y desde la perspectiva de las imágenes

#### Primer Grado

Conceptos que el texto sugiere anexar al diccionario científico...	Conceptos que se desarrollan en el texto y el orden de la presentación de conceptos:
1	Calor
2	Luz
3	Trabajo

Los únicos enunciados textuales referentes al tema son:

- "El sol nos da calor"
- "El sol nos da luz"
- "En cada localidad el trabajo es diferente"
- "Con el trabajo obtenemos alimentos y otros productos"

En primer grado el contenido de los temas son expresados vía dibujos animados, con carácter de herramienta; las animaciones representan acciones en lo concreto y lo fenomenológico, es decir, a partir de lo que el niño ha experimentado. Ejemplo: el título del tema es "El sol nos da luz" el texto es apoyado por una animación que abarca la hoja completa y representa a un niño percibiendo la luz. El texto únicamente es empleado para señalar los títulos de las páginas. El concepto de trabajo hace referencia al trabajo laboral no al trabajo concebido como un concepto estrechamente vinculado con la fuerza y el desplazamiento.

## Segundo Grado

Conceptos que el texto sugiere anexar al diccionario científico...	Conceptos que se desarrollan en el texto y el orden de la presentación de conceptos:
1	Energía del Sol
2	Fuentes de Energía : fuentes naturales y fuentes artificiales
3	Calor
4	Luz
4	Electricidad

Los enunciados textuales referentes al tema son:

- "El sol es una estrella que irradia luz y calor. La vida de las plantas, los animales y las personas dependen del sol".
- "Cuando sale el sol el paisaje se ilumina y el ambiente se calienta".
- "La energía del sol llega a la Tierra convertida en luz y calor".
- "El Sol la Tierra y la Luna tienen tamaños diferentes. El Sol es mucho más grande que la Tierra y la Tierra es aún más pequeña".
- "Existen fuentes naturales de energía como el Sol, el viento o el agua de las presas, que al caer con fuerza hacen andar motores poderosos y mueven molinos. Las personas usamos energía para *producir* calor, para mover máquinas o para generar luz eléctrica".
- "A lo largo de los años, las personas han descubierto maneras de producir fuentes artificiales de energía, como los derivados del petróleo: gasolina o gas doméstico".
- "La electricidad es una fuente artificial de energía que nos permite iluminar las casas de noche, encender un radio o la T. V. o viajar en el metro".

En segundo grado el uso de texto se incrementa pero las imágenes continúan siendo básicas para expresar contenidos, se reduce su tamaño con relación a las imágenes del libro anterior (primer grado) denotando que el niño requiere de un menor impacto visual para obtener atención deliberada. Se inicia con la relación de escalas (relación de tamaños entre el Sol, la Tierra y la Luna) observando una aproximación a lo abstracto.

Se detectan algunas imprecisiones, que si bien es una forma de clasificar, en el niño genera un conflicto cognitivo en cuanto contenidos, por ejemplo: el uso del término **fuelle** de energía y sus clasificaciones: **fuelle** natural y **fuelle** artificial. Cuando se pregunta a un niño ¿que es una fuente de energía ? la respuesta generalizada es <sup>21</sup> "... una fuente es un lugar de donde brota o *inicia* la energía..." "...de ahí sale la energía..." . Ahora si retomamos el principio de la conservación de la energía "La energía no se crea ni se destruye sólo se transforma" la observación va en el tenor de puntualizar que el término fuente en su forma semántica no hace referencia al "... lugar de donde brota, inicia, genera o sale el agua o la energía" sino que en el texto se utiliza para clasificar, sin embargo, la energía se encuentra en constante transformación y la podemos identificar en sus diferentes manifestaciones. Aunque la clasificación de fuentes naturales y fuentes artificiales ha sido utilizada generación tras generación no implica que este término clarifique en el niño la idea principal de hecho el término correcto lo utilizan en una imagen del libro de cuarto grado de Ciencias Naturales página 84 al clasificar manifestaciones naturales y manifestaciones artificiales.

---

<sup>21</sup>Esta pregunta se realizaba en todas las visitas guiadas que impartí en la "Sala de Energía" en Universum, Museo de las Ciencias, UNAM. Atendía en promedio 2 grupos de 20 niños diarios de educación básica durante 4 años. El término **fuelle** es relacionado directamente con una fuente de agua, debido a que cotidianamente el término fuente es utilizado en relación directa con el agua, entonces el niño asocia agua y energía.

### Tercer grado

	Conceptos que el texto sugiere anexar al diccionario científico...	Conceptos que se desarrollan en el texto y el orden de la presentación de conceptos:
1	Movimiento	Movimiento
2	Fuerza	Convección (fenómeno, no concepto)
3	Trayectoria	Fuerza
4	Fricción	Trayectorias
5	Distancia	Erosión
6	Fuerza	Fricción
7	Energía	

Los enunciados textuales referentes al tema son:

- **MOVIMIENTO:**

- a. "Todo está en movimiento. El movimiento es una característica de los seres vivos y no vivos."
- b. "El viento es aire en movimiento, el agua también se mueve"

- **CONVECCIÓN**

Este concepto no se menciona pero si se define y se ejemplifica visualmente. Este es un ejemplo de que en ocasiones se explica un fenómeno pero no se señala su nombre.

- a. El aire caliente, es más liviano que el aire frío, se eleva y desplaza al aire frío hacia abajo.

- **FUERZA :**

- a. "Para que un objeto comience a moverse rápido, lento o se detenga hay que aplicar una fuerza"
- b. "Fuerza de fricción: es una fuerza que ayuda a frenar el movimiento. La fricción produce desgaste".

- **TRAYECTORIAS**

- a. "Para ir de un lugar a otro se toman distintos caminos, estos caminos reciben el nombre de trayectorias".
- b. "Las trayectorias pueden ser de tres tipos: rectas, curvas y circulares."

- **EROSIÓN**

- a. Cuando el viento o el agua modifica las superficies que se encuentra a su paso.

En el caso del tercer grado el bloque analizado es EL MOVIMIENTO. En este libro se ponen de manifiesto nuevamente las animaciones para apoyar los temas pero ahora el texto es un poco más abundante enfatizando que en todo existe movimiento aún cuando no se puede percibir. Al igual que en primer y segundo grado se retoma la explicación a partir de lo concreto, pero difiere debido a que en este grado escolar se explica el por qué y el cómo, sin formalizar conceptos. Por un lado se observa que los conceptos que el texto establece desarrollar y anexar al diccionario<sup>22</sup> no se definen ni explican como tales en el libro. Por otro lado se explican otros fenómenos pero no se menciona el concepto con el cual se identifica al fenómeno. En el Capítulo seis se desarrollan recomendaciones para trabajar con los libros partiendo y reconociendo las necesidades didácticas y de congruencia para abordar determinados conceptos.

#### Cuarto grado

	<b>Conceptos que el texto sugiere anexar al diccionario científico...</b>	<b>Conceptos que se desarrollan en el texto y el orden de la presentación de conceptos:</b>
1	Erosión	Erosión
2	Oxidación	Combustión
3	Combustión	Energía
4	Energía	Energía eléctrica
5	Energía Eléctrica	Calor
6	Calor	Fricción
7	Condensación	Dilatación
8	Evaporación	Temperatura
9	Fusión	
10	Dilatación	
11	Contracción	
12	Temperatura	

<sup>22</sup> En los libros de la S.E.P. se recomienda que los niños elaboren un "Diccionario Científico" con las palabras que el texto va indicando.

Los enunciados referentes al tema son:

- EROSIÓN - Los objetos y las sustancias pueden cambiar rápida o lentamente.
- COMBUSTIÓN - Cuando se quema madera o papel se obtienen cenizas, dióxido de carbono gaseoso y vapor de agua.
- ENERGÍA - Produce los cambios y movimientos.
- ENERGÍA ELÉCTRICA - El tipo de energía que requieren ciertos aparatos para funcionar como la licuadora, el foco, y la radio.
- CALOR - Es una de las formas en que se transfiere el calor.
- FRICCIÓN - En este caso se presenta una actividad que permite mostrar al niño la fricción, demostrando como se puede calentar un objeto sin tener una flama, sin embargo no se menciona el concepto.
- DILATACIÓN - Cuando algunos materiales al calentarse aumentan su tamaño, se da en sólidos, líquidos y gases.
- TEMPERATURA - La medida que nos indica que tan caliente o frio está un objeto.

Al igual que en tercer grado por un lado se observa que los conceptos que el texto establece desarrollar y anexar al diccionario<sup>23</sup> son mayores en cantidad en cuanto a los que realmente se desarrollan y definen como tales en los temas del texto.

---

<sup>23</sup> En los libros de la S.E.P. se recomienda que los niños elaboren un "Diccionario Científico" con las palabras que el texto va indicando.

## Quinto grado

	<b>Conceptos que el texto sugiere anexar al diccionario científico...</b>	<b>Conceptos que se desarrollan en el texto y el orden de la presentación de conceptos:</b>
1	Conductor eléctrico	Fuentes de energía
2	Electroimán	Energía Solar
3	Trabajo mecánico	Energía Mecánica
4		Energía Eléctrica
5		Energía Química
6		Energía Calorífica
7		Energía Sonora
8		Fuerza
9		Trabajo Mecánico
10		Ondas
11		Ondas sonoras
12		Ondas sísmicas
13		Conductores eléctricos
14		Aislantes eléctricos
15		Imán
16		Magnetismo
17		Polos magnéticos
18		Electroimán
19		Materiales plásticos
20		Materiales elásticos
21		Oscilación
22		Trayectoria
23		Fuerza de Fricción
24		Desperdicio de energía
25		Ahorro de energía

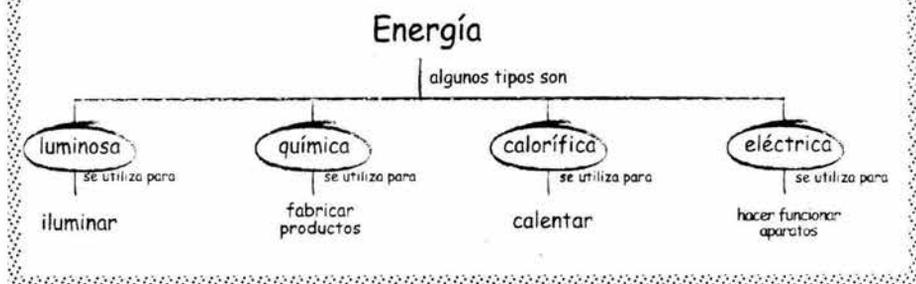
Los enunciados textuales referentes al tema son:

- FUENTES DE ENERGÍA –
  - a. El viento, las olas del mar, y los géiseres....el sol, ... el petróleo, el gas natural, y el carbón.
  - b. Son sistemas que actúan de diferentes maneras para **provocar cambios en las cosas**.
  - c. La energía que mueve aparatos y máquinas en el mundo proviene de distintas fuentes algunas se usan más que otras.
  - d. Para tomar mejores decisiones sobre el uso de las fuentes de energía en el futuro, es importante conocer como se transmite la energía de un sitio a otro y cómo se transforma.
- ENERGÍA SOLAR –El sol es la fuente de energía más valiosa con la que contamos, ya que permite el desarrollo de la vida en la Tierra.
- ENERGÍA SONORA – La energía que se transmite al soplar con un silbato se manifiesta como energía sonora.
- ENERGÍA MECÁNICA – Hay energía que se manifiesta en el movimiento de un pelota al rodar por el piso y recibe el nombre de energía mecánica.
- ENERGÍA ELÉCTRICA –
  - a. La que hace funcionar a una radio o un televisor.
  - b. Para generar la energía eléctrica se queman combustibles en muchas centrales eléctricas.
- ENERGÍA QUÍMICA – Al quemar un combustible como el petróleo o la madera se manifiesta su energía química.
- ENERGÍA CALORÍFICA – Es la energía como la que transmiten una estufa y un calentador.
- Se dice que todas ellas son formas de energía porque pueden utilizarse para producir cambios en la forma, el movimiento o la temperatura de los objetos.

En este punto resulta importante mencionar que a nivel iconográfico se elabora un resumen en cuanto a las manifestaciones de energía pero se excluyen algunos tipos previamente mencionados. Aquí se muestra el esquema<sup>24</sup> que se presenta en el libro, el formato es excelente sin embargo resulta imperante cuidar contenidos dado que se emplea el cuadro para que el niño visualice gráficamente la clasificación por lo que no debemos omitir información por lo menos, no la que antes se pretendió explicar.

<sup>24</sup> Esquema retomado del libro de texto de Ciencias Naturales de quinto grado de primaria.

Podemos resumir algunas ideas que hemos revisado, con el siguiente mapa de conceptos:



Continuemos con otros conceptos y la forma de ser abordados en los libros de quinto grado...

- **FUERZA** – Si empujas un carro del supermercado y logras moverlo en la dirección en la que aplicar la fuerza, estarás haciendo trabajo mecánico.
- **TRABAJO MECÁNICO** - Para hacer trabajo mecánico hay que aplicar una fuerza sobre un objeto y lograr que éste se desplace en la dirección de la fuerza.
- **ONDAS** – Cuando un objeto vibra hace que el aire, o lo que hay a su alrededor, se mueva y se generen ondas. La energía de una vibración siempre se transmite mediante ondas.
- **ONDAS SONORAS** – Las ondas sonoras transmiten energía que hace vibrar a los objetos que se encuentran en su camino.
- **ONDAS SÍSMICAS** – Las ondas sísmicas transmiten tanta energía que cuando llegan a una comunidad rural o urbana provocan el movimiento de todo lo que está sobre la tierra.
- **CONDUCTORES ELÉCTRICOS** - La energía que se genera en una central eléctrica se transmite a todas partes a través de cables fabricados con materiales que permiten el paso de la electricidad. A este tipo de materiales se les conoce como conductores eléctricos.
- **AISLANTES ELÉCTRICOS** – Los materiales que no dejan circular la electricidad reciben el nombre de aislantes eléctricos.
- **IMÁN** –En la naturaleza existen algunos minerales que tienen la capacidad de atraer pedazos de hierro, incluso sin tocarlos directamente. Estos materiales son los imanes naturales.
- **MAGNETISMO**- Los imanes atraen hacia sus polos trozos de metal como hierro. A esta propiedad se le conoce como magnetismo.

- **POLOS MAGNÉTICOS** - La Tierra también se comporta como si fuera un imán gigantesco. La Tierra tiene dos polos magnéticos que atraen a los polos de los pequeños imanes y los hacen orientarse.
- **ELECTROIMÁN** – Cuando se necesita un imán poderoso se usan los electroimanes. Un electroimán es un imán artificial, producido por los seres humanos, que utiliza energía eléctrica para funcionar.
- **MATERIALES ELÁSTICOS** – Hay algunos materiales que se deforman al aplicar una fuerza pero recuperan su forma original cuando la fuerza se elimina.
- **MATERIALES PLÁSTICOS** – Son los materiales que no recuperan su forma inicial al terminar de deformarlos.

Los dos últimos conceptos señalados en el cuadro al inicio de quinto grado no los coloque en viñeta al igual que los anteriores porque requieren de una observación particular, en términos generales no se puede hablar de un ahorro o desperdicio de recursos no propiamente de energía.

Lo anterior se menciona debido a que los niños al escuchar la palabra "ahorro" refieren al ahorro en cuestión de dinero y no se explican cómo pueden ahorrar energía, en dónde se ahorra la energía. Posiblemente una de las alternativas para formar la idea sería a partir del uso adecuado de los recursos.

En este quinto grado se presenta una cantidad de conceptos considerablemente mayor a los años anteriores y de hecho es el grado en el que se aborda con mayor amplitud el concepto de energía y conceptos afines pero sin definir el concepto en sí.

Existe un desfase de consideración en cuanto a los conceptos que el texto propone agregar al diccionario científico y los conceptos nuevos que se abordan. No se observa un desarrollo progresivo en estos cinco textos, de hecho se satura en este quinto grado y si bien la capacidad de abstracción del niño es mayor en este quinto nivel no se requiere llegar hasta este punto para bombardearlo con tantos conceptos nuevos.

## Sexto Grado

Conceptos que el texto sugiere anexar al diccionario científico...		Conceptos que se desarrollan en el texto y el orden de la presentación de conceptos:
1	No se sugieren	Trabajo mecánico
2		Fuerza
4		Máquina Simple
5		Palanca
6		Plano inclinado
7		Sistema de ruedas con eje y polea.
8		Polea
9		Esfuerzo
10		Fuerza de resistencia
10		Punto de apoyo
11		Punto de esfuerzo
12		Resistencia
13		Sistemas de transmisión
14		Rozamiento y lubricación
15		Tiempo
16		Distancia
17		Propulsión a chorro
18		Rapidez= distancia / tiempo

Los enunciados textuales referentes al tema son:

- TRABAJO MECÁNICO - ... se necesita hacer un trabajo mecánico para mover un objeto.
- FUERZA - ...para que un objeto comience a moverse, se mueva más despacio o más rápido o para hacer que gire o se detenga, necesitamos aplicar una fuerza. También hay que aplicar fuerzas para que algunos materiales cambien cambien su forma.
- MAQUINAS SIMPLES - ... las máquinas simples reducen la fuerza que hay que aplicar para hacer cierto trabajo mecánico.

- PALANCA – Las palancas son las máquinas simples más sencillas que existen ... generalmente se utilizan para levantar objetos y desplazarlos.
  - PLANO INCLINADO – Al utilizar un plano inclinado se requería hacer menos esfuerzo para mover y subir objetos que al arrastrarlos una distancia y luego levantarlos.
  - SISTEMA DE RUEDAS CON EJE Y LA POLEA – La máquina más sencilla que puede construirse con estos objetos es el sistema de eje con una rueda, como el que actúa, por ejemplo, en una carretilla. También existe el sistema de eje con dos ruedas que consta que consta de una barra en cuyos extremos se insertan dos ruedas como en los coches de juguete. Cuando las dos ruedas son iguales y el eje pasa exactamente por el centro de ellas, la dirección de la fuerza se conserva.
  - POLEA – La polea es otra máquina sencilla que funciona con ruedas. Se utiliza para cambiar la dirección de la fuerza o para disminuir el esfuerzo que hay que aplicar al levantar o mover cierta carga.
  - ESFUERZO – A la fuerza que se aplica en una máquina para que funcione se le llama esfuerzo
  - FUERZA DE RESISTENCIA – La fuerza que se opone al esfuerzo es la carga o fuerza de resistencia y hace que las cosas sean más o menos difíciles de mover o cambiar de dirección.
  - PUNTO DE APOYO - (no se define, se ilustra)
  - PUNTO DE ESFUERZO – (no se define, se ilustra)
  - RESISTENCIA – (no se define, se ilustra)
- 
- SISTEMAS DE TRANSMISIÓN – Existen otras variantes del uso de ruedas para construir componentes de máquinas; por ejemplo, los sistemas de transmisión por bandas o por engranes. Un sistema de transmisión consiste en una rueda con eje que se pone en contacto con otra rueda, ya sea directamente o por medio de una banda o cadena, para que el movimiento de una de ellas genere el movimiento de la otra.
  - ROZAMIENTO Y LUBRICACIÓN – La energía que emplea una máquina para funcionar puede transmitirse a otros objetos para hacer trabajo mecánico y ponerlos en movimiento. Pero no toda la energía se aprovecha porque una parte se transforma en calor. ¿te has fijado que las herramientas y las máquinas se calientan cuando se usan por mucho tiempo? El rozamiento entre las piezas, es decir la fricción, produce su calentamiento. Para reducir la energía que se convierte en calor, las partes de las máquinas pueden lubricarse. Los lubricantes suelen ser aceites que reducen el rozamiento entre las partes y permiten un mejor funcionamiento de las máquinas.
  - TIEMPO – También para la ciencia y la tecnología es muy importante medir el tiempo, pues así se conoce

- **DISTANCIA** – Es la longitud de la línea imaginaria que une dos puntos, objetos o lugares, por ejemplo, entre la ventana y tú o entre Tampico y Jalapa. Dependiendo de si es grande o pequeña, la distancia se mide en kilómetros (km), metros (m), centímetros (cm) o milímetros (mm). Cuando son relativamente cortas, se utiliza la regla o la cinta métrica. Cuando las distancias son grandes, por ejemplo entre dos localidades, se hacen cálculos y mediciones sobre fotografías aéreas o imágenes de satélite. Generalmente estas distancias se expresan en kilómetros.
- **PROPULSIÓN A CHORRO** – La propulsión a chorro es un sistema que utilizan algunos aviones sin hélice. En el caso de este concepto en particular se aborda a través de una actividad con la elaboración de un vehículo de propulsión a chorro, pero no se desarrolla la propulsión a chorro propiamente.
- **RAPIDEZ** – La rapidez de un objeto se expresa indicando la distancia que recorre en la unidad de tiempo que se emplea.

En sexto grado de primaria cuantitativamente los conceptos son menores, sin embargo, los conceptos abordados implican el manejo de otros que deben ser aparentemente dominados, sin embargo, al impartir las clases en el grupo, se detectan vacíos cognitivos, que impiden ya en este nivel un proceso de asimilación e integración de conocimientos por lo que los discentes se ven obligados a someterse a un proceso de memorización de determinados conceptos con el objetivo de acreditar la materia. En este libro al igual que en los cinco anteriores el diseño gráfico de las páginas que implican experimentos y actividades están muy bien diseñados y los esquemas ejemplifican claramente tanto el material como el procedimiento sin embargo durante el desarrollo del tema es de notar la saturación de imágenes en una sola página, así como también, las imágenes enfatizan puntos diversos, no enfocan la atención del niño a un punto principal, por el contrario dispersan la atención. A continuación se presentan dos ejemplos uno de una actividad, en el libro se identifica el apartado como "MANOS A LA OBRA" e inmediatamente después se muestra un ejemplo del desarrollo de un tema.



Las imágenes deben ser consideradas estímulos capaces de reforzar el texto de forma tal que podamos auxiliarnos de ellas de diferentes maneras de acuerdo al grado escolar, reconociendo el estadio por el que atraviesa el alumno. En particular para sexto grado de primaria considero que habría dos formas básicas en el uso de ellas:

1. **Introducción.-** a partir de imágenes podemos identificar las ideas generales de los niños dado que no se verbalizan incinuciones sobre conceptos o fenómenos, por el contrario permiten al niño remontarse a sus esquemas alternativos para explicar lo que ve.
2. **Desarrollo .-** En los libros de texto se pueden presentar imágenes que permitan elicitar o ejemplificar una situación que al niño aunque le resulte conocida, le permita concretizar el conocimiento en sí, por ejemplo el fenómeno de convección.
3. **Conclusión .-** Presentando esquemas que permitan guiar lo estudiado, una opción concreta son las redes conceptuales.

Una vez identificados los esquemas alternativos y diseñado el programa de intervención específico por grupo, se estructuran las redes conceptuales orientadas a los conocimientos preestablecidos y con la intención de identificar nuevamente los esquemas que ahora prevalecen.

Desde una perspectiva pedagógica no se deben saturar las páginas de los textos por requerimientos de diseño, por el contrario, cada imagen debe poseer una intención clara y congruente al texto. En el libro de sexto grado se emplea una cintilla en la parte inferior de cada página, ésta representa un problema de atención en el aula, al igual que la sección ... sabías qué? Porque durante la impartición de la sesión los niños se fijan en estas imágenes y comentarios y se pierden de los contenidos. En otras palabras, se fijan más en la forma que en el fondo.

En secundaria se estudia propiamente Física a partir del segundo grado. Dentro de los planes y programas de estudio de la S. E. P. se aborda el concepto de energía bajo los siguientes lineamientos académicos:

- Energía potencial y energía cinética.
  - Utilización de las unidades de energía.
  - Análisis de la transformación y la conservación de la energía.
- Concepto de trabajo en física.
  - Origen y uso de las unidades de trabajo.
  - Conocimiento de la potencia mediante ejemplos cotidianos.
  - Utilización de las unidades de potencia.

- Estudio de las máquinas simples en relación con el ahorro de energía al realizar alguna actividad y solución de problemas al respecto.
  - Sistema Solar
  - El cosmos
  - Las ideas de Copérnico, Galileo, Kepler, Newton y Einstein.

Los libros de texto de primaria carecen de una estructura lógica en cuanto a enseñanza de conocimientos en ciencias naturales, los textos carecen de la intención de asociar el nuevo conocimiento con la estructura de conceptos que posee el texto anterior. Se produce así en el alumno la necesidad de memorizar mecánicamente los datos, hechos o conceptos que brinda cada tema y texto por separado. Al ser memorizados y no integrados la permanencia de ellos en el sujeto es temporal esto porque el conocimiento no fue construido<sup>25</sup>. Ya en secundaria la cantidad de información se torna abundante y debido a que se limita a la memorización la capacidad de interrelacionar fenómenos se ve limitada.

El aprendizaje significativo por el contrario exigiría que los temas, conceptos y textos llevaran una secuencia y congruencia lógica para dar sentido o establecer relaciones entre los conceptos previos y los nuevos; ya bien con una relación teórica o retomando alguna experiencia anterior o simplemente considerando los esquemas alternativos del alumno. Habrá aprendizaje significativo cuando la nueva información pueda relacionarse de modo no arbitrario y sustancial con lo que el alumno ya sabe. De esta manera el alumno construirá su propio conocimiento y estará interesado y decidido a aprender porque hay congruencia en lo que aprende.

---

<sup>25</sup> Esta afirmación se explicará en la tercera parte del trabajo.

## 2.2. Premisas<sup>26</sup> orientadas con base a los textos referentes al concepto de Energía.

Se tomarán algunas afirmaciones categóricas que manejan los libros de texto como ejemplo, que enfatizan el concepto energía o conceptos vinculados, en educación básica y que a futuro se pueden incorporar al sujeto como premisas.

