

**UNA APROXIMACIÓN HACIA LA COMPRENSIÓN Y
DESARROLLO DE LA METACOGNICIÓN EN LA ENSEÑANZA
DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES**

**JUAN CARLOS VILLA OSPINA 14887816
LUIS ALFONSO VAHOS ZAPATA 8394437
LIBARDO ARIEL BLANDÓN LONDOÑO 70031737**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN AVANZADA
MEDELLÍN
2001**

**UNA APROXIMACIÓN HACIA LA COMPRENSIÓN Y
DESARROLLO DE LA METACOGNICIÓN EN LA ENSEÑANZA
DE LAS CIENCIAS**

JUAN CARLOS VILLA OSPINA 14887816

LUIS ALFONSO VAHOS ZAPATA 8394437

LIBARDO ARIEL BLANDÓN LONDOÑO 70031737

**Monografía requisito para optar al título de
Especialista en Educación en Ciencias Experimentales**

Directora:

MARIA ALEXANDRA RENDÓN URIBE

Especialista En Educación

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN AVANZADA
MEDELLÍN**

2001

Nota de aceptación

Jurado

Jurado

Medellín, Enero 18 de 2001

CONTENIDO

RESUMEN	9
1. EL PROBLEMA	11
1.1 FORMULACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	11
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1. Objetivo General	15
1.2.2. Objetivos Específicos	16
1.3. JUSTIFICACIÓN	17
2. MARCO TEÓRICO	21
2.1 APRENDIZAJE	21
2.1.1. Sustentación Biológica.	25
2.1.1.1. Localización Del Aprendizaje.	28
2.1.1.2. Control Del Aprendizaje.	29
2.1.1.3. El Substrato Del Aprendizaje	31
□ Teoría conexionista del aprendizaje y la memoria.	37
2.1.2. Algunas teorías cognitivas relacionadas con el aprendizaje y la metacognición	38
2.1.2.1. Elementos De La Teoría Piagetiana.	39
2.1.2.2. La Teoría De Ausubel	52
2.1.2.3. Algunos planteamientos de la teoría de Vigotsky sobre el aprendizaje.	60

2.1.2.4.	Constructivismo	66
2.2.	METACOGNICIÓN	70
2.2.1.	Los precursores	73
2.2.1.1.	Ausubel y la metacognición	74
2.2.1.2.	Convergencia de las teorías psicológicas de Piaget y Vigotsky con la teoría de la metacognición	76
2.2.1.3.	La teoría del procesamiento de la información y su relación primigenia con la metacognición	79
2.2.1.4.	Evolución del concepto metacognición	83
2.2.2.	Como aprender metacognitivamente	93
2.2.2.1.	Metaatención	95
2.2.2.2.	Metamemoria.	103
□	Metacognición de las estrategias de la memoria.	108
□	Relación entre la metacognición de la memoria y el aprendizaje.	111
2.2.3.3.	Metacomprensión.	112
2.2.4.	Técnicas de ejecución en la metacognición	119
3.	TALLERES DE APLICACIÓN SOBRE ESTRATEGIAS METACOGNITIVAS	122
3.1.	PRESENTACIÓN	122
3.2.	INTRODUCCIÓN	124
3.2.1.	Componentes de la metacognición	125
3.2.1.1.	Conocimiento y control de sí mismo:	126
3.2.1.2.	Conocimiento y control del proceso:	128
□	Tipos de conocimiento	128

□	Control ejecutivo del comportamiento:	129
3.3.	OBJETIVOS	131
3.4.	METODOLOGÍA	131
□	Fase 1: Acercamiento teórico	132
□	Fase 2: Talleres “Aplicación de estrategias metacognitivas”	132
□	Fase 3: Evaluación	132
3.5.	TALLERES SOBRE METAATENCIÓN:	133
3.5.1.	Introducción.	133
3.5.2.	Objetivos de la metaatención	134
3.5.3.	Actividad 1: Taller sobre identificación de estímulos en la atención	135
3.5.4.	Actividad 2: Taller sobre limitaciones en la atención	137
3.5.5.	Actividad 3: Taller sobre regulación de la atención	140
3.6.	TALLERES SOBRE METAMEMORIA	142
3.6.1.	Introducción	142
3.6.2.	Objetivos de la metamemoria	144
3.6.3.	Actividad 1: Taller sobre reconocimiento de las formas de memori	145
3.6.4.	Actividad 2: Taller sobre memoria a corto plazo	149
3.6.5.	Actividad 3: Taller para el trabajo de la memoria a largo plazo	152
3.6.6.	Actividad 4: Taller sobre autorregulación de la metamemoria