Los siguientes enunciados son el parámetro teórico sobre lo que el alumno **debe saber** al terminar la primaria en cuanto al concepto de energía:

- 1) *Los animales obtenemos de los alimentos la energía que necesitamos para jugar, pensar, crecer, empujar o jalar, correr y trabajar. Sin energía no podríamos vivir.*
- 2) El sol es una estrella, es la **fuerza** natural de energía. La energía del sol llega a la Tierra convertida en luz y calor.
- 3) Las personas usamos energía para **producir** calor, para mover máquinas o para generar luz eléctrica.
- 4) Los animales obtenemos de los alimentos la energía que necesitamos para jugar, pensar, crecer, empujar o jalar, correr y trabajar. Sin energía no podríamos vivir.
- 5) Así como los animales y las plantas también las máquinas las requieren para moverse y trabajar.
- 6) Para realizar un trabajo necesitamos aplicar una fuerza. Al hacerlo **gastamos** energía.
- 7) La energía que se **libera** al quemar combustible o al transformar alimentos es energía química.
- 8) Todo lo que se mueve tiene energía, a esta se le llama energía cinética o de movimiento.
- 9) El sonido es igual a energía y se debe a que las moléculas del aire están vibrando.

De acuerdo al criterio de Watts<sup>27</sup> podemos decir que dentro de las afirmaciones se abordan los 7 marcos referenciales a los que se puede hacer referencia ; sin embargo las premisas predominantes en los niños se analizarán en un próximo capítulo.

---

<sup>26</sup> Entendamos por **premisa** a todo pensamiento que sirve de base para obtener nuevos pensamientos y poder obtener una conclusión que debe ser correcta y verdadera en el mejor de los casos.

<sup>27</sup> Watts elaboró una clasificación sobre los esquemas referenciales (frameworks) en que los niños pueden aproximar sus premisas sobre la energía. Dichos esquemas referenciales son los siguientes:

1. Esquema referencial **antropomórfico**: La energía como algo centrado en el ser humano .
2. Esquema referencial como **depositario**: La energía como fuente o fuerza. Es cuando algunos objetos poseen energía y son recargables; cuando otros necesitan energía y son capaces de transformar la obtenida.
3. Esquema referencial como **ingrediente**: en donde la energía está como un ingrediente latente. Es la energía que poseen los objetos, que sirve como disparador para que funcione.
4. Esquema referencial como **actividad obvia**: Es cuando se considera a la energía como algo obvio en los objetos, se muestra no se demuestra.

### 3. TERCERA PARTE

MARCO TEÓRICO  
EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y LA  
CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO EN EL  
NIÑO DE SEXTO GRADO DE PRIMARIA.

- 
5. Esquema referencial como **producto**: Es cuando la energía como producto de una situación o fenómeno. Se manifiesta y desaparece.
  6. Esquema referencial **funcional**: Es cuando se concibe a la energía como un combustible asociado con los procesos que promueven una vida confortable.
  7. Esquema referencial como **fluido**: Cuando la energía es vista como un tipo de fluido o sustancia

### 3.1. La construcción del conocimiento.

El constructivismo parte de la premisa de que el conocimiento es posible, se construye y es diverso. El ser humano es capaz de desarrollar el conocimiento en lo social y en lo personal. Podemos explicar este desarrollo a partir de la Epistemología y explicar el cómo construimos el conocimiento abordando el problema de la enseñanza. Desde la perspectiva de la Psicología Educativa podemos encontrar algunas respuestas al ¿cómo aprendemos? y es aquí cuando hablamos de aprendizaje.

Los referentes teóricos que sintetizan aportaciones fundamentales a la educación constructivista están delimitados básicamente, por cuatro enfoques cognitivos, que si bien son distintos entre ellos, han intentado desentrañar un mismo espacio común; esto es, los mecanismos internos del aprendizaje humano:

1. La teoría genética de Piaget.
2. La teoría del aprendizaje social de Vigotsky.
3. La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel.
4. Las concepciones alternativas de Driver, Resnick, etc.

El como aprendemos depende del modo como percibimos los aspectos psicológicos del mundo personal, físico y social lo anterior nos permite construir una estructura cognitiva<sup>28</sup> la cual afecta incluso a las motivaciones<sup>29</sup> y de forma dialéctica las motivaciones generan a su vez un cambio en la estructura cognitiva del sujeto y es por medio del aprendizaje que se producen los cambios de "insights" o comprensión interna de la situación y su significado.

Resalta la importancia del aprendizaje que supone la génesis de nuevos conceptos interiorizados, nuevas estructuras mentales y nuevas actitudes con los que el alumno pueda analizar y solucionar problemas. Las nuevas estructuras y actitudes, desarrolladas por la asimilación, reflexión e interiorización, permiten valorar y profundizar las distintas situaciones vitales en las que tiene que tomar una opción personal. Existe un proceso reflexivo debido a que trata de una incorporación consciente y responsable de los hechos, conceptos, situaciones, experiencias, etc. que implica aceptar el aprendizaje desde la perspectiva del alumno

---

<sup>28</sup> La estructura cognitiva se define como "construcciones hipotéticas, es decir, unidades supuestamente hipotéticas que tanto deben explicar la unidad el cierre y homogeneidad individual, como las semejanzas y coincidencias de determinados modos de comportamiento. Las estructuras cognitivas son utilizadas por Ausubel para designar el conocimiento de un tema determinado y su organización clara y estable.

<sup>29</sup> Las motivaciones son estructuras normativas que el sujeto ha internalizado y que rigen tanto sus interacciones con los otros como sus elecciones valorativas. La adquisición de competencias y motivaciones es producto de aprendizajes, así como del proceso de construcción de esquemas y estructuras cognoscitivas denominado desarrollo cognoscitivo.

y relacionado con ámbitos específicos. Por tanto, se trata de un aprendizaje para desarrollar la actitud crítica y la capacidad de toma de decisiones.

El proceso de internalización de un concepto, debe considerar tanto el aspecto interno que sucede en el sujeto (proceso intrapsicológico) cuando se enfrenta a una "nueva" palabra como la generalización social del significado de esa misma palabra, por medio de la interacción social (proceso interpsicológico).

Las investigaciones del psicólogo y epistemólogo suizo Jean Piaget constituyen una importante aportación para explicar cómo se produce el conocimiento en general y el científico en particular. Marcan el inicio de una concepción constructivista del aprendizaje que se entiende como un proceso de construcción interno, activo e individual. El desarrollo cognitivo supone la adquisición sucesiva de estructuras que se van adquiriendo evolutivamente en sucesivas fases o estadios, caracterizados cada uno por un determinado nivel de su desarrollo.

De Vigotsky interesa conocer su propuesta de aprendizaje grupal. En efecto, de las fuentes fundamentales mediante las cuales aprendemos reside en nuestra relación o interacción con nuestros iguales o pares, luego entonces, el conocimiento también se construye en la interacción personal o subjetiva. Es así como nuestro nivel de desarrollo potencial puede incrementarse progresivamente gracias a estas relaciones que mantenemos con otros.

La teoría de Ausubel acuña el concepto de "aprendizaje significativo" para distinguirlo del repetitivo o memorístico, y señala el papel que juegan los conocimientos previos del alumno en la adquisición de nuevas informaciones. La significatividad sólo es posible si se relacionan los nuevos conocimientos con los que ya posee el sujeto.

### 3.1.1. El aprendizaje significativo. Ausubel.

Al analizar la realidad escolar, Ausubel se dio cuenta de que predominaba un aprendizaje memorístico, caracterizado por la adquisición de los conocimientos a través de unos procedimientos repetitivos. Ante esta situación se plantea la alternativa del aprendizaje por descubrimiento en la cual el alumno adquiere los conocimientos por sí mismo, es decir, los redescubre, sin darles una organización previa.

Ausubel cuestionó que el aprendizaje por descubrimiento fuese la alternativa adecuada al aprendizaje memorístico. Para él la distinción entre aprendizaje memorístico y aprendizaje significativo es más importante, pues se apoya en criterios de contraposición más coherentes. El aprendizaje memorístico o repetitivo se produce cuando "la tarea de aprendizaje consta de puras asociaciones arbitrarias". En la asociación de los conceptos no hay una relación sustancial y con significado lógico.

En el aprendizaje memorístico, la información nueva no se asocia con los conceptos existentes en la estructura cognitiva y, por lo tanto, se produce una interacción mínima o nula entre la información recientemente adquirida y la información ya almacenada.

El alumno no tiene intención de asociar el nuevo conocimiento con la estructura de conceptos que ya posee en su estructura cognitiva. Se produce, pues, una memorización mecánica o repetitiva de los datos, hechos o conceptos. El aprendizaje significativo, por el contrario, tiene lugar cuando se intenta dar sentido o establecer relaciones entre los nuevos conceptos o nueva información y los conceptos y conocimientos existentes ya en el alumno, o con alguna experiencia anterior. Hay aprendizaje significativo cuando la nueva información puede relacionarse de modo no arbitrario y sustancial con lo que el alumno ya sabe. De esta manera, el alumno construye su propio conocimiento y además está interesado y decidido a aprender. Ausubel no concibe al aprendizaje memorístico y al significativo como contrapuestos sino que enfatiza la importancia de que sean continuos en un sistema congruente.

Ausubel hace una fuerte crítica al aprendizaje por descubrimiento y a la enseñanza mecánica repetitiva tradicional, al indicar que resultan muy poco eficaces para el aprendizaje de las ciencias. Estima que aprender significa comprender y para ello es condición indispensable tener en cuenta lo que el alumno ya sabe sobre aquello que se le quiere enseñar. Propone la necesidad de diseñar para la acción de enseñanza - aprendizaje lo que llama "organizadores previos", una especie de puentes cognitivos o anclajes, a partir de los cuales los niños puedan establecer relaciones significativas con los nuevos contenidos. Defiende un modelo

didáctico de transmisión - recepción significativo, que supere las diferencias del modelo tradicional, al tener en cuenta el punto de partida de los sujetos de estudio y la estructura y jerarquía de los conceptos.

Coincide con Piaget en la necesidad de conocer los esquemas de los alumnos, pero no comparte con él la importancia de la actividad y la autonomía. Rechaza también las ideas sobre los estadios piagetianos ligados al desarrollo como limitantes del aprendizaje, y considera que lo que realmente lo condiciona es la cantidad y calidad de los conceptos relevantes y las estructuras proposicionales que posee el sujeto de estudio. Por medio de la enseñanza se van produciendo variaciones en las estructuras conceptuales a través de dos procesos que denominan "diferenciación progresiva" y "reconciliación integradora".

La diferenciación progresiva significa que a lo largo del tiempo los conceptos van ampliando su significado así como su ámbito de aplicación. Con la reconciliación integradora se establecen progresivamente nuevas relaciones entre conjuntos de conceptos. Las personas expertas parecen caracterizarse por tener más conceptos integrados en sus estructuras y poseer mayor número de vínculos y jerarquías entre ellos.

Ausubel definió tres condiciones básicas para que se produzca el aprendizaje significativo:

1. Que los materiales de enseñanza estén estructurados lógicamente con una jerarquía conceptual, situándose en la parte superior los más generales, inclusivos y poco diferenciados.
2. Que se organice la enseñanza respetando la estructura psicológica del alumno, es decir, sus conocimientos previos y sus estilos de aprendizaje.
3. Que los alumnos estén motivados para aprender.

La teoría ausubeliana aportó ideas muy importantes como la del aprendizaje significativo, el interés de las ideas previas y las críticas a los modelos inductivos. Se ha cuestionado, sin embargo, el reduccionismo conceptual y sobre todo se ha abierto la polémica sobre el modelo didáctico que defiende de transmisión-recepción. Muchos investigadores cuestionan su pertinencia sobre todo en edades tempranas. Driver y Gil critican el modelo por considerar que no es capaz de resolver los problemas asociados a la persistencia de los errores conceptuales o concepciones alternativas. Estas empezaron a investigarse con gran interés durante los años 80's.

El aprendizaje es un proceso de desarrollo de "insights" o estructuras significativas. Se identifica con "conocer" definido con "comprensión del significado". El hecho de recitar de memoria un concepto, un principio, una ley o teoría científica o de cualquier indole no garantiza de forma alguna que el sujeto haya

aprendido lo memorizado porque si al momento de explicar lo "aprendido" existe una vacilación o duda entonces no se ha comprendido plenamente lo estudiado.

Ausubel puntualiza al aprendizaje como el cambio y la evolución de los esquemas que se regulan por una relación constructiva entre el esquema preexistente y la nueva información. El esquema modifica dicha información para asimilarla y ésta, al establecer relaciones novedosas con ciertos elementos del esquema, provoca una reestructuración más o menos amplia del mismo:

- a) El alumno puede simplemente rechazar la información porque no reúna alguno de los requisitos hasta ahora descritos (no responda a sus demandas cognitivas)
- b) El alumno pueda incorporar la información a su estructura de significados preestableciendo leves modificaciones tanto en dicha información como en el esquema. Es en el caso de informaciones que confirman las estructuras preexistentes información que aporta datos complementarios sobre un fenómeno conocido. Es decir, en la formación modifica cuantitativamente, pero no cualitativamente. Este proceso se da de manera continua y provoca un efecto de ajuste fino mediante el cual los esquemas evolucionan lenta y continuamente para adaptarse a la experiencia.
- c) El alumno, en ciertos casos, puede incorporar la información produciendo modificaciones importantes en la información (asimilación) y en los esquemas (acomodación).
- d) Por último el alumno puede enfrentarse en determinadas ocasiones de su vida a experiencias problemáticas que afecten a zonas amplias y muy significativas de su estructura de significados. No sólo modifica esquemas sino una teoría personal.

Según lo dicho hasta ahora, la construcción de conocimientos en un contexto educativo se debe basar en la negociación de significados, lograr alcanzar la asimilación activa de conceptos, es decir, captar o adquirir lo que está impactando en el proceso de aprendizaje, que va desde las características sensoriales hasta las características más abstractas propias de la edad y conocimientos previamente adquiridos. La teoría de la asimilación es el punto central del planteamiento de Ausubel sobre el aprendizaje significativo, y la explica de la siguiente forma:

"La adquisición de información nueva depende en alto grado de las ideas pertinentes que ya existen en la estructura cognitiva y el aprendizaje significativo de los seres humanos ocurre a través de una interacción de la nueva información con las ideas pertinentes que existen en la estructura cognitiva. El resultado de la intención que tiene lugar entre el nuevo material que se va a aprender y la estructura cognitiva. El resultado de la intención que tiene lugar entre el nuevo material que se va a aprender y la estructura cognitiva existente constituye una asimilación de significados nuevos y antiguos para formar una estructura cognitiva altamente diferenciada... la nueva información es vinculada a los aspectos relevantes y preexistentes en la estructura cognitiva, y en el proceso se modifican la información recientemente adquirida y la estructura preexistente."<sup>30</sup>

En lo que a la construcción del conceptos científicos refiere podemos retomar de Ausubel su énfasis en la importancia del conocimiento preexistente, lo que Driver<sup>31</sup>, identifica como esquema alternativo o teoría personal, es decir, el aprendizaje significativo se dará únicamente en el caso de que el conocimiento que se le este presentando al niño tenga relación directa con los conocimientos o ideas que él tenga sobre el tema, el estadio cognitivo que atraviese y la congruencia de la información presentada.

---

<sup>30</sup> Ausubel, Mapas conceptuales, Narcea ediciones, 1ª ed. , México, pg. 71

<sup>31</sup> R. DRIVER. Y Erickson G, (1983) Theories in Action: Some theoretical and empirical issues in the study of students conceptual frameworks in Science. Studies in Science Education 10. pp. 37-60.

### 3.1.2. El aprendizaje a partir de la psicogénesis. Piaget.

Desde el planteamiento de la psicogénesis<sup>32</sup> la importancia del desarrollo de los conceptos científicos radica en el hecho de que es aquí donde se encuentra encerrada la clave de toda la historia del desarrollo intelectual del niño y además de la importancia de aproximar al niño hacia la ciencia trasciende tanto en los valores como las actitudes orientados y estimulados a partir de una perspectiva y fundamentación del quehacer pedagógico concibiendo a la enseñanza de las ciencias como un medio capaz de desarrollar capacidades reflexivas del pensamiento. La construcción del conocimiento científico en el individuo lo debemos plantear desde un conocimiento previo, es decir, del esquema alternativo<sup>33</sup> del sujeto para poder llegar a dicha construcción.

Durante la enseñanza de las ciencias naturales deben fomentarse actitudes de veracidad, tolerancia y respeto que permitan e impulsen la relación del niño con el medio natural de una manera armónica y responsable. Debe brindar el espacio para que los niños expongan y discutan sus explicaciones respecto a lo que ocurre en su entorno, favoreciendo el cuestionamiento y la duda. Debe invitar al alumno a reflexionar sobre el mundo y a concebir la ciencia como un cuerpo de conocimientos en constante transformación, producto de la actividad humana en diferentes contextos sociales, cuya práctica involucra valores y actitudes.

Resalta la importancia del aprendizaje que supone la génesis de nuevos conceptos interiorizados, nuevas estructuras mentales y nuevas actitudes... con los que el alumno pueda analizar y solucionar problemas. Las nuevas estructuras y actitudes, desarrolladas por la asimilación, reflexión e interiorización, permiten valorar y profundizar las distintas situaciones vitales en las que tiene que ebe asumir una postura personal. Existe pues, un proceso reflexivo, ya que trata de una incorporación consciente y responsable de los hechos, conceptos, situaciones, experiencias, etc, que implica aceptar el aprendizaje desde la perspectiva del sujeto y relacionado con ámbitos específicos. Por tanto, se trata de un aprendizaje para desarrollar la actitud crítica y la capacidad de toma de decisiones. Estas dos características definen el proceso de aprender

---

<sup>32</sup> La teoría Psicogenética supone que el desarrollo cognoscitivo se construye esencialmente por la interacción continua entre el sujeto y el mundo que le rodea. De ello, deriva que una situación de aprendizaje es tanto mas fructuosa cuanto más activo es el sujeto. La actividad estructurante del sujeto es una actividad que obedece a una especie de lógica de la acción, por medio de la cual las constataciones que se dan, tanto con una realidad física como con una social son asimiladas, interpretadas e incorporadas a los esquemas de razonamiento del sujeto\* (INHELER B, Sinclair H. ,et Bovet, M., 1974, p.25)

<sup>33</sup> Piaget explica al esquema como algo más que una simple respuesta a un estímulo, es una respuesta que busca un estímulo. Es un patrón de conducta por medio del cual el organismo hace contacto con su ambiente. Los esquemas son estructuras u organizaciones cognoscitivas, subyacentes o fundamentales y relativamente duraderas, a las que se asimilan nuevos actos. En el proceso de acomodación y asimilación, los esquemas se modifican o cambian.

a aprender. De acuerdo al constructivismo la construcción del conocimiento parte de la premisa de que el conocimiento es posible, se construye y es diverso. El ser humano es capaz de desarrollar el conocimiento.

A lo anterior Piaget y García<sup>34</sup> afirman que todo nuevo conocimiento atraviesa por dos procesos necesariamente conjugados: a) un reflejamiento y b) una reflexión. El reflejamiento consiste en una puesta en correspondencia y el mecanismo así puesto en marcha conduce, en el nivel superior a nuevas correspondencias. Estas últimas asocian los contenidos transferidos con nuevos contenidos que son integrables en la estructura inicial, pero que permiten generalizar. De acuerdo a Vigotsky<sup>35</sup> un concepto no es un conjunto de conexiones asociativas que se asimilan con la ayuda de la memoria sino un complejo acto de pensamiento. Como tal no puede dominarse con ayuda del simple aprendizaje sino que exige que el niño se eleve en su desarrollo interno a un grado más alto para que el concepto pueda surgir en la conciencia. Los conceptos representados psicológicamente como significados y emitidos en forma de palabras.

Ante la necesidad inaplazable de incrementar y fomentar el interés por el conocimiento científico, orientado positivamente las actitudes hacia la ciencia y principalmente recuperar la importancia pedagógica que revisten los valores educativos en la enseñanza de las ciencias, la Divulgación de la ciencia constituye el eje principal para vincular la ciencia con la población en general.

La psicología educativa nos brinda una respuesta ante la problemática del desarrollo de los conceptos científicos: <sup>36</sup> Para la mayoría de los docentes los conceptos científicos carecen de una historia interior propia, tal pareciera que estos conceptos no sufren un proceso de desarrollo en el sentido estricto de la palabra, simplemente son asimilados como algo acabado debido al proceso de comprensión, de asimilación y de atribución de sentido. Es entonces que el problema del desarrollo de los conceptos científicos no se agota en el problema de enseñar al niño conocimientos científicos, la problemática radica en la asimilación de dichos conceptos.

La divulgación de la ciencia constituye una alternativa en el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias a nivel primaria, sin embargo al no contar con un perfil consensado en lo que a divulgación de la ciencia se refiere por parte de los científicos, resulta oportuno aportar parámetros pedagógicos, aportar una propuesta pedagógica a fin de que la divulgación científica sea eficiente en los medios que se pretenda divulgar.

---

<sup>34</sup>Piaget y García, *Psicogénesis e Historia de la Ciencia*, Siglo XXI, 6a. ed. México, 1994

<sup>35</sup>Vigotsky, Lev Semionovich, *Obras escogidas II Conferencias sobre Psicología*, Editorial Visor, España, 1982.

<sup>36</sup>ibid

La aproximación del niño hacia la ciencia trasciende tanto en los valores como las actitudes orientados y estimulados a partir de una perspectiva y fundamentación del quehacer pedagógico concibiendo a la enseñanza de las ciencias como un medio capaz de desarrollar capacidades reflexivas del pensamiento.

Para lograr fomentar el interés de los niños por el quehacer científico es necesario reconocer las características psicológicas y cognoscitivas que presenta el niño durante la construcción de un conocimiento a fin de lograr que en lugar de que la ciencia le resulte aversiva, se fomente el interés por ella. Para analizar la problemática de la construcción del conocimiento científico en el sujeto se consideran dos posturas psicológicas que lejos de contraponerse se complementan. Para analizar la problemática que el proceso de enseñanza de la ciencia respecto a la formación de conceptos científicos a través del lenguaje oral y de sus medios que apoyen y refuercen el discurso. La presente investigación se fundamentará bajo la postura constructivista.

Para Piaget el mecanismo básico de adquisición de conocimientos consiste en un proceso en el que las nuevas informaciones se incorporan a los esquemas o estructuras preexistentes en la mente de las personas, que se modifican y reorganizan según un mecanismo de asimilación y acomodación facilitado por la actividad del sujeto. Aunque las implicaciones educativas del modelo constructivista no son muy claras y el autor nunca las pretendió, parece evidente que según su teoría, el desarrollo cognitivo del niño en un momento determinado o a lo largo de un estadio condiciona en gran medida el tipo de tareas que puede resolver y, en definitiva, lo que es capaz de aprender. Se deduce que hay que adaptar los conocimientos que se pretende que aprenda el niño en su estructura cognitiva.

Las ideas de Piaget tuvieron gran difusión y se concedió mucha importancia a los estadios, lo que llevó a pensar que el aprendizaje modificaba poco las estructuras cognitivas que lo caracterizaban. Por otra parte la figura del profesor aparecía desdibujada, al asumir un papel de espectador del desarrollo y facilitador de los procesos de descubrimiento del niño.

Las descripciones piagetianas de las competencias intelectuales según los estadios del desarrollo fueron revisadas sucesivamente. Se comprobó que dichas etapas eran muy amplias y se encontraban grandes diferencias entre los niños de las mismas edades, por lo que se concluyó que no eran tan universales como se había interpretado. Además se constató que las estructuras lógicas que los niños utilizan dependen de otras variables como el contexto de la tarea y los aprendizajes específicos que los sujetos han adquirido anteriormente. Se pone por tanto en cuestión la existencia de esas grandes etapas piagetianas de límites precisos, seriadas y coherentes.

"Cuando nosotros decimos que un organismo o sujeto es sensible a un estímulo y capaz de responder a éste nosotros implicamos que posee un esquema o estructura en el cual este estímulo puede ser asimilado..."<sup>37</sup> cuando una nueva información es incorporada o anclada a la estructura cognoscitiva, ésta misma se va desarrollando como ya se había señalado; sin embargo, dentro de este proceso de conformación de la estructura, se pueden dar situaciones donde hay elementos que se contraponen o desarticulan a los esquemas conceptuales; ante el rompimiento de la estructura se generan procesos de acomodación, nosotros llamaremos acomodación a cualquier modificación de la estructura o esquema asimilador dado por los elementos que asimila"<sup>38</sup>.

Las ideas piagetianas constituyen una teoría psicológica y epistemológica global que considera el aprendizaje como un proceso constructivo interno, personal y activo, que tiene en cuenta las estructuras mentales del que aprende. Aunque algunos aspectos han sido cuestionados, suponen un marco fundamental de referencia para las investigaciones posteriores; sobre todo, sus aportaciones pusieron en cuestión las ideas conductistas de que para aprender bastaba con presentar la información. Pusieron, además, el acento en la importancia para el aprendizaje científico de la utilización de los procedimientos del trabajo de este tipo, aspecto que actualmente se ha revitalizado, desde una nueva óptica<sup>39</sup>, a partir de las recientes investigaciones sobre la profundización de la concepción constructivista.

---

<sup>37</sup> Piaget (1970), Piaget's Theory, en Mussen, P.H. (editor) *Carmichael's Manual of Child Psychology*, pg. 707, Vol 1, New York: Wiley & Sons, 3a. Edición.

<sup>38</sup> IDEM pg 708

<sup>39</sup> Desde la consideración de los esquemas alternativos para la enseñanza de la ciencia.

### 3.1.3. El aprendizaje a partir de la conciencia. Vigotsky

"La concepción del significado de la palabra como unidad que comprende tanto el pensamiento generalizado como el intercambio social... permite el verdadero análisis causal – genético del estudio sistemático de las relaciones entre el crecimiento de la capacidad de pensamiento del niño y su interacción social<sup>40</sup>"

En el individuo existe la capacidad de comprender y conocer el significado de la palabra, así como también el ampliar la concepción del significado de la misma mediante la interacción social. Para Vigotsky la mejor manera de interpretar la noción o idea que se logra de una palabra es estudiando el lenguaje porque éste representa la externalización del pensamiento que se genera en la mente. Para que se internalice algún concepto por medio de la interacción social Vigotsky reconoce la intervención de ciertos factores denominados mediadores, de los cuales distingue:

- Las herramientas.... como los medios didácticos de hacer llegar al sujeto un conocimiento.
- Los signos... como medio lingüístico hacia y para el sujeto. Lo brinda el factor humano en el proceso de interacción social.

El concepto básico aportado por Vigotsky es el de "zona de desarrollo próximo". Según el autor, cada alumno es capaz de aprender una serie de aspectos que tienen que ver con su nivel de desarrollo, pero existen otros fuera de su alcance que pueden ser asimilados con ayuda de un adulto o de iguales más aventajados. Este tramo entre lo que el alumno puede aprender por sí mismo y lo que puede aprender con ayuda es lo que se denomina como "zona de desarrollo próximo". Este concepto es de gran interés, debido a que define una zona donde la acción del mediador<sup>41</sup> es de especial incidencia. En este sentido la teoría de Vigotsky concede al docente un papel esencial al considerarle facilitador del desarrollo de estructuras mentales en el alumno para que sea capaz de construir aprendizajes más complejos.

La idea sobre la construcción de conocimientos evoluciona desde la concepción piagetiana de un proceso fundamentalmente individual con un papel más bien secundario del docente, a una consideración de construcción social donde la interacción con los demás a través del lenguaje es muy importante. Por consiguiente, el docente adquiere especial protagonismo, al ser un agente que promueve el andamiaje de conocimientos en el niño en tanto analice y facilite los conocimientos necesarios bajo una estructura lógica

---

<sup>40</sup> VIGOTSKY, *El Desarrollo de los Procesos Psicológicos Superiores*, Barcelona, 1979, Editorial Morata.

<sup>41</sup> Se entiende como mediador al adulto o al igual aventajado capaz de motivar al niño.

para la superación del desarrollo cognitivo personal. Vigotsky propone la idea de la doble formación, al defender que toda función cognitiva aparece primero en el plano interpersonal posteriormente se reconstruye en el plano intrapersonal. En otras palabras, se aprende en interacción con los demás y se produce el desarrollo cuando internamente se controla el proceso, integrando las nuevas competencias a la estructura cognitiva.

De acuerdo a Yurén<sup>42</sup> las competencias son los conocimientos y habilidades adquiridos que el sujeto construye para satisfacer sus necesidades, de acuerdo a Driver el esquema alternativo es la tesis personal respecto a un fenómeno determinado, entonces podemos decir que no basta el esquema alternativo del sujeto sino también sus competencias, es decir, la actitud que el niño ha aprendido a tomar para enfrentar y satisfacer una necesidad, en este caso cognitiva.

Las motivaciones son estructuras normativas que el sujeto ha internalizado y que rigen tanto sus interacciones con los otros como sus elecciones valorativas. La adquisición de competencias y motivaciones son producto de aprendizajes, así como del proceso de construcción de esquemas y estructuras cognoscitivas denominado desarrollo cognoscitivo.

De acuerdo a Hermas, tanto la reproducción como la transformación del mundo de la vida cada persona requieren de la acción comunicativa, porque gracias a ella:

- a) Se reproduce o se transforma el saber cultural que se transmite a las nuevas generaciones.
- b) Se mantiene o se genera la solidaridad necesaria para integrar la sociedad y se promueven los aprendizajes que se requieren para la formación del sujeto.

La gran diferencia entre las aportaciones de Piaget y las de Vigotsky consiste en el mayor énfasis que pone el segundo en la influencia del aprendizaje en el desarrollo cognitivo, en tanto se trabaja con la Z.D.P. Para Vigotsky el aprendizaje contribuye al desarrollo cognitivo, es decir, es capaz de tirar de él; esta consideración asigna al profesor y a la escuela un papel relevante, al conceder a la acción didáctica<sup>43</sup> la posibilidad de influir en el mayor desarrollo cognitivo del alumno.

---

<sup>42</sup> YURÉN, Camarena María Teresa, Formación y puesta a distancia, Su dimensión ética, México 2000, Ed. Paidós pp 123.

<sup>43</sup> Identificado los tres niveles desde los cuales podemos comprender la problemática educativa de acuerdo a la didáctica, los cuales son: social, esolar y de aula. De acuerdo a Margarita Pansza debemos tener presente que estos niveles son un recurso metodológico para ayudarnos a situar los diversos problemas que se afrontan en el aula. Particularmente la acción didáctica no sólo desde el carácter instrumental sobre cómo llevar la enseñanza y cómo controlar la disciplina del grupo sino que se debe formar en el docente la habilidades para realizar programas, seleccionar

La interacción entre el alumno y los adultos se produce sobre todo a través del lenguaje. Verbalizar los pensamientos lleva a reorganizar las ideas y, por lo tanto, facilita el desarrollo. La importancia que Vigotsky concede a la interacción con adultos y entre iguales ha hecho que se desarrolle una interesante investigación sobre el aprendizaje cooperativo como estrategia de aprendizaje y sobre todo, ha promovido la reflexión sobre la necesidad de propiciar interacciones en las aulas, más ricas, estimulantes y saludables. En este sentido, el modelo de profesor-observador-interventor que crea situaciones de aprendizaje para facilitar la construcción de conocimientos, que propone actividades variadas y graduadas, que orienta y reconduce las tareas y que promueve una reflexión sobre lo aprendido y saca conclusiones para replantear el proceso, parece más eficaz que el mero transmisor de conocimientos o de simple observador del trabajo autónomo de los alumnos.

Este marco conceptual, habrá de probar en la práctica su potencial fecundidad para sugerir propuestas didácticas susceptibles de llevar a la práctica y generadoras de condiciones de enseñanza adecuadas y respetuosas con la formación como proceso dialéctico del sujeto epistémico. Para lograrlo resulta imprescindible conocer las características del niño para comprender cuáles son sus posibilidades ante el conocimiento. El niño debe poseer conciencia de sí, capacidad de objetivarse y capacidad de interactuar, debe tener capacidad de auto criticarse y de transformarse.

### 3.2. Caracterología del niño de sexto grado de primaria.

Resulta indispensable conocer el perfil del sujeto epistémico en cuestión, el niño que cursa el sexto grado de primaria. De acuerdo a las evaluaciones aplicadas para identificar los esquemas alternativos se pudo obtener la edad promedio del niño de que cursa este grado. La edad promedio de los 73 niños es de 11 años 7 meses. Por lo que se abordarán las características generales de esta edad de acuerdo a Arnold Gesell.

Los once años señalan indudablemente el comienzo de la adolescencia, se presentan nuevos patrones y nuevas formas de conducta. A los diez años el niño era complaciente ahora, a los once años un rasgo característico es la necesidad de reafirmar su personalidad, su curiosidad y la sociabilidad. Es muy inquieto y le gusta investigar, no le gusta estar solo y acude en todo momento con otras personas para explorar las relaciones interpersonales particularmente con amigos de su misma edad.

La vida emocional de un niño de once años presenta frecuentes picos de gran intensidad que reflejan concretamente la inmadurez de las nuevas evoluciones emocionales que actualmente pasan por las etapas iniciales. No se trata de un retroceso a un nivel cronológico anterior sino de nuevos patrones emocionales en vías de desarrollo.

Gesell<sup>44</sup> describiría al niño de once años como aquel que "... atraviesa múltiples impulsos dinámicos,... una nueva expansión en que se afirma la propia personalidad, un buscar incansable, un lanzarse a investigarlo todo, un orgullo y una susceptibilidad desconocidos en la defensa; un humor variable, desde las sombras hasta la alegría más luminosa; una continua alternativa de relámpagos de ira y de afecto; un agitarse activo y efervescente de la curiosidad; un anheloso identificarse con el hogar, la escuela y los amigos, un caer en profundas depresiones de desaliento, un elevarse a las cumbres de la ambición."

El niño permanece agitado e inquieto en su mundo externo haciendo manifiesta la inquietud y actividad que se encuentra en este agitado proceso de transformaciones internas. Tiende más a la proyección de sus emociones. A los once años los niños y niñas son mucho más susceptibles que a los diez, son mucho más vulnerables, incluso, de lo que ellos mismos desearían, y a menudo se extralimitan en su reacción, rompiendo a llorar.

---

<sup>44</sup> Gesell, Arnold, El Niño de 11 y 12 años, Ed. Paidós, México, 1985, 126p.

### 3.2.1. Perfil Cognitivo

Si consideramos las aportaciones de Piaget donde las estructuras construidas en una determinada edad se vuelven una parte integrante de las estructuras de a edad superior, es importante tomarse en cuenta que los alumnos de primaria se encuentran en el periodo de las operaciones concretas, este tipo de pensamiento se caracteriza porque los alumnos:

- Operan sobre la realidad concreta, es decir, ponen en juego objetos reales o inmediatamente representados.
- Se sitúan en el presente inmediato.
- Son capaces de clasificar y seriar operando sobre las propiedades observables.
- Reconocen algunas variables que inciden en un problema pero tienen dificultades para sistematizarlo.
- No operan sobre enunciados verbales que expresen hipótesis.

La posición constructivista asume que el conocimiento de un niño no empieza en la escuela ya que desde su nacimiento tienen relación con su entorno. La familia y el medio cultural en el que viven proporcionan a los niños ideas de lo que ocurre a su alrededor. En relación con el entorno se van formando sus propias representaciones del mundo físico y elaborando hipótesis y teorías sobre los fenómenos que observan. En estas representaciones o concepciones estructuran de manera especial lo que ellos pueden percibir con lo que se les dice. Estas ideas y explicaciones generalmente son distintas a las de los adultos y a las de la ciencia, pero tienen una lógica relacionada con la experiencia del sujeto. Las ideas de los niños se modifican al confrontarlas con las nuevas experiencias y al reforzar con las opiniones que les da otra persona. El niño aprende cuando modifica sus ideas y añade a ellas nuevos elementos para explicarse mejor lo que ocurre a su alrededor.

Para que las ideas de los niños se vayan acercando a las de la ciencia es necesario seguir un método en el que las concepciones científicas se confronten a los esquemas alternativos del niño, generalmente es a través de la interacción con sus compañeros y mediadores (materiales y personales), con el objetivo de identificar si el proceso de desarrollo ha sido completado o si podemos abordar los procesos que hasta ese momento se hallan en fase de aparición, que se encuentran madurando o en desarrollo, es decir, trabajar en la zona de desarrollo próximo. En este proceso es necesario que los niños se den cuenta de cuales son sus ideas y las comenten con otras personas por eso la enseñanza de las ciencias pretende que los alumnos piensen sobre lo que saben de su realidad, que lo sepan exponer y que confronten sus explicaciones con sus compañeros con la información que les da el docente u otros adultos y con lo que lean

en los libros o reciban en cualquier medio de comunicación. De esta manera los niños pueden modificar las ideas que ellos consideren mas adecuada.

En esta interacción con el medio social y natural se va desarrollando el hábito de reflexionar sobre la realidad y con ello los alumnos construyen poco a poco su conocimiento sobre ella. El mediador puede ayudar por medio de preguntas promoviendo la confrontación de puntos de vista diferentes entre los niños para que lleguen a sus propias conclusiones así como que analicen y expliquen aquellos sucesos y fenómenos que llaman su atención. El propósito es ayudar al sujeto de conocimiento a extender, conformar y a acomodar su estructura cognoscitiva de forma tal que aprenda una estrategia de conocimiento que le permita hacer una lectura y acomodo de la información fáctica con base al proceso gradual de complejización en que la materia ha venido transformándose desde su estructura más simple hasta su composición más compleja.

El niño de once los procesos intelectuales son fundamentalmente fácticos y no muy académicos. Su manera de pensar es relativamente concreta y específica. En la escuela la mayor información la aprende de historias en donde las acciones llevan inevitablemente a determinadas consecuencias que definitivamente se convierten en nuevas acciones, se preocupa por las causas y los efectos, porque se encuentra en la búsqueda de la verdad de fenómenos fácticos. El niño de once años da rienda suelta a su irrefrenable curiosidad, le encanta explorar el medio físico formular preguntas de todo género, particulares y generales, entre el uso o significado de esto o aquello.

Los cambios que tienen estas ideas siguen un proceso que no pueden dar brincos muy grandes. Para que un niño comprenda un nuevo concepto lo tiene que relacionar con algunas de sus experiencias o con las ideas que él ya ha construido. Los alumnos no pueden entender algunas de las explicaciones que da la ciencia, por mucho que se le presenten las actividades y de manera interesante porque son muy distintas de lo que ellos piensan, por la misma razón los niños se entienden mejor y aceptan más fácilmente las nuevas explicaciones que da otro niño o una persona que piensa parecido a ellos.

El niño de once años se encuentra, de acuerdo a Piaget, en el periodo de transición entre las operaciones concretas y las operaciones formales ambas en el periodo avanzado del pensamiento lógico. Es decir, el niño a esta edad posee un pensamiento lógico, abstracto e ilimitado. Para que las ideas de los niños se vayan acercando a la de la ciencia es necesario seguir un proceso en el que las concepciones de los niños pueden parecer errores pero en realidad son pasos indispensables en el camino que los acerca a las concepciones científicas, gracias en una primera instancia al proceso intersicológico y finalmente al proceso intrapsicológico; el primero estimulado por el método de la ZDP.

### 3.3. Enseñanza de las ciencias y la enseñabilidad del contenido científico.

La enseñanza de las ciencias del escolar a nivel primaria es ante todo una cuestión práctica de enorme importancia, que puede resultar primordial desde el punto de vista de las tareas que se plantean en la escuela al momento de enseñar al escolar conceptos científicos. Los conceptos científicos son los conceptos considerados ciertos pero no acabados debido a que la ciencia está en constante transformación, son aquellos que nos pueden permitir descubrir las regularidades más fundamentales y profundas de cualquier proceso de formación de los conceptos en general. La ciencia esta constituida por conocimientos ciertos pero no verdaderos, en términos de verdad absoluta. De acuerdo a Moreno<sup>45</sup> se considera que la verdad es el acuerdo entre la realidad y la idea que de ella tiene la mente humana. La verdad es entonces, la explicación personal "más congruente" de acuerdo a los conocimientos que se tengan sobre algo, de aquí que se diga que el conocimiento puede ser cierto, en tanto a congruencia pero no verdadero, debido a que es una explicación personal.

En este sentido Piaget demuestra que no son las percepciones sino la interpretación que de ellas hacemos lo que nos informa sobre la realidad exterior. Entre la realidad y el conocimiento se interpone un proceso de asimilación responsable de importantes deformaciones y que constituye una interpretación de la realidad. El ser humano responde a lo que interpreta y asimila de la realidad; independientemente de la realidad objetiva en el sujeto permanecerá y regirá la realidad subjetiva. Esta realidad subjetiva inherente al sujeto dependerá a su vez de un factor determinante: el factor cultural.

Los medios masivos de comunicación, la escuela, los profesores, las amistades, las experiencias personales, el medio social, entre otros, son factores que determinarán la percepción y fundamentalmente la interpretación y de ahí la asimilación de la realidad objetiva y actuará en consecuencia. Los sujetos crean explicaciones a todo fenómeno, explicaciones congruentes al marco personal de referencia; pero al presentarse un fenómeno que no puede ser explicado ni por el marco personal de referencia por resultar inconsistente se recurre a las explicaciones que brindan otras personas, tales como padres, maestros o científicos y pasan a formar parte del sistema epistémico del sujeto siempre y cuando no rompa los esquemas de referencia sino simplemente los complementa. Pero, ¿qué pasa cuando la explicación a determinado fenómeno va mas allá de nuestro esquema y resulta ser la correcta?

---

<sup>45</sup> Moreno Maimón, Ciencia, Aprendizaje y Comunicación, Editorial Laia, Barcelona, España, 1988.

Como se analizó en el capítulo uno en los antecedentes históricos no hay evidencia de que el desarrollo de conocimientos científicos sea idéntico a la lógica de la persona como a la lógica social sino que el factor cultural es determinante en ambos casos. La diferenciación y distancia entre ambos procesos es lo que abre la posibilidad del espacio para que una disciplina científica descubra las condiciones y regularidades que presiden el acercamiento e integración entre tales procesos en un mismo sujeto discente: la **enseñanza** entendida como una acción sistemática, como el método que se diseña para lograr el aprendizaje de determinado conocimiento. La Pedagogía brinda los elementos fundamentales para la explicar la enseñabilidad de las ciencias entendido como aquello que es posible de ser enseñado.

En el análisis de la ciencia podemos identificar tres contextos:

- a) Contexto de justificación.
- b) Contexto del descubrimiento.
- c) Contexto de enseñanza.

Para efecto de este trabajo se abordará el tercero de ellos. Distinto al contexto de la justificación y como complemento del contexto del descubrimiento, existe un tercer contexto originado por la necesidad de la ciencia de extenderse y de reproducirse a lo ancho del espacio y del tiempo. Este tercer contexto no se genera a partir de una derivación lógico deductiva intrínseca a la estructura de los conocimientos científicos, sino que se proyecta a su interior desde la necesidad de la comunidad científica de reproducirse, de ampliar, y prolongar su empresa social de búsqueda en las nuevas generaciones de investigadores y de difundir sus conocimientos a través de la comunicación y enseñanza de sus resultados logrados desde su paradigma.

Sólo que esta respuesta cultural denominada como "contexto de enseñanza" termina repercutiendo sobre la estructura misma de los nuevos conocimientos. El contexto de la enseñanza deja de ser un contexto externo y sobreañadido a la producción científica, tanto para la comunidad científica como para los educadores contemporáneos centrados únicamente en el cómo enseñar sino que se vuelve parte de su razón de ser, entendiendo entonces que este contexto de enseñanza se vuelve parte del proceso mismo como razón cultural. Resulta importante enfatizar que la enseñabilidad de la ciencia no es sobreañadida y complementaria, que el funcionamiento mismo del conocimiento en el contexto de la enseñanza no es exterior a la naturaleza misma del saber científico, y que los elementos del saber, como objetos culturales, están preñados, preadaptados desde la matriz que posibilita su enseñanza. De hecho, hay diferencia entre la explicación de un fenómeno para especialistas del área, y la misma explicación expuesta a personas que carecen del vocabulario especializado. Pero tal diferencia no es esencial ni definitiva, a medida que la ciencia se difunde aún más entre la gente con la ayuda de instituciones especializadas dedicadas a diluir tales

diferencias. Pero lo importante es que ninguna investigación científica está realizada y consumada hasta tanto no produzca un resultado objetivo, es decir, hasta que no se haya publicado.

La formulación de una explicación científica conforma la estructura del saber científico, su funcionamiento y los modos de organización del mismo saber, desde el momento mismo en que esté concebido por el investigador para ser compartido intersubjetivamente. La comunicabilidad del saber no es consecuencia sino condición de su producción y cada disciplina podría caracterizarse por las formas de comunicación al interior de cada comunidad científica. Pues bien, tal comunicación paradigmática se configura análogamente al contexto de la enseñanza propio de cada época y es fundamento de la enseñabilidad de cada ciencia.

Aunque la unidad básica de la producción científica no fueran las teorías sino los conceptos, éstos perdurarán más allá de la fragilidad de las teorías, sin embargo, cada conocimiento tiende a presentarse en las ciencias modernas como un nódulo más de un sistema teórico encadenado lógicamente, sustentado y argumentado en forma demostrativa, como si el científico estuviese suministrándonos la fundamentación de su saber y asegurando nuestra aceptación reflexiva y crítica. La enseñabilidad del saber no es una superestructura paralela y sobreañadida al proceso de producción científica es parte de la misma.

El científico desmenuza la explicación de determinado conocimiento, la desarticula lógicamente y la reorganiza de forma tal y conveniente, igual que lo haría un profesor en el proceso de enseñanza ante un grupo promedio de alumnos., para el cual planea analíticamente una cierta dosificación de conocimientos previendo a la vez la secuencia que hay en la enseñanza de determinado conocimiento de forma persuasiva y coherente. No se trata entonces de que el científico elabore una reseña escueta de su hallazgo sino de la dificultad que representa simplificar un sistema de datos y conceptos que sean factibles de entender para comprender lo complejo del hallazgo, es decir, se trata de la presentación obligada de cualquier avance conceptual bajo la forma de una teoría elaborada.

La inserción de cada concepto científico en una teoría es una necesidad cultural derivada del desarrollo histórico de la actividad cognoscitiva, emanada desde el contexto de la enseñanza y bajo la influencia de ciertos requisitos culturales. No hay que confundir la enseñabilidad de la ciencia con su enseñanza, ni mucho menos con la pedagogía, pues la hipótesis epistemológica sobre una pedagogización implícita del saber científico contemporáneo, desde la producción del mismo, se refiere a una pedagogización implícita del saber científico contemporáneo, desde la producción del mismo, se refiere a una pedagogización formal y abstracta., debido a que no se dirige a un grupo de alumnos específico y concreto.

Probablemente, la enseñabilidad de las ciencias, constituya el punto de partida imprescindible para la construcción de la didáctica especial para cada ciencia, ya no de manera formal y abstracta para cada ciencia, sino desde las necesidades y características culturales y de lenguaje de los alumnos como sujetos cognoscentes activos y concretos.

Cuando el científico realiza su publicación, no simplemente se atiene a las reglas lógico formales de su ciencia sino también a un principio de comunicación al menos con el de los colegas de su misma comunidad científica. La objetivación de su descubrimiento no es ajena al efecto de comunicación que se propone lograr; el propósito intersubjetivo está presente en el proceso de publicación, de tal forma que la posibilidad de explicar el nuevo hallazgo no es sobreañadido al conocimiento sino que es parte del mismo. Entonces tanto su efecto de demostración, como su efecto de comunicación, ambos inseparables del significado producido por la actividad creadora del científico y configurados por el contexto de enseñanza siempre implícito en la producción científica. Fundamento de la posibilidad de comunicación y de enseñabilidad de cualquier conocimiento. De acuerdo a Einstein ... "el objetivo de toda ciencia sea natural o social consiste en coordinar nuestras experiencias de forma tal que el todo forme un sistema lógico."

En el momento en que la investigación tiende a objetivarse, es decir cuando el investigador entiende el problema real a investigar, entonces y sólo entonces el contexto de enseñanza deja de ser un mero horizonte cultural para convertirse en forma constitutiva y marco de inteligibilidad implícito del resultado mismo de la investigación, concretándose así, objetivamente, la enseñabilidad de la misma.

El proceso de creación intelectual en la ciencia es también un proceso cognitivo estructural, más global, intuitivo y heurístico, pues el producto de la investigación para que sea aceptable, debe elaborarse de manera lógico-deductiva, paso por paso, estableciendo el puente entre el "marco conceptual que alienta la hipótesis y las conclusiones y generalizaciones encontradas. Precisamente el puente lo constituyen las definiciones operacionales y sobre todo, la verificación experimental. Es así como se presenta en las Ciencias Naturales un resultado válido, confiable, objetivo, coherente, sistematizado y sustentado persuasivamente desde el contexto de la enseñanza, sea cual fuere el proceso previo del hallazgo; sólo que en la medida que en la medida en que el aprendizaje "por descubrimiento" en la solución de problemas por parte de los estudiantes se asemeje como cree Kuhn, a la actividad de investigación normal de los científicos, se reforzaría con otro argumento más la hipótesis de que la enseñabilidad no es ajena sino constitutiva del proceso mismo de producción científica.

La parte más interesante de toda ciencia son sus interrogantes, sus problemas y sus hipótesis de solución. Sin el dominio de la ciencia no hay enseñanza, por más que se conozcan los métodos de enseñanza o la Psicología individual. El estudio de las leyes generales que presiden la naturaleza del desarrollo humano, como fin y objeto propio, es propósito de otras disciplinas diferentes a la pedagogía. El objetivo de la Pedagogía consiste en derivar las posibles consecuencias de tales leyes buscando la pertinencia para su propósito, a saber, identificar, describir y comprender los procesos de enseñanza que elevan la calidad de la formación de los individuos, siendo su proceso de intervención privilegiado el de la enseñanza de la cultura y de las ciencias. Un factor desencadenante, imprescindible para la pedagogía, es la reflexión sobre las condiciones de enseñabilidad de cada saber, y sobre los obstáculos epistemológicos que se oponen a su aprendizaje.

Para que un nuevo conocimiento científico se convierta en un aprendizaje significativo, el discente requiere compartir tanto el código de comunicación como de ciertas ideas previas más generales pero pertinentes al nuevo conocimiento. Estas ideas Ausubel las denomina como "organizadores previos". La disponibilidad de este recurso codificador facilita la adquisición significativa, no memorística de los aprendizajes, eleva su consolidación y retención y amplía las posibilidades de transferencia y de solución de problemas, en la medida en que tales organizadores previos sean claros, estables y permitan destacar las diferencias entre el nuevo aprendizaje y el conocimiento preexistente ante los ojos del discente.

Un primer punto consiste en establecer que es preferible iniciar con la presentación de las ideas más generales y abarcadoras y posteriormente ir diferenciando progresivamente, especificando y detallando, debido a que el conocimiento perceptivo humano primero globaliza y luego discrimina y sucede de igual forma en el proceso de conocimiento complejo, aunque a veces excepcionalmente sea necesario proceder a la inversa. Un segundo punto consiste en que la organización del programa debe prever la interrelación e integración de los diferentes temas y conceptos sin diluir los contrastes y las diferencias. En tercer lugar en la mayoría de las disciplinas científicas hay que aprovechar el encadenamiento y secuencia lógica de sus diferentes divisiones e interdependencias, pues estas han sido producidas por el científico también desde el contexto de la enseñabilidad, como una especie de organizador previo según la lógica de descubrimiento. Por último nunca deberían introducirse materiales nuevos en la enseñanza de una ciencia mientras no haya un claro y estable dominio de las lecciones anteriores, pues los aprendizajes previos no apoyarán ni serán ni serán transferibles a los nuevos mientras aquellos no se aprendan.

Si la estructura cognoscitiva refleja el resultado de todo el aprendizaje significativo anterior, es necesario lograr influir en los componentes más importantes de esta estructura para elevar la precisión, claridad y capacidad de transferencia de los nuevos conocimientos. Semejante influencia la podemos lograr, por ejemplo, proveyendo a los estudiantes de conceptos unificadores, como en este caso el concepto de energía, que va a permitir relacionar e incorporar otros nuevos conceptos, empleando principios de programación adecuados para ordenar la secuencia de la materia, construir su lógica y organización interna partiendo de un concepto global hacia otros conceptos particulares. El concepto de energía implica un concepto global que permitirá a futuro lograr que esa teoría, ley o principio que se le enseñe en secundaria sea asimilado y no solamente memorizado.

De acuerdo a Bruner<sup>46</sup> al niño se le puede explicar y enseñar cualquier tema ...

"En cada etapa de desarrollo el niño tiene un manera característica de ver el mundo y de explicárselo a si mismo. La tarea de enseñarle un tema a un niño de cualquier edad en particular, es la de representar la estructura de ese tema en función de su manera propia de contemplar las cosas. Puede pensarse que es una tarea de traducción.... Si se respeta la forma de pensar del niño en desarrollo, si el docente es lo suficientemente capaz de traducir el material a sus formas lógicas, y lo suficientemente exigente como para tentarlo a que adelante, entonces sería posible inducirlo, a una edad muy temprana, en las ideas y estilos que en años posteriores constituyen al hombre educado... Cualquier idea puede ser representada en las formas del pensamiento del niño en edad escolar... y estas primeras representaciones pueden hacerse después más poderosas y exactas con mayor facilidad en virtud de tal aprendizaje temprano... después de haber enseñando desde el preescolar hasta grados mayores escolares, es sorprendente la semejanza intelectual de los seres humanos de todas las edades, aunque los niños son los más espontáneos, creativos y enérgicos que los adultos... los niños pequeños pueden aprender con más rapidez cualquier cosa si se les imparte de una manera acorde a su edad."

La ventaja de los adolescentes y adultos es que éstos son capaces de extraer elementos de su estructura cognitiva para trabajar los nuevos materiales de conocimiento a un nivel abstracto y lógico-formal, no se puede dejar de señalar los vacíos y lagunas existentes en el proceso de enseñanza por la ausencia generalizada de elaboración pedagógica en todos los ciclos del sistema educativo, en relación con la enseñanza de las ciencias, articulada a la vida del niño y a la problemática comunitaria y sociocultural en la que se desarrolla la escuela.

---

<sup>46</sup> Bruner, J. *El proceso de la Educación* Cambridge, Universidad de Harvard, 1960.

### 3.3.1. La enseñabilidad de estrategias del pensamiento científico.

Desde la enseñabilidad del contenido científico es posible elaborar principios pedagógicos y criterios que permitan influir en la estructura cognoscitiva previa del discente en ciencias para ir afinando sus conocimientos, para ir facilitando el procesamiento de información que le permita incrementar su capacidad de interpretar y sintetizar activamente la información que requiere organizándola y transformándola en nuevo aprendizaje. Lo que se pretende es desarrollar estrategias de producción de conocimientos es decir enseñarle aprender a aprender, esto, bajo la postura constructivista. La enseñanza de las ciencias puede contribuir efectivamente a desarrollar las estructuras cognoscitivas en el discente.

Las estructuras cognoscitivas, como organizaciones mentales de la experiencia previa son relativamente estables<sup>47</sup> pero permanentemente se transforman, se acomodan de acuerdo a los nuevos aprendizajes, principalmente cuando se refieren, no tanto a la definición de un concepto, sino a cómo lo genera, cómo lo recrea, como lo aprende, no se reduce al contenido mismo del concepto sino a su proceso de producción interior. Sin embargo, tal parece que las estructuras cognoscitivas de los discentes permanecen intactas a lo largo de la escolaridad, y la enseñanza convencional de las ciencias en la secundaria y en los estudios superiores no logran afectar las ideas cotidianas de los estudiantes acerca de los fenómenos naturales., las ideas que se generan por su experiencia continúan arraigadas aún después de la instrucción científica que las contradice; recientes investigaciones afirman que lo que sucede es que los estudiantes ajustan la nueva información aprendida a sus esquemas alternativos, en vez de transformar sus esquemas alternativos de acuerdo a la nueva información.

La mayoría de los estudiantes aún en secundaria continúan con el modelo "egocéntrico" según el cual algo que cae al otro lado de la Tierra, caerá lejos de ella. Muchos profesores al intentar explicar por analogía caen en el frecuente error de tomar como ejemplo la analogía de la corriente del agua y la corriente eléctrica, tienden a confundir causa-efecto e incluso se llega a perder de vista el carácter de la retroalimentación presente en todo sistema eléctrico, o creen que al aventar una canica seguirá una trayectoria recta, o que existen las fuentes de energía como tales.

La verdad es que la persistencia de muchas de las concepciones intuitivas de los estudiantes a pesar de la instrucción científica Bachelard diría que el "sentido común" es un obstáculo epistemológico. Otra es el uso natural del lenguaje que origina confusiones (como en el caso de las fuentes de energía entendidas como el lugar de donde inicia la energía) y el uso incorrecto de analogías ( como en el caso de la corriente da

---

<sup>47</sup> Funcionan como esquemas activos de filtración, codificación, categorización, y evaluación de la nueva experiencia.

agua y la corriente eléctrica). Pero también, la causa de tales concepciones puede estar en la secuencia y presentación del tema en la enseñanza escolar, por el carácter aislado de la instrucción, al encontrar una currícula desarticulada, o que no confronta las concepciones del niño con el saber científico. De acuerdo a Greeno<sup>48</sup> los pasos esenciales para la instrucción del saber científico son los siguientes:

1. Identificación clara y representación detallada del problema a resolver.
2. Generación de alternativas de respuesta.
3. Selección lógica de las alternativas más promisorias.
4. Ensayo y confrontación de las alternativas escogidas.
5. Supervisión o monitoreo sobre el avance del proceso de solución y ajuste permanente de éste a la luz de la retroalimentación.
6. Evaluación de la confrontación o prueba de la alternativa escogida según criterios.

De estos pasos señalados por Greeno quedaría únicamente por puntualizar el segundo al mencionar la generación de respuesta, y que éstas sean generadas por los alumnos con una amplia explicación de cada alternativa con el objetivo de que el mismo discente confronte imprecisiones de su esquema alternativo a través del discurso oral.

En el punto de la evaluación cabría confrontar la alternativa de solución al problema escogido pero también encontrar problemas alternos que requieran de la misma solución, esto permitiría que el discente reafirmara la explicación o en un momento determinado se viera en la necesidad de reestructurar su explicación.

---

<sup>48</sup> Greeno, Estrategias para Solucionar el Problema del Concepto, A.E.R.A. 1982

### 3.3.2. La didactización de la ciencia.

En términos generales la didáctica brinda elementos para solucionar problemas comunes en la práctica docente cotidiana. Fundamentalmente problemas relacionados con el proceso de enseñanza y aprendizaje, sin embargo, es importante subrayar que cualquier problema en este proceso puede ser estudiado desde diversos niveles de análisis, que pueden ser: el social, el escolar y el de aula<sup>49</sup>. Por objetivo del seminario se abordará desde lo escolar y fundamentalmente desde el problema en el aula.

El objetivo de la didáctica es facilitar el proceso de construcción de conceptos, procedimientos y valores a través del tratamiento y la investigación de problemas relevantes. Es necesario activarse y explicitarse los esquemas de conocimientos que guardan relación con la situación problemática.

Cualquier conocimiento está guiado principalmente por el interés, sin embargo, en la escuela, los intereses como grupo humano que constituye un núcleo escolar van a diferir de manera significativa tanto en los intereses de lo académico como en los intereses de los alumnos, por mencionar un ejemplo.

Por consiguiente, es condición indispensable para poder compartir significados personales y para poder trabajar con ellos que la vida en el aula se base en los principios de libertad de expresión y respeto a las opiniones ajenas. La responsabilidad de hacer evolucionar las concepciones es del sujeto que aprende; la responsabilidad del profesor ha de ser la de dinamizar, apoyar y facilitar este proceso. El profesor debe investigar los procesos del aula para ajustar permanentemente su diseño didáctico a los acontecimientos que en ella se dan, de manera que funcione como una hipótesis curricular a experimentar.

El profesor debe aportar una hipótesis del conocimiento que sería deseable construir y un conjunto de problemáticas potentes y relevantes que interesa investigar. Los alumnos, por su parte, han de aportar su mundo de experiencias, concepciones personales, intereses, problemas y expectativas concretas.

El profesor tiene la responsabilidad de definir una hipótesis curricular fundamentada y ha de hacerlo desde su propio modelo didáctico, pero sin pretender sustituir con ello el proceso de aprendizaje de los alumnos y sin forzar los resultados finales esperados.

Desde finales de los años 70's se ha desarrollado una amplia investigación desde la didáctica de las ciencias y desde la psicología cognitiva sobre lo que se han llamado ideas previas, errores conceptuales o esquemas alternativos. Se pretende conocerlas en los diferentes campos científicos y sobre todo se buscan

---

<sup>49</sup> Pansza G. Margarita, Fundamentación de la Didáctica, Tomo 1, 5ª. Ed. Gernika, México 1993. 214 pp.

alternativas desde la didáctica de las ciencias, para su modificación o evolución hacia ideas acordes a las científicas.

Se entiende como **esquemas alternativos** aquellas ideas distintas de las científicas, que se han detectado en los sujetos (niños o adultos), con las cuales se interpretan los fenómenos en la realidad cotidiana y que buscan más solucionar los problemas a los que se enfrentan cotidianamente, que profundizar en su comprensión. Generalmente estas ideas se adquieren antes de la instrucción sin embargo pueden modificarse a través de la enseñanza escolarizada y pueden o no aproximarse a la explicación científica. Se han investigado en todos los campos científicos aunque prioritariamente en la física y sobre todo en la mecánica.

Los esquemas alternativos de los niños interaccionan de manera muy diversa con las que se les pretende enseñar, produciéndose readaptaciones de las existentes, asimilaciones diferentes e incluso coexistencia sin mezcla de ambas.

Las investigaciones sobre los esquemas alternativos han dado lugar a otra visión del aprendizaje que ha dominado la enseñanza de las ciencias en las dos últimas décadas y que está siguiendo un interesante proceso evolutivo. Resnick la ha denominado visión constructivista, porque de esta forma se hace hincapié en el papel en el rol del que aprende. Las características fundamentales de esta perspectiva las resume Driver en las siguientes:

- Lo que sabe la persona que aprende es importante.
- Encontrar sentido a lo que se aprende supone establecer relaciones. Se recuerdan mejor los conocimientos muy estructurados e interrelacionados.
- El razonamiento está asociado a cuerpos particulares de conocimientos en relación con contextos determinados. No se aplican habilidades de razonamiento general. Los afectos influyen en los avances cognitivos.
- Quienes aprenden construyen activamente significados. Se interpreta la realidad con las estructuras conceptuales que se tienen, sometiéndolas a hipótesis y comprobaciones sensoriales. Si no se aprende se intentan nuevas construcciones o se abandona la interpretación de la situación por carecer de sentido. A veces se producen reestructuraciones profundas de los conocimientos ara dar sentido a las situaciones, pero este proceso de cambio de estructuras conceptuales es muy complejo.
- Los sujetos de estudio son responsables de su propio aprendizaje.

Esta concepción del aprendizaje ha originado una amplia investigación didáctica que busca facilitar lo que se ha llamado el **campo conceptual**. Los diferentes modelos didácticos para provocar cambios conceptuales han supuesto un gran avance en el campo de la didáctica de las ciencias. Todos tienen en común que toman como punto de referencia las ideas de los alumnos e intentan ponerlas en cuestión creando conflictos cognitivos, a fin de que se produzca insatisfacción y se puedan asimilar las nuevas ideas científicas.

Los modelos de cambio conceptual han sido criticados por no tener en cuenta suficientemente la concepción social del aprendizaje, así como los aspectos afectivos que parecen tener gran incidencia en la construcción de conocimientos. Cada vez se constata más que el desarrollo cognitivo no se produce al margen de las variables afectiva, sociales y motivacionales. Es preciso, por lo tanto, tener en cuenta las investigaciones que se han realizado los últimos años sobre estas relaciones a fin de tenerlas presentes al diseñar cualquier tipo de estrategia alternativa.

La concepción constructivista asume que los alumnos aprenden y se desarrollan en la medida en que pueden construir significados en torno a los contenidos curriculares; esta construcción incluye la aportación activa y global del alumno su motivación y conocimientos previos en el marco de una situación interactiva en la que el profesor actúa como mediador y guía entre el niño y la cultura.

El objetivo de la didáctica consiste entonces, en facilitar el proceso de construcción de conceptos, procedimientos y valores a través del tratamiento y la investigación de problemas relevantes. Es necesario activarse y explicitarse los esquemas de conocimientos que guardan relación con la situación problemática reconociendo el contexto socioafectivo y motivacional del alumno.

Durante los años 80 comienzan a publicarse los resultados de investigaciones que resaltan los problemas de aprendizaje con los que se enfrentan los alumnos al estudiar ciencias. Estos estudios subrayan la importancia de las ideas previas de los estudiantes para el aprendizaje.

No se debe asumir, como punto de partida que los alumnos tienen algún tipo de teoría sobre la energía porque el sistema de pensamiento natural de una persona no es una teoría coherente sobre el mundo y si tratamos de interaccionar con él como si lo fuera, nos confundiremos a nosotros mismos. Las explicaciones de los alumnos parten del razonamiento del sentido común empleado en situaciones que implican ciertos aspectos científicos.

La investigación sobre las preconcepciones, errores conceptuales o esquemas alternativos, cuestiona rotundamente la enseñanza de las ciencias por transmisión de conocimientos elaborados, así como la idea arraigada de que enseñar ciencias supone sólo conocer bien la asignatura y tener experiencia, la nueva forma de enseñar debe perseguir, por lo tanto, que los alumnos modifiquen sus ideas, se trata de un proceso complicado en el que las intenciones entre lo existente y lo nuevo juegan un papel fundamental.

El nuevo enfoque metodológico insiste en la necesidad de que los profesores conozcan las ideas previas de los alumnos y empleen estrategias que favorezcan la creación de conflictos cognitivos entre las ideas espontáneas y las ideas científicas a fin de lograr el deseado cambio conceptual. Algunos elementos que facilitan el cambio conceptual son los siguientes:

- Debe producirse insatisfacción con las ideas existentes es decir, que ante determinadas situaciones concretas las ideas no resulten de utilidad para afrontarlas con éxito.
- Debe existir una concepción alternativa lista para ser usada que resulte mas adecuada y sobre todo más útil.

Pero dado que el aprendizaje científico es un acto consciente; las pretensiones antes mencionadas no se consideran exentas de dificultades: si el sujeto no es capaz de detectar la existencia del conflicto no parece posible que exista un aprendizaje.

La primer tarea del mediador es entonces ayudar al sujeto a ser consciente del conflicto, haciéndole descubrir sus ideas y teorías previas y a qué predicciones conducen y a establecer las diferencias que tiene el asumir las nuevas informaciones.

Para que se produzca una reestructuración es fundamental disponer de una teoría alternativa que pueda entrar en conflicto con la existente pero es difícil que los alumnos de preescolar y primaria accedan a ella por sí solos. El contexto educativo y el cuidado de la presentación de aprendizaje deben facilitar a los estudiantes la asimilación de nuevas teorías.

Para ello es preciso conocer la estructura lógica de la disciplina y la estructura psicológica que tiene que ver con la forma en que los estudiantes han establecido personalmente las relaciones entre los conceptos. Muchos investigadores en didáctica de las ciencias han logrado propuestas para lograr que se produzcan cambios conceptuales. Se trata de ofrecer un diseño de las situaciones del aprendizaje con una secuencia adecuada de actividades. Por ejemplo: Driver propone la siguiente secuencia:

1. La identificación y clarificación de las ideas que ya poseen los alumnos.
2. La puesta en cuestión de las ideas de los estudiantes a través del uso de contraejemplos.
3. La introducción de nuevos conceptos bien mediante torbellinos de ideas de los alumnos o por presentación explícita del profesor o a través de materiales de instrucción.
4. El suministro de oportunidades a los estudiantes para que usen las nuevas ideas y puedan adquirir confianza en las mismas.

La pregunta que podemos hacernos a continuación es si existe una estrategia definitiva con pasos precisos que se haya escogido como la más pertinente para lograr el aprendizaje deseado. Evidentemente no se cuenta con la alternativa única verdadera y cierta pero se puede presentar una propuesta didáctica para primaria, con una posible secuencia basada en las variadas sugerencias analizadas, que sin ningún ánimo concluyente contribuirá a concretar la ayuda pedagógica se basa en una síntesis sobre la investigación de situaciones problemáticas y sobre el cambio conceptual teniendo presentes las aportaciones sobre el pensamiento cotidiano los estudios sobre metacognición y la incidencia de aprendizaje en la existencia de un buen clima en el aula.

### 3.4. La Comunicación.

Podemos analizar a la comunicación desde sus factores extrínsecos y sus factores intrínsecos. Como valores extrínsecos podemos identificar la capacidad de los sujetos que se comunican, la intencionalidad comunicativa y las condiciones del canal de comunicación entre otros. Sin embargo, para efectos de este escrito se examinará a la comunicación como un fenómeno que va más allá de las palabras, es decir, intrínsecamente.

Podríamos decir que entre mayor información y medios para transmitir esa información posea el profesor, habrá mayor comunicación. Pero habría que considerar que el estar informado de algo no posibilita por sí mismo el diálogo real con alguien. Más bien sucede al contrario: el diálogo posibilita que alguien se entere realmente de algo, es decir, se informa comunicándose.

La noción clave en este punto es el concepto de participación. Participar es tener parte en algo que otro ya tiene. Es posesión compartida; y dicha posesión es fruto de una donación que constituye la acción propia de la comunicación. No obstante aclara Redondo, no puede afirmarse que toda donación sea comunicación, sino solamente aquella que no supone empobrecimiento por parte del donante. Lo específico de la comunicación es precisamente dar sin empobrecerse. En la comunicación no hay desprendimiento, sino un poner en común con el otro, un hacerle partícipe de algo de sí mismo.

La participación es el fondo metafísico y antropológico de la comunicación. La noción de participación expresa una síntesis de unidad y dualidad; dualidad de sujetos que participan y unidad en la participación, en otras palabras sólo hay comunicación cuando se comparte el código empleado para establecer el proceso comunicativo. Sólo se puede comunicar lo que se posee, la subjetividad también es algo que se puede comunicar y únicamente se puede comunicar **cuando se reconoce al interlocutor como igual**. Este aspecto ha sido ampliamente abordado por la filosofía contemporánea existencialista y especialmente por G. Marcel y K. Jaspers. Hay una comunicación objetiva y una comunicación subjetiva dependiendo de aquel que comunica considere al interlocutor como objeto o como sujeto. La comunicación objetiva abarca los aspectos del yo susceptible de ser conceptualizados en un saber objetivo. Esta comunicación es un hecho que se da en el seno de la sociedad, es estudiado por la psicología o la sociología.

Podemos identificar dos tipos de comunicación principalmente: la objetiva y la subjetiva. La primera considera al otro como objeto, sin embargo, de acuerdo a Jaspers el valor de este tipo de comunicación radica en el posibilitar situaciones comunicativas a partir de las cuales se trasciende a la comunicación

subjetiva. No se puede condenar a la comunicación objetiva por tomar al otro como objeto, la función principal de este tipo de comunicación es informar, lo que no sería apropiado es considerar a toda comunicación como objetiva. La comunicación subjetiva reconoce al otro como sustantivo de acción, su condición libre y de persona.

Para clarificar entre comunicación objetiva y subjetiva podemos dar el siguiente ejemplo : "...es la decisión que debe tomar el profesor sobre si enseñara a estos alumnos lo que sabe, o si educará a estas personas en lo que sabe." "En toda relación social hay un conocimiento objetivo del otro, pero para poder alcanzar una comunicación humana debe tenerse en presente que la pretendida objetividad de la percepción del otro no es estrictamente objetividad, porque al término de esa relación no es un objeto sino un sujeto."<sup>50</sup>

El elemento que resulta decisivo para distinguir la comunicación educativa de la comunicación informativa: la presencia de los que se comunican. En palabras de E. Redondo... además de este sustrato que hace posible la comunicación, y de la diversidad y alteridad inherente también a ella ( la síntesis de la unidad y dualidad antes comentada), hay otro elemento que la constituye, y que es como una especie de puesta en contacto de los términos que van a entrar en comunicación.<sup>51</sup>

La comunicación subjetiva no puede realizarse sólo con palabras, no se realiza sólo por la vía del conocimiento racional, Max Scheler habla de coejecución y comprensión las características propias de la comunicación intersubjetiva. La importancia de la afectividad en la comunicación, de cómo los sentimientos incluyendo el amor constituyen un clima propicio para el desenvolvimiento de la comunicación existencial<sup>52</sup>

G. Marcel conceptualiza esta comunicación en lo afectivo como **disponibilidad** que consiste en dar sin empobrecerse . Para Marcel existe un lazo inherente entre presencia y disponibilidad. Esta disponibilidad de la que habla Marcel y que puede considerarse como la manifestación de la presencia intencional subjetiva, se percibe obviamente por los afectos y no por la vía racional.

La forma de trascender en el otro es a través de la conversación. En la conversación auténtica se da esa integración de palabra y silencio por la cual nos damos cuenta de que no es el acto negativo de callar, sino un acto positivo; el acto en que a través y en el interior de la palabra constituye la sustancia real del comercio entre conciencias .

<sup>50</sup> YARCE, Jaspers La Comunicación Personal, p.203, Pamplona, EUNSA.

<sup>51</sup> REDONDO, E., Educación y comunicación, Madrid, C. S. I. C. 1956

<sup>52</sup> Ibidem

De acuerdo a Bollow la conversación no puede realizarse en la enseñanza porque éste es un ámbito de trabajo y con objetivos concretos y no un ámbito de ocio. Entonces podemos afirmar que la conversación y la enseñanza no se avienen, la educación no se resuelve en enseñanza, aunque provenga y se origine en ella. Una cosa es la enseñanza y otra el aprender. La educación participa en ambas pero no se resuelve en ninguna.

La enseñanza no debe centrarse únicamente al alumno sino a la persona y trascender a una comunicación subjetiva. Como docente o tutor debemos entender a la enseñanza como un medio capaz de ayudar a que la vida personal se vea afectada positivamente por ella, que tenga un sentido real el **aprender**.

### 3.4.1. La Comunicación Educativa.

Hasta este punto se ha hecho referencia a la comunicación en términos generales sin embargo la comunicación educativa tiene elementos que le caracterizan. Los factores relevantes hasta aquí son los siguientes:

- La comunicación subjetiva reconociendo al interlocutor como igual y con la intencionalidad de establecer un proceso de enseñanza y aprendizaje en la unidad de participación.
- El conocimiento científico como aquel conocimiento verdadero y cierto pero no acabado.

El elemento que resulta decisivo para distinguir la comunicación educativa de la comunicación informativa consiste en: **la presencia de los que se comunican y la intencionalidad misma**. En palabras de E. Redondo... además de este sustrato que hace posible la comunicación, y de la diversidad y alteridad inherente también a ella ( la síntesis de la unidad y dualidad antes comentada ) hay otro elemento que la constituye, y que es como una especie de puesta en contacto de los términos que van a entrar en comunicación.<sup>53</sup>

De acuerdo a Daniel Prieto<sup>54</sup> para que se pueda hablar de un proceso de comunicación educativa en el aula debe poseer el docente por lo menos dos características: práctica discursiva y riqueza expresiva del discurso. Las dos anteriores exigirán que se omita la clase expositiva.

En el modelo tradicional la clase expositiva no promueve la comunicación en el aula, lejos de esto, humilla al discente al negarle la capacidad de opinar y construir su propio conocimiento condenándolo a repetir los conocimientos lo más textualmente posible. Sin dejar de ser un modelo de enseñanza, no brinda los elementos para justificar un modelo de aprendizaje y muchas veces fomenta la situación entrópica<sup>55</sup> escolar tradicional.

El problema aquí radica en el hecho de que si el docente acierta a renunciar a la clase expositiva todo se complica porque dejara de exhibir su textual sabiduría exponiéndose posiblemente a decir un "no sé". Exige del docente una mayor preparación tanto en su discurso como en el material a presentar pero

<sup>53</sup> REDONDO, E., *Educación y comunicación*, Madrid, C. S. I. C. 1956

<sup>54</sup> PRIETO Castillo, Daniel, *La Pasión por el Discurso*, Ediciones Coyoacán, México, 1998, 142 p.

<sup>55</sup> Entropía: Concepto utilizado por Norber Wiener en el sentido de pérdida de comunicación o incluso muerte de la misma. La entropía es enemiga del aprendizaje porque evita la reflexión en el alumno.

posiblemente lo más rico de esta experiencia es que permite a los alumnos comprender que el conocimiento fluctúa, cambia y uno fomenta esa transformación.

Al hacer referencia a la comunicación y a la educación el punto de convergencia es necesariamente la cultura. La educación como fenómeno social de producción y reproducción de conocimientos y saberes inmersos en una cultura y la comunicación es una forma de construcción de la comunidad en el sentido de que la información brindada a través de este proceso comunicativo ordena la realidad. La educación forma y la comunicación in-forma. Sin embargo, la comunicación también puede formar y la educación, a su vez, puede transformar. Esto es, la comunicación y la educación participan en una lógica cultural. Enseñar implica comunicar pero comunicar no implica enseñar. Las ideas del profesor no se reproducen en el discípulo como una especie de transmisión conceptual. El que aprende debe ir reconstruyendo lo que le va diciendo el que enseña, y este reconstruir genera un verdadero producir o construir lo que se le enseña.

### 3.4.2. La Comunicación y La Divulgación de la Ciencia.

A pesar de la buena voluntad de los científicos por comunicarse, la larga tradición de emplear un lenguaje muy particular y una manera de ver el mundo, a veces hace que para el lego, todo lo que dice el maestro suene, en el sentido estricto de la palabra, esotérico. Afortunadamente, cada vez son los menos los que se sienten seres elegidos, habitantes exclusivos de un coto del saber; cada vez menos científicos hacen innecesarios alardes de superioridad basados en la utilización de términos ininteligibles de fórmulas y conceptos. Sin embargo, a pesar de esa voluntad de comunicarse con el grueso de la gente siguen existiendo ciertos problemas. La ciencia sigue siendo un universo delimitado, es como si existiera un abismo infranqueable entre las ciencias en general y sus potenciales conocedores no eruditos del tema.

Para la comunidad científica sólo se puede establecer el proceso de comunicación entre eruditos del mismo tema, el término que utilizan para identificar la transmisión de conocimiento del que sabe al que no sabe, es divulgación.

En toda ciencias ya bien humana o fácticas, como en toda actividad humana que involucre la comunicación, las diversas disciplinas se distinguen entre sí por el vocabulario que utilizan para expresar los particulares objetos o relaciones que estudian o crean. De esta manera se van desarrollando "jergas" terminológicas que poco a poco, se construyen en una barrera de comunicación entre las comunidades de especialistas y las personas neófitas en ciertas disciplinas. Si bien el desarrollo de estos vocabularios tienen un origen práctico que nace precisamente de la necesidad de comunicación en el seno de determinadas comunidades, puede dar la impresión de segregación de sectores ajenos a la comunidad de conocedores o especialistas.

La creación de terminología está dictada hasta cierto punto por el ideal de expresar de manera más fiel posible el objeto de estudio, es decir, la necesidad de recrear la realidad a través del lenguaje. El especialista busca crear una terminología que permita idealmente la identificación de lo nombrado y la descripción de algunas de sus características, y que sea sistemática con el resto de la terminología de su disciplina. Sin embargo, este ideal se vuelve difícil de alcanzar cuando surgen otras características inherentes al lenguaje: la diversidad de necesidades de los usuarios, la creación de sinónimos, el uso de metáforas, la presencia de los muchos idiomas a través de los cuales se expresa la universalidad de la ciencia.

No necesariamente todas las variables anteriores provocan problemas reales de comunicación entre los integrantes de la comunidad científica, debido a que el contexto que les proporciona su objeto de estudio

es lo bastante fuerte como para salvar malos entendidos. Los problemas de la comunicación se suscitan cuando el propósito es transmitir los conocimientos y conceptos fuera de la comunidad de la disciplina que refieran. Para la comunidad científica la comunicación de la ciencia sólo se puede establecer entre dos eruditos del mismo tema.

En el caso de las ciencias fácticas, la comunidad científica ha abordado este problema de comunicación a través de la divulgación de la ciencia. La divulgación de la Ciencia puede ser considerada desde dos perspectivas que la comunidad científica sostiene: una afirma que cumple con una función educativa y la otra afirma que no. Algunos divulgadores de la ciencia sostienen que la divulgación de la ciencia no necesariamente tiene que desempeñar un papel educativo sino limitarse a entretener a determinado público, porque consideran que educar tiene implicaciones que sólo pueden darse en un sistema formal capaz de ser brindado únicamente en el salón de clases.

En un particular punto de vista la divulgación de la ciencia tiene necesariamente implicaciones educativas ya bien en un sistema educativo no formal, (como lo son los museos, o publicaciones, entre otros) y en un sistema educativo formal como lo es el salón de clases porque dependerá en un momento dado de las motivaciones que tenga ya bien el público o del discente en la aproximación hacia el conocimiento científico. Un problema evidente en este punto es que debido a que los parámetros que delimitan a la divulgación de la ciencia están dados por la comunidad de físicos, químicos, biólogos, etc, sin aportaciones pedagógicas.

Otro problema en la comunicación radica cuando un término científico pasa a formar parte del lenguaje común y adquiere nuevas acepciones. Por ejemplo: "pasar energía" en el sentido popular que se le ha dado a esta expresión; "tener buena vibra" proveniente de lo que se entiende por "vibración" en Física, "se le alocó la hormona" y "tener la misma Química", usados para expresar una simpatía sexual.

Hasta aquí se han perfilado algunas situaciones que obstaculizan la creación de una terminología que se acerque a los ideales mencionados de identificación, descripción y sistematización: la variedad de enfoques desde los cuales la ciencia puede estudiar algo; el continuo cambio de interpretación de los objetos de estudio y finalmente, el hecho de que el lenguaje científico siempre está a la zaga del avance de la ciencia.

En la práctica es difícil crear un sistema lingüístico exento de fallas, contradicciones, paradojas, ambigüedades etc. La creación de conceptos no puede abstraerse de su momento histórico ni de la inventiva social que contextualiza la necesidad y el uso de nombres nuevos. Otro factor determinante para la

permanencia de los términos científicos es la aceptación que éstos tengan entre los diversos usuarios y la medida en que respondan a sus distintas necesidades.

Como ocurre con las lenguas naturales, el lenguaje científico se halla sujeto a una "selección lingüística" en donde las palabras que obstaculizan la comunicación se van eliminando y son sustituidas por otras más funcionales. Desde esta perspectiva, puede hablarse de una "evolución" de los términos científicos. La aceptación de los términos científicos está determinada por las necesidades de cada interlocutor reduciéndose la problemática (desde la perspectiva de los divulgadores) a una selección de términos funcionales y no a una construcción de los mismos en el interlocutor.

A pesar de que la ciencia tiene como objeto de estudio la realidad, situación que la caracteriza, los términos científicos se crean dentro de los límites del lenguaje corriente. En ese sentido el lenguaje científico presenta un problema análogo al que el mismo especialista constituye frente a su objeto de estudio: tiene que abordarlo dentro de su misma perspectiva y subjetividad.

Por otro lado, el lenguaje científico está al libre albedrío del proceso de comunicación y en ello comienza a adquirir transformaciones que no son controlables. De esta manera vemos cómo, al igual que con el lenguaje corriente, el uso del lenguaje científico se presta a incongruencias y a la violación de reglas. Sin embargo, este mal comportamiento no es perjudicial en tanto no obstaculice el proceso de comunicación. Por lo regular, la regla que se cumplirá es la eliminación de los elementos del lenguaje científico que son poco funcionales para su objetivo: la comunicación.

De acuerdo a Herms, tanto la reproducción como la transformación del mundo de la vida cada persona requieren de la acción comunicativa, porque gracias a ella:

- c) Se reproduce o se transforma el saber cultural que se transmite a las nuevas generaciones.
- d) Se mantiene o se genera la solidaridad necesaria para integrar la sociedad y...
- e) Se promueven los aprendizajes que se requieren para la formación del sujeto.

Así como también desde su perspectiva se denomina eticidad al conjunto de esfuerzos para reproducir o transformar el mundo de la vida conforme a una racionalidad comunicativa.

La Divulgación de la Ciencia es la "disciplina" que se encarga de llevar el conocimiento científico y técnico a un público no especializado, que va desde niños hasta adultos mayores. La divulgación de la ciencia tiene como objetivo hacer más universal el conocimiento de las ciencias, es decir, un divulgador de la ciencia debe tener conocimientos elementales y actuales de muchas áreas de la ciencia y debe ser capaz de comunicarlos a una comunidad no especializada desde una perspectiva formal y disciplinaria de la ciencia misma.

Para puntualizar una concepción sobre lo que representa la divulgación de la ciencia para la comunidad científica retomemos algunas palabras de Miguel Rubio Godoy<sup>56</sup>: "El objetivo principal del quehacer científico es la generación de conocimiento. En la universalidad del conocimiento caben diferentes aproximaciones, varias formas de captar la realidad de manera complementaria. Sin embargo, para que todo nuevo conocimiento pueda con propiedad ser llamado de esta manera, es necesario que se de a conocer. En general, el primer paso es comunicarlo entre los involucrados en el campo. Una vez dado este primer paso, es necesario que el conocimiento trascienda su insularidad, para que adquiera la condición de conocimiento universal. El receptor primario para quien debe estar dirigido todo este conocimiento debe ser la gente en general en toda su amplitud. Es aquí en donde entra la divulgación de la ciencia. Es importante no caer en el error de pretender que la divulgación es simplemente la adaptación o simplificación de un mensaje de difusión; de esta forzada fusión no surge sino mayor confusión. No basta con sustituir los términos "complejos" por palabras sencillas; la divulgación es una creación de novo con reglas y estructuras propias".

Para abordar la problemática de la divulgación de la ciencia quiero retomar el ejemplo que alguna vez escuché durante el diplomado en divulgación de la ciencia, si bien no recuerdo el nombre de quién lo mencionó en este momento se lo agradezco porque al mismo tiempo que me permitió clarificar el objetivo de la divulgación de la ciencia también me permitió identificar cuáles serían las posibles limitaciones de este proceso de divulgación en la trascendencia cognitiva en los sujetos.

El ejemplo consistía en identificar a la disciplina como un terreno bien delimitado, una isla, la divulgación sería la construcción de puentes que unen islas diferentes, esto situado en el mar del entendimiento humano, el divulgador sería el responsable de crear esos puentes entre las islas, propiciando el acercamiento entre los campos y así facilitar el tránsito de las ideas y el conocimiento.

---

<sup>56</sup> Rubio Godoy, Miguel. 1997. "De minotauros, alebrijes y otras quimeras". Ciencia y Desarrollo, Vol.22 No.132, pp76-85.

Ahora es necesario recordar que la comunidad científica es la responsable de generar a la divulgación como alternativa para aproximar a la comunidad en general con el conocimiento científico en particular procurando un cambio de actitud de la gente hacia la ciencia. Si bien esta alternativa va dirigida hacia la educación no formal enfocada principalmente en la creación de museos y revistas de divulgación no han podido satisfacer las necesidades sociales, porque a criterio personal se requiere de una intervención no sólo no formal, e informal sino principalmente en la educación formal.

¿Cuál sería la trascendencia o importancia de la divulgación para la educación formal? Retomando el ejemplo antes mencionado, se puede afirmar que independientemente de que dentro del mar del conocimiento humano hayan islas del saber es necesario apoyar a que se construyan las islas antes de intentar crear puentes entre ellas. Suponiendo que las islas son los conocimientos que el sujeto posee necesitamos conocer cuidadosamente como están formadas las islas, sus puntos débiles y fuertes para que al momento de crear los puentes sea de la parte fuerte de la isla y la probabilidad de que se rompa disminuya. La única forma de identificar el terreno que se pisa es a través de la comunicación y mejor aún de la comunicación educativa. Poco logrará la divulgación de la ciencia en la educación no formal sin apoyarse de la educación formal. Se requiere de un proceso continuo entre ambos para poder observar resultados reales.

La divulgación tiene aspectos que la educación formal podría retomar a fin de poder trascender en el sujeto, sin considerarlo como la panacea si hay elementos que apoyarían a que la educación formal sea mas eficiente durante el proceso educativo. Una contribución esencial de la divulgación a la educación formal sería el brindar en el conocimiento aspectos próximos al sujeto, es decir, permite al sujeto aplicar el conocimiento o entender el conocimiento en algo aplicado y no necesariamente se habla de tecnología, el brindarle la oportunidad de practicar un concepto en contexto y la permanencia del concepto en varios contextos le da la confianza de que comprende y **utiliza** el concepto correctamente, es decir, lo puede integrar porque le es útil,

Durante el tiempo que laboré en UNIVERSUM, una limitante notoria durante el proceso de divulgación en la sala de energía consistía en brindarle importancia desmedida a los equipos, pareciera que por el hecho de tener muchos equipos que fueron diseñados específicamente para mostrar algún fenómeno científico en particular, al momento de llegar el visitante y observar el equipo aprehendiera la función del equipo por simple demostración. La posibilidad de interacción entre el visitante y el anfitrión del museo se limita a un momento, hay una demostración informativa o una charla en el mejor de los casos y se acabó.

En la educación formal existe la posibilidad de observar el avance del alumno a través de diferentes tipos de evaluación, ya no se piense en evaluaciones escritas para dar un resultado numérico. Sino replantear la enseñanza de las ciencias posiblemente en un taller que lejos de fraccionar el conocimiento permita al alumno aproximarse a las ciencias con el objetivo de ejercitar el razonamiento, un tipo taller de gimnasia mental utilizando a los conceptos científicos como juguetes para explicar su realidad.

Posiblemente no se posean todos los equipos necesarios como un museo para poder aproximar de una forma concreta al niño hacia un conocimiento, pero realmente lo importante no es la cantidad de equipos que se posean sino la calidad del discurso en la comunicación que se establezca en el grupo. Si bien, no se niega la importancia de los equipos como material de apoyo, también se reconoce que no son imprescindibles para poder establecer una comunicación que desencadene en un proceso educativo formativo.

### 3.4.3. La comunicación educativa de la ciencia en el aula.

Vigotsky<sup>57</sup> considera que el niño no se limita a responder a los estímulos sino que actúa sobre ellos, transformándolos. Todo ello es posible gracias a los mediadores<sup>58</sup> que se interponen durante el proceso de enseñanza-aprendizaje entre sujetos. De lo anterior se deduce que al momento de presentarle estímulos al niño, tanto experimentos como actividades de apoyo para la comprensión de determinado concepto éstos van a trascender en el docente de una u otra forma, pueden promover el aprendizaje o ya bien pueden obstaculizarlo si se deja a la simple interpretación del mismo. Resulta trascendente la calidad del discurso que el docente le brinde al dicente, de hecho esta interacción con el alumno es el punto medular de la comunicación, dado que toda actividad debe tener una intención educativa con carácter formativo y transformador para el sujeto cognoscente.

De acuerdo a Vigotsky para que el niño sea capaz de transformar su conocimiento empírico hacia el conocimiento científico se requiere que el docente guíe la transformación y del sujeto cognoscente:

1. Atención deliberada
2. Memoria lógica
3. Abstracción
4. Habilidad para comparar y diferenciar

Reconociendo a las herramientas (tanto los objetos o materiales de apoyo y los sistemas de signos) como una parte importante del proceso en la construcción del conocimiento y delimitando la función del mediador, en este caso el profesor, para promover la construcción del conocimiento científico desde el conocimiento empírico.

Si la comunicación de la ciencia de acuerdo a la comunidad científica sólo se puede dar entre científicos de la misma especialidad porque comparten sus signos, la comunicación educativa de la ciencia sólo se podrá dar entre una persona que tenga la intención deliberada en formar y construir el conocimiento científico en otro reconociéndolo como un sujeto cognoscente capaz de compartir símbolos y poder irlos transformándolos juntos en la unidad de la participación.

---

<sup>57</sup> VIGOTSKY, Lev Semiónovich, Obras Escogidas II Conferencias sobre Psicología, Ed. Visor, España, 1982, p.p. 385.

<sup>58</sup> Se distinguen dos tipos de mediadores: las herramientas que actúan directamente sobre los estímulos, modificándolos, y los signos, que modifican al propio sujeto y a través de éste los estímulos.

Para Vygotsky los significados provienen del medio social externo, pero deben ser asimilados o interiorizados por cada niño concreto, de hecho su posición coincide con la de Piaget al considerar que los signos se elaboran en interacción con el ambiente, pero, en este caso, ese ambiente está compuesto únicamente por objetos, mientras que para Vygotsky está compuesto de objetos y de personas que median en la interacción del niño con los objetos. Es decir, el vector del desarrollo y del aprendizaje iría desde el exterior del sujeto al interior. El niño reconstruye el conocimiento para poder internalizarlo, las pautas que se sigan en ese proceso de reconstrucción del conocimiento serán determinantes en la asimilación del mismo y de la posibilidad de que los esquemas referenciales o alternativos que se formen permitan una reestructuración posterior de otros conceptos en relación con el aprendido.

No hay desarrollo sin aprendizaje ni aprendizaje sin desarrollo previo, es decir, no hay reestructuración sin acumulación asociativa no asociación sin estructuras previas. La enseñanza gradual de conceptos (y no sólo el aprendizaje) permite formar en el niño los elementos necesarios para que posteriormente se de la reestructuración de los esquemas alternativos, si no se cuenta con un bagaje conceptual no se podrán generar asociaciones sino memorizaciones y esto es lo que se pretende evitar, dado que lo memorizado tiende al olvido y lo asimilado permite integrar y construir nuevos conocimientos.

Sólo la comunicación educativa de la ciencia considera la presencia de los que se comunican y la intencionalidad misma del proceso, reconociendo las características de la formación de los conceptos en general y científicos en particular y tomando como parámetro inicial para considerar el proceso de enseñanza aprendizaje, la evaluación y consideración de los esquemas alternativos de los discentes.

**4. CUARTA PARTE**  
**INVESTIGACIÓN DE CAMPO**

#### 4.1. Paradigma de investigación: Socioempírico

El paradigma socioempírico<sup>59</sup> se sustenta en sus procedimientos cuantitativos considerando que sin las técnicas científicas los estudios sobre el hombre y la sociedad seguirían calificándose como meditaciones, trabajos literarios o ensayos filosóficos. Sus antecedentes directos se basan en las metodologías desarrolladas por las ciencias naturales. Los procedimientos formales de la medición, la experimentación y la prueba, tienen fundamento en los desarrollos alcanzados en los campos de la lógica, las matemáticas y la estadística.

De acuerdo al paradigma socioempírico, en el esquema tradicional del proceso de construcción de los conocimientos científicos la observación es el punto de partida desde el cual se registran, (en un sentido ideal) sin prejuicios los hechos de la realidad estudiada; mediante la acumulación de datos observacionales y técnicas experimentales se procede por razonamiento inductivo a la elaboración de leyes y teorías se extraen después consecuencias necesarias para proponer explicaciones y predicciones, éstas a su vez como nuevas hipótesis reiniciarán el ciclo de la ciencia, su desarrollo y progreso. Este esquema ha resultado atractivo y convincente para representar ese proceso, además de simplificado no responde a la complejidad de los mecanismos intelectuales, metodológicos y técnicos involucrados en las diversas formas de hacer ciencia, incluso en las ciencias naturales.

La medición dentro del proceso de investigación esta presente desde que inicia la observación. La información recopilada es leída desde el marco teórico. De hecho es la riqueza de la investigación el poder interpretar datos bajo una postura teórica que explique la realidad y que permita predecir un futuro comportamiento o resultado de acuerdo a la intervención que se planea realizar.

La insistencia en recordar la presencia de los supuestos teóricos detrás de las actividades de medición y de construcción de datos se debe a la necesidad de reconocer a la metodología como parte integrada al proceso de investigación y no como acciones aisladas. Por lo anterior se debe definir la dimensión sobre la que han de obtenerse los datos, en el caso de las ciencias de la educación es necesario tener presente de algunos estudios meramente descriptivos los fenómenos estudiados se refieren a desempeños y logros escolares. Para la medición de fenómenos de esos géneros suele encontrar el uso de operaciones de ser claramente identificadas desde algunos principios básicos, entre los que se destacan los que permiten distinguir los diferentes niveles de medición.

---

<sup>59</sup> Ibarra Martín, Francisco et al. *Metodología de la investigación social*. Ed. Pueblo y Educación, Cuba, 1997.

En el presente trabajo se desarrolla una prueba capaz de auxiliarnos a identificar los esquemas alternativos de los niños de sexto grado de primaria para poder analizar cual ha sido el resultado de la educación básica desde primer año. Por lo que se analizará la evolución y desarrollo del concepto de energía a través del discurso pedagógico para poder llegar a un planteamiento hipotético y estar en posibilidad de brindar solución a una problemática en particular.

El paradigma socioempírico justifica como criterio de objetividad al empleo de conceptos para explicar teorías y éstas hacer el discurso de una realidad comprobable, de hecho Braunstein<sup>60</sup> hace referencia a que el desarrollo de las ciencias dependerá de la capacidad que tenga ésta de elaborar conceptos capaces de explicar teóricamente lo que sucede en la realidad, a lo anterior comenta que "...los objetos con los que trabaja la ciencia son los conceptos, y éstos indefectiblemente son abstractos". El concepto es una construcción general, anterior a las operaciones que puede inspirar. El valor del concepto, como elemento teórico orientador, se perdería al encerrarlo en el nivel estrictamente empírico. Bien entendida la definición operacional tiene aplicaciones y utilidad concreta como recurso posterior y aplicado, pero no puede convertirse en requisito para la elaboración de conceptos.

Si no existe un procedimiento único y plenamente satisfactorio para construir el concepto, ya sea en las ciencias naturales o en las sociales, ya en los enfoques cuantitativos o en los cualitativos, la necesidad de elaborar conceptos cada vez más preciso y atinados sigue siendo tarea fundamental del pensamiento científico.

De las técnicas utilizadas en el trabajo se incorporan tanto técnicas documentales como técnicas vivas. La primera incorpora los estudios centrados al análisis de documentos y la segunda en técnica grupal con la encuesta para poder recolectar información de manera escrita a través de un cuestionario.

---

<sup>60</sup> BRAUNSTEIN, Nestor, Ideología y Ciencia, Ed. Siglo XXI, México, 1975.

## 4.2. Diseño experimental.

Este trabajo nace como resultado de otros 2 anteriores ambos desarrollados para Universum, Museo de Ciencias de la UNAM en los cuales tome parte, sin embargo por orientación del seminario decido retomar el trabajo de años anteriores para desarrollar esta tercera parte pero ahora enfocándolo ya no desde la educación no formal sino desde la educación formal que a criterio personal tiene mayores posibilidades de trascender en el niño tanto en la divulgación de la ciencia como en la enseñanza de la misma.

Sin restar importancia a ninguna de las dos vertientes para aproximarse a la ciencia pero si resaltando las posibilidades y beneficios de la educación formal en este sentido se aborda la problemática sobre el aprendizaje del concepto de energía a través del proceso de comunicación de la ciencia en el aula en el caso específico de sexto grado de primaria optando por realizar una investigación aplicada<sup>61</sup> de tipo descriptivo y experimental.

### 4.2.1. Investigación documental.

Se realiza una investigación documental para explicar:

- a) El contexto actual. (primera parte).
- b) Análisis de los libros de texto. Diseñando instrumentos para su análisis en particular. El análisis y los resultados de este apartado se desarrollan en la segunda parte del trabajo en general.
- c) Marco teórico. (Lo constituye la tercera parte)

### 4.2.2. Investigación de campo.

- d) Investigando los procedimientos, metodología y problemática específica en el aula del Colegio del Tepeyac durante la enseñanza de las ciencias naturales durante la primaria pero particularmente en sexto grado y sus repercusiones al ingresar a secundaria.
- e) Elaborando el instrumento pertinente, "el cuestionario", para identificar los esquemas alternativos del niño mexicano de sexto grado de primaria.

---

<sup>61</sup> La investigación aplicada confronta la teoría con la realidad. Al referimos al tipo **descriptivo** lo que se pretende es interpretar lo que es en un plano real y el tipo **experimental** explica lo que será si se consideran las variables.

#### 4.3. Universo de trabajo.

Se solicitó al Colegio dos grupos de sexto grado de primaria de manera aleatoria se facilitaron los grupos 61 con 36 alumnos y el 62 con 37 alumnos, sin embargo en lo sucesivo se referirá como universo de trabajo a 73 alumnos de sexto grado de primaria.

Como se menciona el universo de trabajo fue designado de manera aleatoria. El Colegio fue quien designo los grupos por facilidad de horario, no se consideraron factores particulares, los 73 alumnos oscilan entre los

La construcción del conocimiento científico se logra a partir de dos grandes vertientes, de acuerdo a Piaget <sup>62</sup> una es el proceso intrapsicológico (funciones internas de la mente), postura constructivista y la segunda de acuerdo a Vigotsky <sup>63</sup> que es el proceso de interacción logrado a través de las actividades sociales en colectividad, es decir, el proceso interpsicológico a partir de la postura de interacción social.

#### 4.4. Procedimiento

Para identificar los esquemas alternativos de los alumnos se diseña el siguiente cuestionario<sup>64</sup>. El cual fue resuelto posterior a la clase referente a energía.

- 1.- Este cuestionario se diseña en una hoja tamaño carta utilizando ambas caras de la hoja. En la cara anterior de la hoja se le presentan al niño 15 imágenes<sup>65</sup> indicándole que debe marcar con una cruz aquellas imágenes en las cuales el considera que la energía esta presente en alguna de sus manifestaciones.
- 2.- Ya en la cara posterior se le pidió que seleccionara 3 imágenes , aquellas en las que él pudiera explicar cómo se manifestaba la energía y otras 3 en las que él considerara o creyera que no se manifestaba ningún tipo de energía y en ambos casos se debe explicar el porque de sus elecciones.

<sup>62</sup> PIAGET, Jean; Rolando Garcia, Psicogénesis e historia de la Ciencia, Ed. Siglo XXI, 6ª. edición, México, 1994.

<sup>63</sup> VIGOTSKY , Lev Semionovich, Pensamiento y Lenguaje, Ed. Quinto Sol, 3ª. edición, México, 1994.

<sup>64</sup> Se toma como referente la prueba elaborada en la Universidad de Londres aplicada en el Instituto de Educación y analizada con los esquemas referencial de Watts ya antes mencionados al final del capítulo 2.

<sup>65</sup> Se consideran otras imágenes con el objetivo de abordar todos los esquemas referenciales de Watts.

3.- En el tercer apartado debe circular un si o un no dependiendo de lo que el niño crea o este convencido. Las preguntas que se le hicieron son las siguientes.

- |  |    |    |
|--|----|----|
| 1.- ¿ Todo lo que se mueve tiene energía ?       | SI | NO |
| 2.-¿ Todo lo que NO se mueve tiene energía ?     | SI | NO |
| 3.- ¿ Todo lo que NO se mueve NO tiene energía ? | SI | NO |
| 4.- ¿Podemos crear energía ?                     | SI | NO |
| 5.-¿ Podemos destruir la energía ?               | SI | NO |
| 6.-¿ La energía cambia de una forma a otra ?     | SI | NO |

4., En el cuarto apartado la instrucción es: Circula las palabras que consideres tienen que ver con la palabra energía: calor, luz, trabajo, electricidad, sonido movimiento, fuerza, conservación, máquina y hombre.

5.- Por último se le pide al alumno su definición de energía.

El cuestionario aplicado es el siguiente:

 **Universidad Nacional Autónoma de México**  
Educación Continua / Programa de Pedagogía  
Seminario Taller Extracurricular : Comunicación en el Aula

Proyecto: El Aprendizaje del Concepto de Energía a través del Proceso de la Comunicación de la Ciencia en el Aula.  
El Caso Específico de Sexto Grado de Primaria.

Institución : Colegio del Tepic. Género: Masculino / Femenino Edad: \_\_\_\_ años \_\_\_\_ meses

1.- Observe cuidadosamente estas imágenes y marca con una "X" aquellas en las que TU pienses que está presente la ENERGÍA.

1 	2 	3 	4 	5 
6 	7 	8 	9 	10 
11 	12 	13 	14 	15 

I.- De las imágenes que marcaste en el ejercicio 1, vas a escoger 3, aquellas en las que TU hayas acordado mejor cómo se manifiesta la ENERGÍA.

La imagen No. \_\_\_\_\_ manifiesta ENERGÍA porque \_\_\_\_\_

La imagen No. \_\_\_\_\_ manifiesta ENERGÍA porque \_\_\_\_\_

La imagen No. \_\_\_\_\_ manifiesta ENERGÍA porque \_\_\_\_\_

II. Ahora selección 2 imágenes en las que TU creas que NO se manifiesta la ENERGÍA y explica el porqué de la decisión.

La imagen No. \_\_\_\_\_ no manifiesta ENERGÍA porque \_\_\_\_\_

La imagen No. \_\_\_\_\_ no manifiesta ENERGÍA porque \_\_\_\_\_

La imagen No. \_\_\_\_\_ no manifiesta ENERGÍA porque \_\_\_\_\_

III. Circula sí o no.

1.- ¿ Todo lo que se mueve tiene energía ?	SI	NO
2.- ¿ Todo lo que NO se mueve tiene energía ?	SI	NO
3.- ¿ Todo lo que NO se mueve NO tiene energía ?	SI	NO
4.- ¿ Podemos crear energía ?	SI	NO
5.- ¿ Podemos destruir la energía ?	SI	NO
6.- ¿ La energía cambia de una forma a otra ?	SI	NO

IV. Circula las palabras que consideres tienen que ver con la palabra energía

calor	luz	trabajo	electricidad	sonido
movimiento	fuerza	conservación	máquina	hombre

V. Energía es \_\_\_\_\_

## 4.5. Resultados

Se divide en tres partes: resultados cuantitativos, cualitativos y la integración de los mismos.

Los resultados cuantitativos se presentan en tablas y se indican porcentajes y frecuencias de selección. En los resultados cualitativos se describe la actitud que mostraron los niños durante la prueba, así como también el análisis de los resultados cuantitativos.

### 4.5.1 Resultados Cuantitativos

A continuación se presentarán únicamente los resultados cuantitativos en orden progresivo de acuerdo a la prueba aplicada ya en el siguiente inciso se analizarán cualitativamente.

## SECCIÓN I

De las 15 imágenes presentadas a los niños en la frecuencia de selección es la siguiente:

Imagen No.	Ilustración	Frecuencia
4	Sol	72
9	Imán	69
15	Lámpara	69
7	Pila	67
14	Carro	55
6	Plancha	54
2	Ola	48
12	Fogata	46
1	niña comiendo	39
13	niño jugando	35
3	fruta	33
8	planta	32
11	burro	27
5	casa	14
10	taza	3

Cuadro 1. Frecuencia de elección.

	No. imagen		Manifiesta energía		No. imagen		Manifiesta energía
<b>Animado</b>	1	niña	53%	<b>Movimiento</b>	14	carro	75%
	13	niño	47%		2	ola	65%
	8	planta	43%		12	fogata	63%
	11	burro	36%		1	niña	53%
					13	niño	47%
					8	planta	43%
					11	burro	36%
<b>Inanimado</b>	4	sol	98%	<b>Sin Movimiento</b>	4	sol	98%
	9	imán	94%		9	imán	94%
	15	lámpara	94%		15	lámpara	94%
	7	pila	91%		7	pila	91%
	14	carro	75%		6	plancha	73%
	6	plancha	73%		3	fruta	45%
	2	ola	65%		5	casa	19%
	12	fogata	63%		10	taza	4%
	3	fruta	45%				
	5	casa	19%				
10	taza	4%					

Cuadro 2. Elecciones por animación y movimiento.

## SECCIÓN II

En este punto cuando se les pide explicar el porque de su decisión van a variar las preferencias de selección y ahora si van a considerar tanto a los que presentan movimiento y a los que no, a los inanimados y animados.. Más adelante se analizará la calidad de sustentación de los argumentos explicativos.

### Sección II. Imágenes seleccionadas en las que pueden explicar mejor como Si se manifiesta la ENERGIA. Por orden de preferencia.

#### Salón 61

1ª.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	9	9	9	9	9	7	7	7	7	1	1	1	6	8	13	15
2ª.	1	7	3	15	7	14	6	6	9	6	7	7	9	6	4	7	3	4	4	15	12	4	12	1	6	4	3	9	9	11	4	9	9	9	14	6		
3ª.	9	6	15	9	3	2	12	9	7	9	14	15	12	9	9	9	9	15	15	8	14	7	14	8	4	6	4	6	2	13	5	7	7	13	9	7		

#### Salón 62

1ª.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	7	7	5	6	11	13	14
2ª.	7	7	6	12	14	2	5	7	7	7	15	7	9	7	9	4	15	12	4	9	9	14	9	14	5	6	3	7	3	13	3	1	4	15	7	1	6
3ª.	15	9	12	9	15	13	7	13	3	9	7	3	14	9	13	7	1	9	7	13	4	3	13	6	7	15	4	15	4	11	4	15	12	7	9	15	9

Cuadro 3. Preferencias. Manifestación de Energía.



Porque...	
No se mueve	31.65 %
Obvio, no tiene	15.07 %
Los animales no tienen energía sólo las máquinas	9.54 %
No te da energía	9.54%
... ese material no puede tener energía	9.04 %
No hace funcionar nada	6.53 %
No creo	6.03 %
No esta vivo	5.52 %
Yo no le doy energía	3.51 %
No tiene energía porque se mueve poco	3.51 %

Cuadro 7. Argumentación de la ausencia de energía.

### SECCIÓN III

	SI	NO
1.- ¿ Todo lo que se mueve tiene energía ?	57.53 %	42.46 %
2.-¿ Todo lo que NO se mueve tiene energía ?	17.80 %	82.80 %
3.- ¿ Todo lo que NO se mueve NO tiene energía ?	47.94 %	52.05 %
4.- ¿Podemos crear energía ?	82.19 %	17.80 %
5.-¿ Podemos destruir la energía ?	38.35 %	61.64 %
6.-¿ La energía cambia de una forma a otra ?	90.41 %	9.58 %

Cuadro 8. Resultados sobre la conservación de la energía

## SECCIÓN IV

Del ejercicio :Circula las palabras que consideres tienen que ver con la palabra energía, los resultados son:

	SI
1.- electricidad	100 %
2.- luz	93.15 %
3.- movimiento	80.82 %
4.- calor	78.08 %
5.- fuerza	76.71 %
6.- sonido	61.64 %
7.- máquina	60.27 %
8.- hombre	49.31 %
5.- trabajo	34.24 %
6.- conservación	6.84 %

Cuadro 9. Relación del concepto energía con otros conceptos.

## SECCIÓN V

Energía es :

1. ... la capacidad de un movimiento.
2. ... lo que hace que ahorita yo pueda estar resolviendo este examen, es la fuente de la vida.
3. ... la fuerza que le da a un objeto.
4. ... todo aquello que tenga alguna fuerza para impulsar algo hacia el movimiento.
5. ... todo lo relacionado con la electricidad, movimiento, luz, sonido, calor y fuerza.
6. ... la manifestación de fuerza y/ o resplandor que tiene una masa o que emplea una masa.
7. ... algo que usamos para mover o encender alguna cosa.
8. ... lo que podemos utilizar para crear cosas o para moverlas.
9. ... algo que cuando tu metes algo al enchufe se produce energía.
10. ... lo que no se crea ni se destruye sólo se transforma.
11. ... un elemento fundamental para la vida de los seres vivos si no hubiera energía no podríamos vivir.
12. ... una fuerza que provoca cambios en el estado de un cuerpo.
13. ... un proceso de integridad para el hombre con la tecnología.
14. ... la fuerza que realizan para que funcione la electricidad.
15. ... con lo que podemos prender algo o como nos movemos.
16. ... algo que nos permite tener fuerza, a que las cosas eléctricas funcionen, produce calor y a veces movimiento.
17. ... lo que nos da luz y electricidad.
18. ... cuando algún objeto tiene un cuerpo y produce electricidad o alguna luz.
19. ... la electricidad, el movimiento y la fuerza.

20. ... todo aquello que hace que las cosas se muevan.
21. ... (son)movimientos de electricidad y con la electricidad o cualquier otra cosa de electricidad forma la energía.
22. ... aquello que impulsa a un objeto o genera una sustancia que lo hace trabajar.
23. ... la fuerza que nos ayuda a movernos y a levantar cosas.
24. ... algo que hace que todo tenga actividad o función ya sea como luz, calor, de imanes, de fuerza, de electricidad de movimiento etc...
25. ... la fuerza que nos ayuda a movernos cada día.
26. ... lo que nos hace mover, jugar, todo lo que hacemos, pero también se puede guardar y sustraer.
27. ... un factor en la vida que necesitamos.
28. ... la fuerza necesaria para realizar un trabajo.
29. ... todo lo que le da fuerza a algo.
30. ... todo lo que el ser humano utiliza para realizar diversas acciones. Sin ella todos seríamos una masa que no puede hacer algo.
31. ... la capacidad que tienes para hacer un trabajo, para moverte necesitas energía.
32. ...algo que se desarrolla al estar constantemente haciéndolo.
33. ...con lo que podemos movernos.
34. ...un tipo de calor, luz y movimientos, todos juntos.
35. ...todo aquello que necesita movimiento y fuerza.
36. ...algo que se crea y no puede ser destruida.
37. ... todo aquello que tiene movimiento y que produce calor.
38. ... lo que ayuda a las cosas a moverse.
39. ...cuando todo puede y se debe hacer a través de la energía, porque si no la usas no puedes hacer lo que te propones.
40. ...la capacidad de moverse.
41. ...el poder de las cosas al moverse.
42. ...con la que puedes moverte.
43. ...algo producido con el movimiento.
44. ...una fuerza.
45. ...todo lo que se mueve.
46. ...¿?
47. ...lo que nos permite movernos.
48. ... una fuerza que hace que algún objeto se mueva.
49. ...el poder de la electricidad, movimiento, calor corporal, etc ..
50. ...cuando las cosas se mueven.
51. ...lo que nos dan los alimentos o algún objeto magnético.
52. ...en donde encontramos movimiento.
53. ...una cosa que nos ayuda a tener electricidad.
54. ...un elemento que nos permite trabajar también sirve para las máquinas.
55. ...la fuerza que lleva algo que lo contiene como una pila para que pueda servir en control o algo parecido.
56. ...todo lo que se mueve.
57. ...algo que hace que las personas estemos activos y que hace funcionar a las máquinas.
58. ...lo que tiene todo ser vivo o creación para su trabajo.
59. ...algo que puede moverse.
60. ...un cuerpo que da luz, y se produce en algunas cosas por cosas que se mueven.

61. ...una acción del movimiento.
62. ...la que tiene un niño o puede ser energía de la electricidad.
63. ...algo que te da fuerza para hacer cosas y mantenerte despierto.
64. ...con lo que puedes moverte. A veces es indispensable.
65. ...la fuerza, el movimiento y la luz.
66. ...la fuerza o las ganas que tiene algo para moverse.
67. ...cuando las cosas se mueven.
68. ...una electricidad por la cual los aparatos eléctricos se prenden.
69. ...una cosa que hace que las cosas se muevan.
70. ... nos ayuda, cuando corremos gastamos energía.
71. ...una fuerza.
72. ...una fuerza que utilizan para mover las cosas.
73. ... todo lo que tenga electricidad o movimiento.

Para graficar estos resultados se clasificarán de acuerdo al esquema de Watts.

<b>Esquemas Alternativos</b>	
<b>1.- E. R. como actividad obvia</b>	27.69 %
<b>2.- E. R. como depositario</b>	20.65 %
<b>3.- E. R. como funcional</b>	15.49 %
<b>6.- E. R. antropomórfico</b>	12.20 %
<b>4.- E. R. como ingrediente</b>	11.26 %
<b>5.- E. R. como fluido</b>	6.57 %
<b>7.- E. R. como producto</b>	4.22 %
<b>Porque yo creo</b>	1.87 %

**Cuadro 10. Esquemas Alternativos**

#### 4.5.1. Interpretación de los resultados<sup>68</sup>.

De inicio resulta interesante señalar que de acuerdo a la prueba realizada en la Universidad de Londres<sup>69</sup> se esperaba que que los niños escogieran las imágenes que mostraban animación y movimiento sin embargo los porcentajes más altos se encuentran en principalmente en aquellas imágenes que representan objetos inanimados y sin movimiento a pesar de que cuando argumentan la forma en que manifiestan energía es a través del movimiento.

Las imágenes seleccionadas recurrentes para explicar que manifiestan energía son : el sol, el imán, la lámpara, la pila. Los tres poseen la característica de ser objetos inanimados. La taza y la casa fueron las imágenes menos señaladas como aquellas capaces de mostrar algún tipo de manifestación de hecho la taza sólo 3 niños indicaron que manifestaba energía.

De las figuras animadas ( niña, niño, planta y burro) menos de la mitad de los niños consideraban que manifestaban energía, mientras que en los objetos inanimados (sol, imán lámpara, pila, carro, plancha, ola, fogata, fruta, casa y la taza) se polarizan las opiniones ya que el 98% considera que el sol manifiesta energía mientras que el 4% justifica a la taza. Lo anterior nos lleva a concluir que el niño no argumenta su explicación de acuerdo a si el objeto es animado o inanimado.

De la selección entre objetos con movimiento o sin movimiento los porcentajes de selección en los objetos que manifiestan movimiento son altos del 75% al 35% . Sin embargo, cabe aclarar que dentro de esta clasificación se colocó al sol en –sin movimiento- (no porque no lo tenga aunque no en el sentido que le dan los niños) en tanto que no tiene un desplazamiento propiamente, sin

---

<sup>68</sup> Durante la realización de la prueba los niños se mostraban ansiosos pedían que se aplicara posteriormente porque (argumentaban) no habían estudiado, se les explico que lo valioso de la prueba consistía particularmente, en que reflejaran lo que realmente sabían, que no tenía nombre y que contestaran lo más certeramente posible. A pesar de que previamente se les había explicado que se les aplicaría una prueba y los fines de la misma, no se les informo referente a que tema era, por lo que la inquietud y el nerviosismo prevalecieron en la sesión hasta la mitad de la prueba. Al terminarla los alumnos se mostraban inseguros de haber contestado correctamente, resultaba evidente que la inquietud esencial en los alumnos consistía en contestar correctamente porque les preocupaba (decían) que esta prueba fuera a repercutir en su boleta de calificaciones. Lo anterior se comenta con el objetivo de señalar la ansiedad y angustia a la que están sujetos los alumnos no por aprender sino por acreditar.

<sup>69</sup> Los resultados en las pruebas elaboradas en la Universidad de Londres muestran que los niños escogieron las imágenes por la animación y la manifestación de movimiento, por lo que podemos decir que de acuerdo a Vigotsky el factor cultural es determinante a pesar del estadio operacional que indica Piaget.

embargo los niños argumentaban que como salía de día y se escondía en la noche entonces si tenía movimiento, además de que nos da luz y calor. El imán, decían, hace que los metales se muevan, la lámpara no da luz y calor y la pila le sirve a la lámpara entonces todos ellos "deben" tener energía. Entonces habría que puntualizar que el movimiento se da, igualmente, desde la perspectiva del niño, mostrando un egocentrismo cognitivo.

La imagen preferida para explicar fue el sol, sin embargo del 98% que en un inicio lo había escogido sólo un 38% pudo explicar cómo se manifiesta la energía, la pila que en un principio tenía 91% ahora sólo puede ser explicada por un 19% y por último el imán de un 94% la explica un 20%.

En la segunda parte de las evaluaciones se les pedía que seleccionaran 3 imágenes y que explicaran el porque consideraban que manifestaba energía, ahora se verán los resultados de los argumentos explicativos de acuerdo a los esquemas referenciales de Watts pero cabe hacer algunas especificaciones de cómo se justifica que la explicación entre en cada esquema. Watts<sup>70</sup> estudia las concepciones de niños de nivel secundaria propone siete esquemas referenciales<sup>71</sup> o alternativos para clarificar las explicaciones que los niños se dan a si mismos en cuanto al concepto de energía. Esos esquemas alternativos son:

1. Esquema **antropomórfico**: La energía como algo centrado en el ser humano .
2. Esquema como **depositario**: La energía como fuente o fuerza. Es cuando algunos objetos poseen energía y son recargables; cuando otros necesitan energía y son capaces de transformar la obtenida.
3. Esquema como **ingrediente**: en donde la energía está como un ingrediente latente. Es la energía que poseen los objetos, que sirve como disparador para que funcione.
4. Esquema como **actividad obvia**: Es cuando se considera a la energía como algo obvio en los objetos, se muestra no se demuestra.
5. Esquema como **producto**: Es cuando la energía como producto de una situación o fenómeno. Se manifiesta y desaparece.
6. Esquema **funcional**: Es cuando se concibe a la energía como un combustible asociado con los procesos que promueven una vida confortable.
7. Esquema como **fluido**: Cuando la energía es vista como un tipo de fluido o sustancia

<sup>70</sup> WATTS, D.M. Some alternatives views of energy. Physics Education, Vol., 18, 1983, pp. 213-217

<sup>71</sup> Se traduce **frameworks** como **esquemas referenciales o alternativos**.

De la clasificación anterior podemos concluir que....

1. Esquema referencial **antropomórfico**: La energía como algo centrado en el ser humano.  
En este punto los niños afirmaron que las figuras 1 y 13 (la niña y el niño) manifestaban energía porque se encontraban en movimiento.
2. Esquema referencial como **depositario**: La energía como fuente o fuerza. Es cuando algunos objetos poseen energía. Aquí difiere un poco la asepción que le da Watts dado que él lo refiere como un transformador de energía, pero los niños entrevistados explicaban que determinados objetos don capaces de producir energía no transformarla.  
La frase clave: si manifiesta energía porque **produce**...
3. Esquema referencial como **ingrediente**: en donde la energía está como un ingrediente latente. Es la energía que poseen los objetos, que sirve como disparador para que funcione.  
Frase clave: manifiesta energía porque para hacer algo **necesita**....
4. Esquema referencial como **actividad obvia**: Es cuando se considera a la energía como algo obvio en los objetos, se muestra no se demuestra.  
Frase clave: manifiesta energía porque **tiene** energía.
5. Esquema referencial como **producto**: Es cuando la energía como producto de una situación o fenómeno. Se manifiesta y desaparece.  
Frase clave: manifiesta energía porque **necesitó** energía.
6. Esquema referencial **funcional**: Es cuando se concibe a la energía como un combustible asociado con los procesos que promueven una vida confortable.  
Frase clave: Manifiesta energía porque **me sive para** ....
7. Esquema referencial como **fluido**: Cuando la energía es vista como un tipo de fluido o sustancia.  
Frase clave : Manifiesta energía porque **el..... la usa como** .....
8. Se agrega el **yo creo** dadas las explicaciones: Manifiesta energía porque yo creo tiene energía, podría caber en el esquema alternativo como depositario pero se decide agregar esta opción porque todavía hay niños en el nivel de creencia y considero interesante puntualizar este nivel de explicación, aunque afortunadamente es el menor.

Las explicaciones recurrentes a la ausencia de energía la argumentación principal fue que "no se movían", tanto la casa, la fruta, la taza y la planta, la segunda razón consistía en la obiedad y cabe señalar las repetidas ocasiones en que los niños justificaban su selección con el argumento de que sólo las máquinas tienen energía o la incapacidad de que determinado aboieto te pueda "dar" energía o que haga funcionar algo.

A manera de conclusión en este punto podemos decir que es necesario retomar estas explicaciones que son consideradas por los niños como argumentos sólidos para explicar la ausencia de energía. Evidentemente no se van a presentar sus argumentos como se presentan aquí, sino a través de contraejemplos u otros ejemplos que promuevan la ruptura su esquema, sin evidenciar sus explicaciones, pero si de forma tal que estas ya no les sean válidas para explicar un nuevo problema o fenómeno. Evitando caer en la obviedad o permitirle al niño caer en ella, siempre buscando el desequilibrio del esquema previo, pero no necesariamente llevandolo la conclusión del docente, bastara con el hecho de que exista un cambio en las ideas previas del niño.

**5. QUINTA PARTE**

PROPUESTA PARA  
LA ENSEÑANZA DEL  
CONCEPTO DE ENERGÍA  
A NIVEL PRIMARIA:  
RECOMENDACIÓN CURRICULAR

## 5.1. Consideraciones Generales

De acuerdo a Stenhouse<sup>72</sup> entendemos al "currículum como una forma particular de pauta ordenadora de la práctica de la enseñanza y no como un conjunto de materiales o un compendio del ámbito que debe cubrirse, el currículum es un modo de traducir cualquier idea educativa a una hipótesis comprobable en la práctica." Para Coll<sup>73</sup> "El currículum es el eslabón que se sitúa entre la declaración de principios generales y su traducción operacional, es decir, entre la planificación y la acción". Bajo esta perspectiva debe quedarnos claro que como cualquier hipótesis, esta sujeta a modificación y que como resultado siempre se buscará un currículum correcto aunque nunca acabado en el entendido de que esta sujeto a un proceso dialéctico.

Tanto en ciencias naturales como en cualquier otra ciencia<sup>74</sup>, existen gran cantidad de conceptos por conocer y, si éstos son asimilados, permiten comprender innumerables contenidos, con los cuales se amplía y profundiza nuestro conocimiento en términos generales.

Partiendo de la posición constructivista, en la que el conocimiento que poseen los alumnos es básico para el aprendizaje posterior, y contando con la existencia de esquemas alternativos y su resistencia al cambio, se han iniciado algunos trabajos de desarrollo curricular para la enseñanza de las ciencias naturales. Destacan el grupo australiano de la Universidad de Waikato, el británico de la Universidad de Leeds, y el grupo español de Gil y colaboradores.

El proyecto australiano **Learning in Science Project** tiene como objetivo estudiar la ciencia de los niños de entre 5 a 16 años de edad, para una mejor organización de la instrucción. Un compendio de los resultados de este proyecto puede verse en Osborne y Freyberg<sup>75</sup>. El proyecto británico Children's Learning in Science Project está desarrollado estrategias y materiales para producir el cambio conceptual en los

<sup>72</sup> L. STENHOUSE, *La investigación como base de la enseñanza*, Ed. Morata, Madrid, 1998. pag. 183.

<sup>73</sup> COLL. César, *Psicología y Currículum*, Cuadernos de Pedagogía, Paidós, México, 1991, pag.174.

<sup>74</sup> Recordemos que el desarrollo de las ciencias dependerá de la capacidad que tenga ésta de elaborar conceptos capaces de explicar teóricamente lo que sucede en la realidad, Braustein comenta que "...Los objetos con los que trabaja la ciencia son los conceptos, y éstos indefectiblemente son abstractos". La ciencia se construye en tanto se desarrollen las teorías leyes y principios que la sustentan y esto sólo se da a partir de la formación de conceptos para explicar fenómenos determinados. La ciencia se construye merced a un trabajo de producción de conceptos enfrentando a los datos de la experiencia sensorial y las convicciones espontáneas.

<sup>75</sup> OSBORNE R. And Freiberg P. *Learning in Science. The implications of children's science*, Heinemann, London, 1985

alumnos<sup>76</sup>. El trabajo de ambos grupos se realiza dentro de la tradición de la investigación-acción. En el ICE de la Universidad de Valencia, Gil desarrolla los Programas-Guía de Actividades para la Física y Química de las Enseñanzas Medias.

Estos intentos curriculares son aún muy particulares y no constituyen ni constituirán alternativas de carácter general al contenido ni al diseño curricular de la enseñanza de las ciencias. Se hecho no pueden llegar a constituir una alternativa de carácter general porque si el objetivo es partir de los esquemas alternativos de los alumnos no se puede esquematizar un procedimiento universal para los niños de España, para los niños de Inglaterra o para los niños de México, aún en un mismo país no se puede estandarizar los esquemas alternativos de los niños de zonas rurales con los de zonas urbanas, esto debido a la variedad de contextos a los que están sujetos. No obstante, estos intentos curriculares brindan una aportación interesante en relación a un cambio en los planteamientos de dichas investigaciones. Este cambio se refiere:

1. Al desplazamiento del punto de partida de la investigación; entendiéndola como una indagación sistemática y autocrítica, esto es, no se trata de aplicar al aula ciertos modelos teóricos<sup>77</sup> remediales de manera general, sino de comprender la realidad para hacer emerger desde la situación escolar directrices sobre las cuales plantear el desarrollo curricular; partiendo de la investigación en particular, en estudio de caso.
2. El trabajo en equipos conjuntos de profesores e investigadores proporciona, a los primeros, un conocimiento más profundo de los procesos de enseñanza-aprendizaje y a los segundos, una versión más realista de las situaciones de instrucción, lo ideal sería un docente investigador capaz de propiciar la investigación-acción en el ámbito curricular. Lo anterior por la prontitud en que el docente puede intervenir en la solución del problema que se pueda estar sucediendo en el aula.

Para explicar los puntos anteriores se retomara como eje la propuesta de Stenhouse<sup>78</sup> en la investigación y evaluación sobre currículum y enseñanza para dar paso a cualquier recomendación curricular reconociendo la particularidad de los casos pero puntualizando parámetros que deben ser considerados para generar

---

<sup>76</sup> DRIVER, R. and Tiberghien, A. Heat and Temperature. En R. Driver and E. Guessne (ed.) Children's Ideas in Science, University, Press, Milton Keynes, 1985.

<sup>77</sup> Me gustaría clarificar este punto con un ejemplo de Fernández Pérez al trasponer esta situación al campo de la medicina, con las predicciones estadísticas generalizadas estaríamos proponiendo que a todos los enfermos con un mismo síntoma (fiebre) se les aplicara el mismo tratamiento sin investigar las causas que lo hubiere producido. Aquí se ve claramente la barbaridad que se propone con este procedimiento, porque las consecuencias serían inmediatas y graves, mientras que en la enseñanza las consecuencias son a largo plazo y no tan evidentes.

Fernández Pérez, M., *Evaluación y cambio educativo: el fracaso escolar*, Morata, Madrid, 1986. págs 158.

<sup>78</sup> Stenhouse, Lawrence, *La investigación como base de la enseñanza*, Ed. Morata, Madrid, 1998. págs. 183.

cualquier recomendación y alternativas en diseños de enseñanza y actividades de aprendizaje logrando avanzar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales a nivel primaria.

Resulta esencial realizar una investigación de campo para poder hacer cualquier recomendación curricular, (investigación que ha sido realizada en grupos de sexto grado en el Colegio del Tepeyac), en el entendido de que dicha investigación arrojará los elementos pertinentes a ser considerados en la particularidad, no como base para una tecnología de la enseñanza capaz de brindar al profesor una orientación definitiva, sino que nos brinda resultados que nos ayudan a entender las reglas del juego de la acción considerando el contexto y sus elementos; por ejemplo: filosofía y propósitos institucionales, recursos humanos y económicos, etc.

Para explicar el segundo punto cabe mencionar que, en primera instancia, el profesor debe hallarse íntimamente implicado en el proceso de investigación y segundo, los investigadores deben justificarse ante los docentes y no los docentes ante los investigadores<sup>79</sup>. En el caso de los libros de texto de Ciencias Naturales de la S. E. P. ocurre una situación muy particular. El Dr. Chamizo ha hecho grandes aportaciones a la Divulgación de la Ciencia, desde la educación no formal, al formar su equipo de trabajo permea la intervención de muchos científicos vinculados estrechamente a la divulgación de la ciencia nuevamente desde la educación no formal, y a pesar de la intervención del equipo técnico-pedagógico en la elaboración de los libros de texto, que aportan la estructura en bloques que promueve la no compartimentación de los contenidos por áreas del saber, la redacción se lee desde la divulgación de la ciencia, no por eso es incorrecto pero sí incompleto porque definitivamente como libros de texto en un contexto de educación formal el manejo debiera ser diferente, porque no se esta en una charla platicando de contenidos que puedan o no interesar sino que de esta información dependerá la asimilación y comprensión de conceptos científicos con las implicaciones, por lo que debe existir una estructura diferente entre la divulgación de la ciencia y la comunicación educativa de la ciencia<sup>80</sup>.

---

<sup>79</sup> El coordinador general en la elaboración de los libros de texto de la S. E. P. es el Dr. José Antonio Chamizo Guerrero, quien ha sobresalido por las aportaciones a su campo (química) y haber obtenido reconocimientos, como el premio Kalinga, por su labor en la divulgación de la ciencia, y haber sido director de Universum, Museo de las Ciencias, entre otras actividades.

<sup>80</sup> Si bien el concepto de comunicación educativa de la ciencia no es desarrollado o abordado por un autor en particular, aquí la vamos a entender como... la encargada de brindar los parámetros pedagógicos en la enseñanza de la ciencia desde la educación formal en cualquier forma de comunicación, considerando las aportaciones de la divulgación de la ciencia pero brindando alternativas educativas acorde a las necesidades educativas de los niños respetando las etapas de desarrollo y brindando congruencia a la formación de conceptos (no sólo en el concepto de energía sino cualquiera relacionado a alguna ciencia fáctica principalmente a nivel primaria dada la escasa investigación en este nivel en particular) a partir de la investigación en el aula.

En el momento en que el docente investiga se rompe con el desfase entre la investigación de escritorio y las necesidades en el aula; para ello debe ser comprometido con su profesión y manejar la teoría y poder llegar a la investigación-acción, el profesor tiene el mejor laboratorio educativo: su grupo.

Hay que puntualizar que no se puede operar con prescripciones generales, sino que se pueden ofrecer orientaciones o procedimientos alternativos uniformemente aplicados para lograr objetivos previamente seleccionados por políticas educativas<sup>81</sup> en este caso en la enseñanza de las ciencias naturales y en particular en la enseñanza del concepto de energía. A pesar de que se está trabajando con el concepto de energía, la problemática y forma de abordar el problema puede trascender a los conceptos científicos en general ya bien para física, biología ó química por ejemplo.

El propósito de la enseñanza básica de las ciencias naturales en la primaria consiste en fomentar actitudes de veracidad, tolerancia y respeto que permitan e impulsen la relación del niño con su ambiente. La labor del educador consiste en favorecer la praxisidad del educando, su interacción con otros y la recuperación de su experiencia. Al razonar sobre los fenómenos naturales que lo rodean y tratar de explicarse las causas que lo provocan, se pretende que evolucionen las concepciones del niño sobre el medio pero, sobre todo, que desarrolle su actitud científica y su pensamiento lógico<sup>82</sup>.

En el conocimiento contemporáneo sufrimos una excesiva compartimentación del conocimiento. La organización de las disciplinas las coloca como realidades estanques, el objetivo de cualquier curricula en ciencias fácticas y principalmente a nivel primaria debe considerar las ideas previas, esquemas alternativos de los niños esto para facilitar rupturas epistemológicas. Así independientemente del trabajo interdisciplinario para estructurar una recomendación curricular se debe por principio partir de los esquemas alternativos del alumno. Tanto el conocimiento como un todo integrado buscando la construcción de una cosmovisión abarcadora que permita una percepción totalizante de la realidad.

Una problemática básica en las propuestas curriculares interdisciplinares, consiste en los límites estrechos, pues chocan con problemas básicos como la propia formación del profesional, que necesitan establecer barreras conceptuales para comprender la relación de su especialidad con las demás áreas del saber provocando que cualquier conocimiento en una curricula transversal se vea bloqueada o alterada. La

---

<sup>81</sup> Las pautas son impuestas en este caso por la S. E. P. sin embargo, mas adelante se analizará la pertinencia de los objetivos al hacer propiamente las recomendaciones curriculares.

<sup>82</sup> En la antigua Grecia, los niños hacían ejercicios sobre fenómenos físicos, con el objetivo de buscar posibles explicaciones, el objetivo era realizar gimnasia mental.

currícula debe reflejar mejor la propia actividad científica; de manera que los estudiantes, lleguen a ser mas conscientes de las posibilidades y limitaciones de la ciencia como una empresa humana.

Los actuales libros de texto que distribuye la S.E.P. logran estructurar los temas de forma tal que el último bloque permita integrar lo aprendido durante el ciclo escolar, sin embargo, y de manera muy personal cuestionaria el manejo de conceptos que los niños logran desarrollar. En los libros de texto se observa una evidente tendencia a la divulgación de la ciencia, es decir, se tratan de explicar fenómenos pero no se puntualiza el concepto que implica, todo el proceso o caso contrario se menciona el concepto pero no se da la oportunidad de asimilar el mismo. El objetivo en la educación formal debe consistir en introducir al niño a la ciencia de una forma sistematizada a través de un proceso de comunicación educativa de la ciencia, aunque el concepto no se maneja propiamente por ningún autor considero el término más adecuado para identificar el proceso de enseñanza aprendizaje significativo de conceptos científicos en el aula. Lo anterior es porque si en la divulgación de la ciencia el objetivo, en el ámbito no formal, consiste en decodificar los términos científicos y adecuar el discurso al público en general, como se mencionó en el capítulo tres<sup>83</sup>, la comunicación educativa de la ciencia implicaría el desarrollo de alternativas en la instrucción para propiciar un aprendizaje significativo en el desarrollo de conceptos científicos en la educación formal.

El desarrollo es un proceso continuo donde las estructuras no están fijas ni determinadas de antemano, sino que deben ser desarrolladas y construidas a diferentes planos, en periodos subsecuentes. Los procesos educativos pueden favorecer o entorpecer el desarrollo. De ahí que cabe preguntarse en qué medida las políticas y estrategias de nuestro sistema educativo se adaptan a ciertos principios básicos y favorecen el proceso de adquisición de conocimientos.

El desarrollo cognoscitivo es dependiente de las interacciones con el medio físico y social, mediante acciones, operaciones y cooperaciones que los individuos realizan con esos medios. Se puede propiciar dicho desarrollo proporcionando al individuo ambientes físicos y socialmente propios que brinden mayores oportunidades de experimentación activa. La adquisición de nuevos conocimientos presupone una estructura cognoscitiva adecuada que los pueda integrar. Los diferentes contenidos e informaciones que se transmiten al individuo deben ser acordes con las estructuras cognoscitivas alcanzadas en cada nivel o etapa de desarrollo.

---

<sup>83</sup> El ejemplo consistía en identificar a la disciplina como un terreno bien delimitado, una isla, la divulgación sería la construcción de puentes que unen islas diferentes, esto situado en el mar del entendimiento humano, el divulgador sería el responsable de crear esos puentes entre las islas, propiciando el acercamiento entre los campos y así facilitar el tránsito de las ideas y el conocimiento.

El desarrollo cognoscitivo precede conforme a una secuencia invariable de estadios, son periodos de transición situados entre cada uno de los niveles. Durante estos periodos de transición es cuando puede favorecerse el desarrollo, mediante la confrontación activa del individuo con su medio físico y social, permitiéndole cambiar su propio punto de vista y tomar en cuenta otras posibilidades. Sin embargo, se debe tener siempre muy presente que no se obligará al niño a saltar etapas en su desarrollo debido a que lo anterior ocasionaría un entorpecimiento o bloqueo del desarrollo debido a fuertes desequilibrios en las estructuras cognoscitivas produciendo a lo más "pseudo-aprendizajes" de los contenidos a construir.

La investigación sobre las ideas de los estudiantes en ciencias y el modo en que cambian como resultado de la enseñanza puede considerarse como parte de una visión más amplia sobre el aprendizaje. Una característica clave en las concepciones del aprendizaje, que se utilizan actualmente en psicología cognitiva, es la idea de construcciones de esquemas<sup>84</sup> alternativos. Dichos esquemas son usados quienes aprenden para interpretar nuevas situaciones. Más aún se admite también que estos esquemas son activamente contruidos por el que aprende. Quienes aprenden no absorben simplemente lo que se les dice, necesitan comparar lo que sabían con lo que se les está diciendo para poder llegar a una conclusión personal, lo importante es orientar esas conclusiones a lo más verdadero y cierto posible, en el entendido de que la ciencia aporta conocimiento verdadero y cierto pero no acabado. El proceso de aprender implica que el que aprende aporta sus esquemas o maneras de pensar existentes al enfrentarse a una situación intentando comprenderlas.

Lo que aprende el alumno no dependerá sólo de las características de la situación presentada en el texto sino también de la calidad en la comunicación educativa en el aula, pero definitivamente tanto el texto como el docente como mediadores juegan un papel determinante en el proceso. El proceso de aprendizaje es una interacción entre los esquemas mentales del que aprende y características del medio de aprendizaje. Esta concepción constructivista del aprendizaje coloca así al que aprende en el centro del proceso de aprendizaje. Lo que se aprende en cualquier programa de trabajo depende de las ideas previas que tienen los

---

<sup>84</sup> Piaget explica al esquema como algo más que una simple respuesta a un estímulo, es una respuesta que busca un estímulo. Es un patrón de conducta por medio del cual el organismo hace contacto con su ambiente. Los esquemas son estructuras u organizaciones cognoscitivas, subyacentes o fundamentales y relativamente duraderas, a las que se asimilan nuevos actos. En el proceso de acomodación y asimilación, los esquemas se modifican o cambian.

Driver explica a los esquemas alternativos como una teoría personal con determinado nivel de congruencia interna que satisface al sujeto de manera personal al explicarse el por qué de un fenómeno determinado. El que estas explicaciones sean personales no significa que no se encuentren en otras muchas personas. Investigaciones en esta línea han puesto de manifiesto que se encuentran concepciones similares en alumnos de medios y países diferentes, cuando se les plantean situaciones parecidas. Esto podría explicarse desde la influencia que las experiencias sensoriales tienen en la creación de dichas áreas.

estudiantes, las estrategias cognoscitivas de que disponen y también de sus propios propósitos e intereses. Esta concepción del aprendizaje plantea aspectos fundamentales para la planificación del currículo.

Es fácil comprender que los cambios en el pensamiento no tienen lugar en cortos periodos de tiempo. Realmente, la reestructuración necesaria de ideas puede requerir un periodo de años y no de una o dos lecciones en un año y esto puede hacer necesario adoptar una concepción evolutiva en cualquier planificación del currículo a largo plazo. Como Strauss<sup>85</sup> sugiere... " una unidad del currículo que fomenta las actividades y las experiencias de verificación de los niños, si no está basada en una comprensión minuciosa del desarrollo de las competencias de los niños sobre el concepto, es esencialmente ciega y no debería esperarse que tuviera éxito como instrumento de enseñanza... necesitamos conocer el perfil de desarrollo antes de tomar decisiones sobre el contenido curricular, su secuenciación y temporalización. Sin embargo, por las características del seminario y por cuestiones de tiempo se presentará un ejemplo enfocado en sexto grado de primaria, pero evidentemente se requiere de replantearse una recomendación de primer a sexto grado.

Otra alternativa para abordar la misma problemática consiste en presentar un programa preventivo no remedial en la enseñanza de física para los alumnos que ingresarán a segundo grado de secundaria. Esto con el objetivo de reducir el índice de reprobación en secundaria en la materia de física.

---

<sup>85</sup> STRAUSS, S. and STAVY, R. U-shaped behavioral growth: Implication for Theories of development. Review of Child Development Research. Volume 6 (ed) W. Hartup. University of Chicago Press. 1982.

## **5.2. El desarrollo de los Esquemas Alternativos como fundamento de la recomendación curricular para la asimilación de conceptos.**

Actualmente se reconoce que las ideas previas o esquemas alternativos de los alumnos están presentes en todas las situaciones de aprendizaje en el aula. En las actividades escolares, los esquemas alternativos de los alumnos influyen las observaciones que hacen, las inferencias que desarrollen e incluso el camino en que estructuran una explicación. Lo que aprenden mediante situaciones de aprendizaje formales, como son los libros de texto, también está influenciado por los esquemas alternativos, pero a su vez el material que se le presente al niño formará y deformará esos mismos esquemas.

Hay una clara evidencia de que las ideas que los niños usan para interpretar fenómenos pueden diferir significativamente de las que se enseñan y que estas diferencias pueden implicar suposiciones sobre el modo en que ocurren las cosas. Dichas diferencias en el modo de ver las cosas pueden actuar como barreras para la comprensión de nuevos conocimientos.

Las concepciones de los niños sobre ciertos conceptos, por ejemplo, sustancia, peso, movimiento, fuerza, peso, trabajo influyen en cómo entienden cierto número de tópicos. Por lo que es necesario ir introduciendo sistemáticamente los conceptos, de una manera gradual de forma tal se facilite su comprensión y posteriormente el alumno los utilice como herramientas lingüísticas para dar sentido teórico a la explicación de nuevos conceptos en lugar de actuar como barreras cognitivas.

Aunque sería una simplificación excesiva sugerir que todos los niños siguen la misma ruta en la comprensión de nociones particulares, parece que existen tendencias generales en el modo en que se construyen ciertas nociones que podrían suministrar información muy útil para el desarrollo del currículo.

Las ideas de los alumnos no son un conjunto estático de nociones, por el contrario, son herramientas para aprender y forman una base para adquirir nuevas comprensiones mediante una forma de razonamiento analógico. Los niños tratan de entender situaciones nuevas "viéndolas como" algo que conocen o reconocen. De los resultados obtenidos en las evaluaciones aplicadas podemos tomar un ejemplo... a los niños se les enseña que las cosas tienen energía cuando tienen movimiento, y cuando se les quiere explicar la energía eléctrica, por inferencia dicen que ..."la electricidad tiene movimiento porque si no, no puede "tener" energía."

Esta imagen dinámica del razonamiento del niño se pone claramente en evidencia cuando situaciones novedosas se asimilan dentro de esquemas inapropiados. Una característica importante para la comprensión del pensamiento de los niños es apreciar que las concepciones que usan pueden ser coherentes vistas desde la perspectiva del niño. Un rasgo característico de las ideas de los niños que son limitadas en su generalidad y tienden a estar relacionadas con contextos específicos. Situaciones que pueden ser vistas como similares desde un punto de vista científico pueden ser interpretados por los niños utilizando nociones diferentes.

Incluso en algunos casos donde se nota la inconsistencia, puede no ser vista como un problema. Esto señala una diferencia significativa entre pensamiento cotidiano y pensamiento científico donde la coherencia es un criterio importante. En el pensamiento cotidiano tenemos un conjunto de ideas específicas para cada situación cuyas interrelaciones no son de importancia crucial. Este tipo de pensamiento es el que prevalece en los niños, tienen una explicación para cada situación, responden a la misma situación usando diferentes ideas en diferentes ocasiones. Es probable, que sea por esto mismo que pueda ocurrir el aprendizaje y el cambio conceptual.

La electricidad es una noción no bien definida que incorpora potencia, corriente<sup>86</sup> y energía. El carácter indiferenciado de algunas nociones permite que los niños pasen de un significado a otro sin ser necesariamente conscientes de ello, esto se explica en las inconsistencias del pensamiento del niño. Un factor determinante para poder pasar de un pensamiento cotidiano a un pensamiento científico consiste en hacer conscientes los conocimientos que el niño ya posee..

El pensamiento de los niños pequeños se caracteriza también por una tendencia a dar interpretaciones en términos de propiedades de los objetos antes que en términos de interacciones en sistemas, es decir, sus interpretaciones están guiadas por sus percepciones. Por ejemplo: los niños reconocen que actúa una fuerza cuando se observa un movimiento, pero si ven una balanza en equilibrio es menos probable que consideren la existencia de fuerzas en sistemas de equilibrio estático. La idea de que es el cambio lo que requiere explicación está en la raíz del razonamiento causal lineal. Los niños postulan una causa que produce una cadena de efectos en orden lineal temporal. Este tipo de razonamiento se ha identificado en las ideas sobre varios fenómenos y se ha sugerido que tiene sus orígenes en esquemas de acción tempranos de los niños pequeños<sup>87</sup>.

---

<sup>86</sup> Es un error muy generalizado el hacer la analogía entre la corriente eléctrica y la corriente del agua, cuando esta es falsa.

<sup>87</sup> ANDERSON, B. and Karrquist, C. , How Swedish pupils, aged 12-15 years understand light and its properties. Eur. J. Science Education, 1983, pp 402

Los niños están guiados por el razonamiento causal, este razonamiento difiere de forma fundamental de la explicación en el pensamiento científico porque éste considera la reversibilidad de los fenómenos<sup>88</sup> y no necesariamente son vistos por los niños de la misma manera. Aunque en primer y segundo teóricamente los niños aún no poseen la habilidad cognitiva de hacerlo, a partir de tercer grado el niño ya está habilitado para ello, pero sin una intervención apropiada de la comunicación educativa en el aula tanto del docente como del material de apoyo como lo es el libro de texto no se promueve la reversibilidad en el pensamiento del niño. El niño puede entender como el calor puede transformar un sólido pero se le dificultará explicar como los líquidos se solidifican.

---

<sup>88</sup> En primer y segundo grado de primaria ( 6 y 7 años de edad) el niño se encuentra en un subperiodo del pensamiento operacional éste se caracteriza entre otros factores por la irreversibilidad, es decir, el niño no puede entender la posibilidad de la transformación inversa hacia el estado original. A partir de los 7 y hasta los 11 años el niño se encuentra en el subperiodo de operaciones concretas. En este momento el niño ya posee un pensamiento reversible.

### 5.3. Recomendación para el diseño curricular.

Se puede mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje si aprendemos de la experiencia de todo aquello que resulta insuficiente, tanto en la forma en como entendemos el área del conocimiento que ofrecemos como en nuestro conocimiento del modo de impartir dicha área y esto se debe manifestar en el curriculum. La recomendación curricular se hará en dos niveles: didáctico y en actividades de enseñanza.

Las diferencias entre las ideas de los niños y el pensamiento científico nos da alguna indicación de los tipos de cambios y la magnitud de los mismos que podemos estar intentando fomentar en la comprensión de los niños durante la primaria.

Podemos identificar alternativas para diseñar propuestas curriculares en ciencias, algunas de ellas son:

- **Curriculum Tradicional Instruccional<sup>89</sup>.**- Ignoran los esquemas alternativos de los niños y basar la enseñanza únicamente en la estructura de la materia. La idea es que si la estructura de un tópico sea, por ejemplo, movimiento, fuerza, temperatura, trabajo, etc... se presenta de un modo bien organizado en términos de relaciones formales entre los conceptos vinculados.
- **Curriculum enfocado al descubrimiento.** Brindando la oportunidad al alumno para que descubra por si mismo, es decir basar el aprendizaje en la experiencia. De acuerdo a Anderson desafortunadamente este método generalmente fracasa, no porque los estudiantes sean incapaces de investigar por si mismos y extraer inferencias de sus observaciones, sino porque no descubren necesariamente lo que se pretendía. Esto es porque la experiencia por si misma no basta. Un caso en el que se puede observar este fenómeno en particular (aunque en un sistema no formal) son los museos interactivos de tercera generación, como Universum , Museo de las Ciencias ó Papatote, Museo del Niño, en los cuales los visitantes generalmente interactúan con los equipos sin reconocer el objetivo de los mismos, en muchos de los casos la evidencia empírica se usa para reforzar sus esquemas alternativos en lugar de generar el cambios y en el peor de los casos no se da ninguno de los dos anteriores. En esta alternativa por descubrimiento probablemente el factor que hace falta y resulta determinante es el mediador entre la información y al alumno que facilite tanto el proceso de aprendizaje como de enseñanza.

---

<sup>89</sup> Stenhouse, Lawrence, La investigación como base de la enseñanza, Ed. Morata, Madrid, 1998, págs. 183.

- **Curriculum basado en esquemas alternativos.** En tercer enfoque del problema es el que se ha venido planteando: un desarrollo curricular que tenga **como punto de partida los esquemas alternativos** de los alumnos capaz de permitir que esos esquemas se desarrollen y vayan cambiando. El proceso de cambio conceptual ha sido analizado desde varias perspectivas teóricas, autores como West, PinesNussbaum y Novick, Hewson y Hewson, Osborne y Freyberg han abordado esta investigación desde 1984 para la planeación curricular con jóvenes de 15 años en adelante. Es característico de sus planteamientos la inclusión de oportunidades para que los estudiantes hagan implícitas sus ideas, oportunidades para la intercambiar ideas y experiencias que ponen en cuestión las nociones que tienen los estudiantes, oportunidades para la introducción de nuevas ideas o para la reestructuración de nuevas ideas y oportunidad para emplear conceptos en situaciones variadas.

Quizá la aportación más significativa de esta modalidad de diseño consiste en transformar el pensamiento cotidiano haciendo conscientes los conocimientos del alumno, ampliando su razonamiento cotidiano para que pueda ser utilizado con confianza en un rango más amplio de situaciones.

El currículo, más que ser concebido como lo que debe ser aprendido se debe concebir como el conjunto de experiencias mediante las cuales los que aprenden construyen una concepción del mundo más cercana a la concepción del pensamiento científico. El que aprende llega a clase con ideas previas que necesitan ser tomadas en cuenta debido a que éstas influirán en los significados que se construyen en las situaciones de aprendizaje. Existen limitaciones que provienen del ambiente de aprendizaje de las escuelas, tiempos de clase, recursos materiales, expectativas del profesor, del estudiante y de los directivos sobre el conocimiento, la ciencia, las escuelas, las aulas y la disciplina en las mismas. De hecho los libros de texto de la S. E. P. tanto en el ámbito semántico e iconográfico consideran y parten en gran medida de los esquemas alternativos de los niños o ya bien de una situación vivencial para hacer referencia o introducir alguna explicación. La problemática en los textos radica en el hecho de la discontinuidad en un mismo tema.

Por ejemplo:

**Ciencias Naturales  
Tercer Grado  
Lección 25**

**Lección 25 "Todo esta en movimiento"**

**Pag. 110** La idea central en esta lección es...  
"Por más que estes en un lugar apartado y tranquilo siempre hay movimiento. El movimiento es una característica de todos los seres vivos. Incluso las plantas que parecen inmóviles, también se mueven."

**Pag. 111** Se explica que el viento es aire en movimiento y cómo se produce, no se menciona que a este fenómeno se le conoce como fenómeno de convección, sólo se le refiere como corriente de aire. Llegando a la siguiente conclusión....  
"No solamente las cosas vivas se mueven. El viento es aire en movimiento."

**Pag. 112** Se pide la elaboración de una veleta para ver la dirección del viento

**Pag. 113** Se explica que el viento deshace rocas y montañas y que este fenómeno recibe el nombre de erosión. La imagen inferior es utilizada para explicar que el agua también tiene movimiento, que una corriente de agua mueve las cosas a su paso y que así funcionan las ruedas hidráulicas.

En estas cuatro páginas se aborda mucha información sin embargo no facilitan la construcción de un conocimiento base, se puede proponer la explicación de esta lección desde diferentes tópicos:

- 1) Explicamos el porque todo tiene movimiento a partir del movimiento de rotación y traslación de la tierra.
- 2) Explicamos el fenómeno de convección y sus manifestaciones en lo cotidiano, en el baño, al cocinar, etc.
- 3) Explicamos el fenómeno de la erosión al igual que el punto anterior, reforzando el concepto a partir de situaciones cotidianas.
- 4) Explicamos el funcionamiento de las ruedas hidráulicas y las comodidades que nos brinda su existencia, etc....  
Lo importante aquí sería enfocarnos y abordar cada punto y no sólo mencionar la existencia de fenómenos de manera aislada.

En una sola página se desarrollan varios puntos que deben ser abordados con actividades específicas para una asimilación del niño y lograr un aprendizaje significativo, sin embargo la estructura didáctica en una sola página es deficiente. A pesar de que el texto posee elementos necesarios como experimentos, imágenes adecuadas y explicaciones que consideran esquemas alternativos, la estructura didáctica no es la conveniente.

#### 5.4. Diseño de una clase de Ciencias Naturales

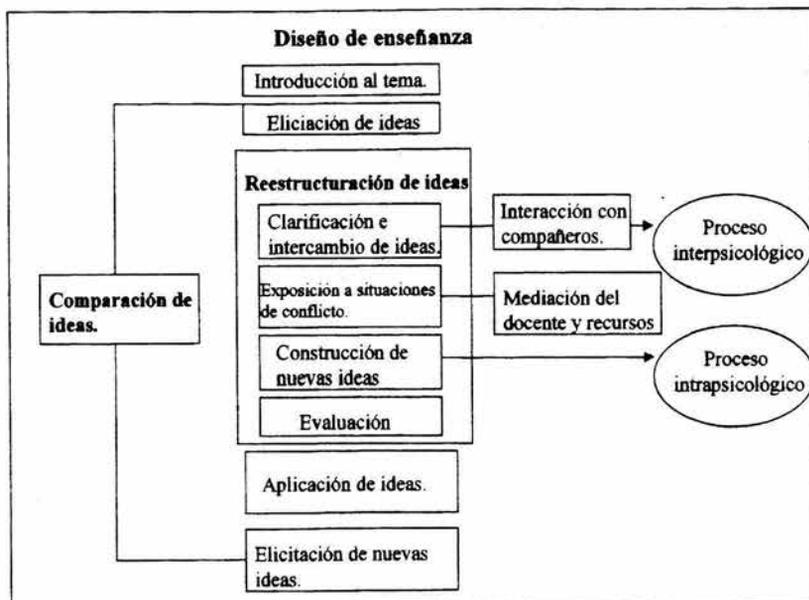
Durante una clase ordinaria se deben plantear secuencias de aprendizaje, de forma tal, que los que aprenden deben recorrer un camino desde su estado de conocimiento presente a un futuro. La cuestión curricular es ¿ Cuáles son las actividades de aprendizaje que hacen posible que esto ocurra eficientemente?

Reconociendo que no se puede cambiar la currícula de los libros de texto, y que en términos generales los libros poseen los elementos necesarios antes mencionados, lo que sí se puede hacer es cambiar el manejo del texto, no se alterarían los temas aunque si el orden y la selección de conceptos que se deben ir formando gradualmente, con el objetivo de brindarle al niño los elementos teóricos necesarios para comprender y construir su propio conocimiento. Ahora se presenta un esquema de conceptos sugeridos a desarrollar de primero a sexto de primaria:



Ahora, considerando los puntos anteriores y para contestar la pregunta antes señalada podemos puntualizar que debemos desarrollar actividades de aprendizaje alternas a las desarrolladas en los libros de texto, cabe sugerir que el papel del docente como mediador entre el conocimiento de los científicos y las comprensiones de los niños, se requiere que el docente sea capaz de diagnosticar el pensamiento de los niños y al mismo tiempo que lleve en su cabeza un mapa del dominio conceptual que permita sugerir actividades apropiadas y negociar significados.

Para diseñar una sesión debe considerarse lo siguiente:



La primer actividad a realizar en una sesión consiste en introducir el tema. En este punto la intención consiste en despertar el interés del niño hacia el tema y el concepto o conceptos vinculados al mismo. Se pueden ir formulando las preguntas pertinentes que promuevan la explicitación de las ideas de los alumnos acerca del tema primero de manera individual y posteriormente compararan sus ideas con las de sus compañeros en pequeños grupos. El docente, deberá seleccionar problemáticas diferentes para los equipos pero la condición es que todas esas problemáticas sean explicadas bajo el mismo sistema.

Por equipos harán explícita la posible solución al problema, una vez terminadas las exposiciones de equipo se podrá escoger una problemática para que la argumentación sea complementada a nivel grupal con

las observaciones hechas por todos los equipos. Se deben identificar semejanzas y diferencias en las ideas iniciales y la argumentación final.

En el proceso la orientación del docente es fundamental para ir promoviendo los elementos necesarios que faciliten al alumno llegar a la conclusión mas certera. Para llegar a este punto se pueden utilizar algunas actividades tales como:

- ❖ Confrontar las ideas de los estudiantes con contraejemplos. Lo anterior para promover insatisfacción con la argumentación inicial, promoviendo una disonancia cognitiva<sup>90</sup>.
- ❖ Ampliar el rango de aplicación de una concepción. Ejemplo... trabajo también es ....
- ❖ Diferenciación de una concepción. En muchas ocasiones las ideas que tienen los niños son muy generales, si se retoman experiencias particulares pueden ayudarles a clarificar y diferenciar sus nociones. Ejemplo... diferenciar entre calor y temperatura.
- ❖ En algunos casos será necesario que el docente brinde la respuesta a la problemática, de preferencia a través de analogías, sólo cuando se agote la posibilidad de que los niños la construyan.

---

<sup>90</sup> Esta teoría explica cómo cambian las personas sus condiciones (pensamientos, actitudes o creencias) Festinger propuso que las acciones de una persona están gobernadas por sus cogniciones y por el deseo de mantener un equilibrio o armonía entre ellas. No obstante, hay veces en que dos cogniciones entran en conflicto.

## CONCLUSIONES

La educación básica representa el nivel propicio para iniciar la enseñanza de las ciencias fácticas no con el objetivo de formar científicos, sino con la intención de utilizar a las ciencias naturales como ejercicio para formar una actitud crítica del niño con relación a su ambiente. A través de la enseñanza de las ciencias naturales se le puede enseñar al niño a pensar, de hecho los antiguos griegos realizaban prácticas al respecto, respetando la parsimonia que la comprensión de la realidad requiere fomentando en los niños la gimnasia mental desde esta perspectiva.

El proceso de enseñanza aprendizaje de conceptos científicos de acuerdo a Vigotsky se explica desde la ley de la doble formación del sujeto, en tanto el proceso intersicológico e intrapsicológico, el primero estimula a la Zona de Desarrollo Próximo y de acuerdo a Piaget el desarrollo cognitivo supone la adquisición sucesiva de estructuras que se van adquiriendo evolutivamente en sucesivas fases o estadios, caracterizados cada uno por un determinado nivel de desarrollo, para así llegar a un aprendizaje significativo del concepto científico. Partiendo de la aportación de la divulgación de la ciencia como aproximación del no conocedor hacia el conocimiento, desde conceptos espontáneos ( de lo concreto a lo abstracto ) y posteriormente construir los conceptos científicos ( de lo abstracto a lo concreto) podemos afirmar que en primaria podemos trabajar en el aprendizaje asociativo y actuar como facilitador de la reestructuración del pensamiento.

Tanto el discurso del docente como los libros de texto, entendidos como herramientas didácticas, pueden presentar lo que podemos identificar como errores conceptuales. Por ejemplo, en ocasiones para intentar explicar de una manera más sencilla un problema, con la intención de que otros lo entiendan, solemos utilizar ejemplos que desafortunadamente inducen al discente a una asociación errónea y simplista de fenómenos. Con lo anterior pretendo clarificar que el error conceptual no es necesariamente voluntario, y posiblemente al docente que esta presentando una elicitación de determinado fenómeno le clarifica la idea y posiblemente tiene claros los alcances de determinado ejemplo, pero al discente le puede generar una obstrucción de una posible modificación perceptual posterior.

Podemos explicar un deficiente aprendizaje de conceptos científicos si en la realidad aulica se presentan tanto errores conceptuales, como la falta de consideración de los esquemas alternativos de los niños, estos serán reflejados en el lenguaje, dado que el vector de desarrollo y del aprendizaje iría desde el exterior del sujeto al interior. Desde esta perspectiva se explica la importancia del docente en su papel de

mediador, capaz de regular tanto herramientas como signos que van ser presentados al discente, como la necesidad de establecer un proceso comunicativo educativo de la ciencia en el aula.

Si se parte de la premisa de que la educación básica sólo formará en los niños aproximaciones y nociones generales hacia las ciencias, la problemática no varía en absoluto. Sin embargo, el problema radicaría en que los errores se presentarían desde las nociones, ya no desde la formación de conceptos sino desde etapas anteriores. Y en un momento determinado se le niega al niño la posibilidad de trabajar en la ZDP, limitando sus potencialidades.

La comunicación educativa de la ciencia promueve y fomenta que el niño de educación primaria asimile el concepto de energía y no sólo este concepto. Si la comunicación de la ciencia tiene por objetivo compartir conocimientos entre científicos de la misma especialidad y grado, reduciríamos a su mínima intención las posibilidades que la comunicación en sí nos brinda. La comunidad científica brinda la opción de distinguir a la divulgación de la ciencia como aquella que posibilita aproximar el conocimiento científico hacia un público no conocedor. Desde el ámbito pedagógico encontramos a la comunicación educativa de la ciencia como alternativa, dado que ésta considera que se puede establecer un proceso comunicativo de docente a discente y entre discentes de forma tal que se desarrolle el proceso interpsicológico trabajando en ZDP de los niños respetando su desarrollo pero reconociendo que son capaces de ir construyendo el conocimiento en la formación intrapsicológica para que al momento de verbalizar se muestre en su esquema alternativo un aprendizaje significativo.

La comunicación educativa de la ciencia retoma la importancia de la formación de conceptos científicos para poder llegar en niveles posteriores a la comprensión y asimilación de sistemas complejos y resulta imperante que sea desde la educación básica este desarrollo gradual de conceptos, evidentemente seleccionados acorde al nivel del desarrollo de los niños, partiendo del entendido de acuerdo a Vigotsky que la formación de los conceptos científicos van de lo abstracto a lo concreto a diferencia de los conceptos espontáneos y del reconocimiento la subjetividad del factor cultural.

Los principales elementos que nos brinda la comunicación educativa son la intencionalidad formativa y no sólo informativa para abordar el terreno científico bajo una estructura formal y sistematizada del conocimiento que permite la formación de conceptos. Evidentemente la selección de conceptos es un punto medular para la enseñanza de los mismos. De hecho estos conceptos debieran ser seleccionados, como se menciona en la propuesta, a partir de un análisis de los esquemas alternativos y estos variarían de acuerdo al factor cultural, aunque no de manera absoluta.

La comunicación educativa de la ciencia puede valerse de todas las alternativas que la divulgación de la ciencia ha implementado en la intención de ésta: cuentos, comics e historias de ciencia ficción, actividades interactivas en equipos diseñados especialmente para demostrar algún fenómeno entre otros, pero evidentemente el objetivo cambiara en tanto se promueva no sólo la aproximación del alumno hacia un tema determinado sino que la alternativa comunicativa que la divulgación promueve se de con un objetivo educativo. La riqueza real de cualquier instrumento de enseñanza por muy bien diseñado que se encuentre radicara esencialmente en el docente que funja como mediador, de hecho este es el error común en los museos de ciencias interactivos, dado que los diseñadores de los equipos encuentran que los equipos ofrecen una demostración explícita de los fenómenos, pero evidentemente para uno que no esta involucrado con el fenómeno será visto desde la experiencia y sentido común.

En el salón de clase la realidad no es tan distante, debido a que en los textos se promueven actividades que demuestren "algo" pero si el docente no esta en "condiciones" de utilizar los experimentos para construir el conocimiento sino que espera que el experimento se demuestre como verdad por si mismo caemos entonces en el mismo error; si aunamos ésto al hecho de que en ocasiones la actividad no es significativa al texto previamente estudiado, toda actividad queda sin alternativa de servir como eslabón entre lo real y la teoría. De hecho las actividades de apoyo pueden servir para identificar si un concepto fue asimilado a simplemente memorizado, si el discente es capaz de explicar varios fenómenos de manera verbal o escrita, utilizando el concepto abordado entonces se puede vislumbrar que esta integrando el mismo, evidentemente esto a nivel primaria, dado que en niveles mayores los requerimientos cognitivos serán mayores.

El concepto de energía evidentemente será un término inacabado en educación básica, dadas sus características e implicaciones en la Física, sin embargo la educación básica debe brindar cuando menos las los conocimientos que le permitan construir poco a poco el concepto en general, el cual se abordará en su educación posterior. En otras palabras al niño se le pueden ir brindando de una forma sistematizada las herramientas teóricas, las cuales podemos considerar como piezas de un rompecabezas, pero estas piezas deben estructurarse en el niño de forma tal que le sean ciertas y útiles en lo inmediato pero con la confianza de que podrá ir armando sin temor un concepto sin que estas piezas queden sueltas o que le sean inútiles. Estas piezas del rompecabezas deberán ser construídas cuidadosamente desde la perspectiva pedagógica y considerando los esquemas alternativos del niño.

Todo sujeto posee una capacidad llamada inteligencia<sup>91</sup>, esta capacidad se ve potencializada a través de procesos de pensamiento básicos y de orden superior que generalmente esta latente de forma inconsciente. Cotidianamente dependemos de esta capacidad que se ve fortalecida gracias a la metacognición<sup>92</sup>. Las habilidades metacognitivas son de alto orden pero de áreas específicas. Es posible que una persona sea hábil y capaz metacognitivamente en ciertas áreas pero no en otras. El estereotipo cultural del "científico loco" deriva probablemente de esa posibilidad, un científico o profesor puede ser experto y capaz metacognitivamente en su campo, pero fuera de éste muestra muchas deficiencias. Entonces, la enseñanza de la ciencia puede aportar elementos necesarios para que el niño haga conscientes determinados conocimientos y desarrolle sus habilidades metacognitivas.

Por último sólo queda mencionar el porque la insistencia de analizar los libros de texto de la S.E.P. Tradicionalmente, los docentes se guían por los libros de texto dado que poseen los contenidos que la secretaria de educación pública establece, por lo que los utilizan para enseñar las asignaturas. Sin embargo, los libros de texto reflejan factores comunes, no únicos, de los programas educativos. Los objetivos establecidos en los libros,( es decir se muestran de manera implícita aunque no de manera explícita) y que deben ser abordados de acuerdo al programa mínimo, pueden ser buenos en el terreno educativo, pero están escritos desde principios generales (desde la teoría) pero con poco conocimiento de la problemática en el aula en el que van a ser empleados. Como se había mencionado anteriormente, el docente de educación básica no se caracteriza por tener una amplia formación en ciencias fácticas, por lo que sus referentes teóricos se fundamentan generalmente en los libros de texto de la S.E.P. De ahí la importancia de las recomendaciones para un mejor uso y diseño de éstos.

---

<sup>91</sup> El concepto de inteligencia como acción es la base para concebir la inteligencia como un proceso único y continuo, que inicia desde antes de nacer. Es la capacidad de comprender, evocar, movilizar e integrar constructivamente lo que de ha aprendido y de utilizarlo para enfrentarse a nuevas situaciones.

<sup>92</sup> La metacognición es la habilidad para pensar sobre el pensamiento, para tener conciencia de que uno mismo es capaz de solucionar problemas y para supervisar y controlar los propios procesos mentales. La metacognición es un proceso que permite regular la conducta mental y el aprendizaje, retomando la experiencia en todos los ámbitos de la vida es la reflexión que permite hacer y ser mas reflexivo el actuar así como las estrategias de aprendizaje, lo que conduce a un aprender , reaprender y desaprender de forma permanente.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANDERSON, B. and Karquist, C. *How Swedish Pupils, aged 12-15 years understand light and its properties*. Eur. J. Science Education, 1983, pp. 402.
- ARCINIEGAS, G., *El continente de siete colores*. Editorial Sudamericana, Argentina, 1965.
- ARDAO, A., *Asimilación y Transformación del Positivismo en América Latina*, Lexington, D.C. Heath and Co. 1971.
- ARMESTOS, C., *Por los senderos de la ciencia*, Celeste, Madrid, 1995. p.p. 50
- ATTENBOROUGH, D., *La vida en la tierra*, Fondo Educativo Interamericano, México 1981. p.p. 140
- AUSBUEL, *Mapas Conceptuales*. Narcea ediciones, 1ed. México
- BENITEZ Bribiesca, L. 1997, *Algunas reflexiones sobre el origen de la conciencia*, Ciencia Vol 48, No.2 , pp 53-60.
- BLISS, Chelsea College, University of London and Jon Ogborn, Institute of Education, University of London UK.
- BONILLA Martínez, Alfonso, *UNIVERSUM, Donde la ciencia es recreación*, revista IMPACTO, No. 2273, 1993.
- BONFIL Olivera Martín y TAPPAN Velázquez Martha, 1993 , *Los terminos científicos: su nacimiento y comportamiento en sociedad*, Ciencia, Vol. 44, pp. 253-267.
- BOWER, H. y Hilgard, E.R. *Theories of Learning*, New Jersey, Englewood, Prentice Hall 5a. Ed., 1981, p.p. 234
- BRAUNSTEIN, Nestor, *Psicología :Ideología y Ciencia*, Ed. Siglo XXI, México, 1975
- BRUNER, *El Proceso de la Educación*, Cambridge, Universidad de Harvard, 1960
- BRUNER, *Escuelas para Pensar, Una ciencia del aprendizaje en el aula*. Temas de Educación, Ministerio de Educación y Ciencia p.p. 82
- BRONOWSKY, J., *El asenso del hombre*, Fondo Educativo Interamericano, México, 1979. 123
- BRUNER J.S. *Toward a Theory of Instructions*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1967.
- CALVO Hemando, Manuel, *Periodismo científico*, Paminfo, Madrid, 1992, 36
- CALVO Hemando, Manuel (compilador), *Ciencia y comunicación*, Arbor, Madrid, 1991, p.p. 154
- COFER, C.N. y Appley, M.H., *Psicología de la Motivación, Teoría e Investigación*, México, Trillas, 1970, p.p. 287.
- COLL, César, *Psicología y Currículum*, Cuadernos de Pedagogía, Paidós México, 1991, pp. 174.
- COSNET, *Experiencias de la divulgación de la tecnología y la ciencia en México*, S.E.P., México, 1986. ( Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica = COSNET).
- DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO DE EDUCACIÓN ESPECIAL, Editorial. Diagonal Santillana Tomo 4
- DRIVER, R. and Tiberghien, A. *Heat and Temperature*. En R. Driver and E. Guessne (ed.) *Children's Ideas in Science*. University, Press, Milton Keynes, 1985.
- DUBROVSKY Silvia (compiladora), *Vigotski: Su Proyección en el Pensamiento Actual*, Ediciones Novedades Educativas. México, 1ª. Ed. , 2000, p.p.95.
- FERNÁNDEZ Pérez, M., *Evaluación y cambio educativo: el fracaso escolar*, Morata, Madrid, 1986. págs 158.
- GARCÍA Bergua, Alicia, *La divulgación por escrito, Algo más que un lenguaje claro*, Naturaleza 5/83.
- GESELL, A. , *El niño de 11 y 12 años*, Ed. Paidos, México, 1985, pp.126
- GOOD C.V., *Diccionario de Educación*, Nueva York, McGraw Hill, 1973, p.p. 536
- GREENO, *Estrategias para Solucionar el Problema del concepto*, A.E.R.A. 1982.
- GUEVARA Niebla, *La Catastrofe Silenciosa*, Editorial Siglo XXI, México, 1995.
- GUTIERREZ Torres, Francisco, *UNIVERSUM, El museo de las ciencias*, Información Científica y Tecnológica, Marzo 1993, Vol. 14, Núm 198.
- HANKE, L. (comp.) *Historia de la Civilización de América Latina: Fuentes e Interpretaciones*, Methuen, Londres 1969.
- IBARRA Martín, Francisco et al. *Metodología de la investigación social*. Ed. Pueblo y Educación, Cuba, 1997.
- KUHN, S. Thomas, *La Tensión Escencial*, F.C.E. México, pp. 380, 1976.
- KUHN, T.S. *The structure of scientific revolutions*, 2a. Edición, The University of Chicago Press, 1969.
- Libro de Ciencias Naturales, Sugerencias para su enseñanza. S.E.P.
- LOPEZ Beltrán, Carlos, *La creatividad en la divulgación de la ciencia :La recreación del mensaje Científico*, Naturaleza, 5/83.
- LABINOWICZ, Ed , *Introducción a Piaget. Pensamiento, aprendizaje, enseñanza*. Addison Wesley Longman / Pearson Educación, México, 1982, 1ª reimpresión 1998, p.p. 309.
- MORENO, M. *Ciencia, Aprendizaje y Comunicación*, Ed. Laia, Barcelona, España, 1988.
- OSBORNE R. And Freiberg P. *Learning in Science. The implications of children's science*, Heinemann, London, 1985

- PANSZA G. Margarita, Fundamentación de la Didáctica, Tomo 1, 5ª. Ed. Gemika, México 1993. 214 pp.
- PIAGET, Jean., A dónde va la Educación, Barcelona, Teide, 1938, p.p.
- PIAGET, Piaget's Theory, en Mussen, P.H. (editor) Carmichael's Manual of Child Psychology, pg. 707, Vol 1, New York: Wiley&Sons, 3a. Edición. 1970
- PIAGET, Jean y García Rolando, Psicogénesis e Historia de la Ciencia, Ed. Siglo XXI, 6ª ed. México, 1994, p.p. 252.
- PRIETO Castillo, Daniel, La Pasión por el Discurso, Ediciones Coyoacán, México, 1998. 142 p.
- RAMOS Pérez, Arturo, La Universidad y el Estado en México bajo el contexto de la globalización y el TLC, Globalización, Estado y Universidad.
- REDONDO, E. Educación y Comunicación, Madrid, C.S.I.C., 1956.
- REVISTA ESPAÑOLA DE PEDAGOGÍA, Año XLIV No. 171, enero-marzo 1986.
- RIVERA, Angel, Premio Nacional de Divulgadores de Ciencia, Ciencia y Desarrollo, Julio-Agosto, 1995 Vol. XXI No. 123.
- ROQUEPLO, P. El reparto del saber, Gedisa, Argentina, 1983, p.p. 98
- ROSALES, Jaime, UNIVERSUM: Novedosa práctica para enseñar y difundir ciencia, UNAM HOY, Año 2, No. 4, Enero-Febrero 1993.
- RUBIO Godoy, Miguel, 1997, De minotauros, alebrijes y otras quimeras, Ciencia y Desarrollo, Vol 22, No. 132, pp 76-85.
- SAAVEDRA Novoa, María Eugenia, Divulgar los misterios del cosmos: labor de Julieta Fierro, UNAM HOY, Año 5, No. 25, Julio-Agosto, 1996.
- SAGASTI, Francisco R., Ciencia, Tecnología y Desarrollo, F.C.E., México 1981.
- SAMPIERI Hernández, Roberto et al. Metodología de la Investigación, segunda reimpresión, Ed. Mc. Graw-Hill, México, 1997.
- S.E.P. Planes y programas de estudio.
- SOMEDICYT, Memorias de los congresos de la SOMEDICYT, (de 1991 a 1995), México.
- STENHOUSE, La investigación como base de la enseñanza, Ed. Morata, Madrid, 1998, pag. 183.
- STRAUSS, S. and STAVY, R. U-shaped behavioral growth: Implication for Theories of development, Review of Child Development Research, Volume 6 (ed) W. Hartup. University of Chicago Press. 1982.
- TIRADO Segura, Felipe, La experiencia museográfica como fenómeno psicoeducativo, Revista Mexicana de Psicología Vol. II No. 2.
- TONDA, Juan, Enseñanza y Divulgación de la Física, ADN Editores, Facultad de Ciencias de la UNAM, 1996, 198
- TONDA, Juan, Panorama General de la Divulgación de la Ciencia, ADN Editores, Casa de la Ciencia, Sonora, 1998, p.p. 158
- TONDA, Juan, La función educativa de la divulgación, ADN Editores, UNAM p.p. 127
- VARINE Bohan (1987) Museum, en The New Encyclopaedia Britannica, Knowledge in Depth, Macropedia, Volumen 13, Chicago, Benton 15ª Ed.
- VAZQUEZ, J.A. La ciencia bajo el escrutinio filosófico: Análisis del Método, Ciencia y Tecnología, Suplemento de El Nacional, 1997, año1, No. 4 pp 3-5.
- VIGOTSKY, L. El Desarrollo de los Procesos Psicológicos Superiores, Barcelona, Ed. Morata, 1979
- VIGOTSKY, Lev Semiónovich, Obras Escogidas II Conferencias sobre Psicología, Ed. Visor, España, 1982, p.p. 385.
- VIGOTSKY, Lev Semionovich, Pensamiento y Lenguaje, Ed. Quinto Sol, 3ª. edición, México, 1994.
- VILLAVICENCIO Caballero, Rosa del Carmen, Estilos de aprendizaje, Programa de información continua para becarios de la Dirección General de Divulgación Científica.
- VILLORO, Luis; Crear, Saber, Conocer, Editorial Siglo XXI, México, 1987.
- VIVALDI, Martín, Los géneros periodísticos, Paraninfo, Madrid, 1977, p.p. 112
- WATTS, D.M. Some alternatives views of energy. Physics Education, Vol., 18, 1983, pp. 213-217
- YARCE, Jaspers, La Comunicación Personal, p. 203, Pamplona, EUNSA.

## Summary

Science S.E.P. textbooks show us the way we have to teach science in elementary school. Many didactical difficulties encountered in this approach. This is shown here for the energy concept, which is an example of a theoretical term, it is not possible to introduce with the help of an operational definition it must be constructed by pedagogical considerations, neither can energy be shown to be a special case of a more general concept.

Research into learning about energy and alternative frameworks traced the source, but Educational Science Communication can give us the path to follow.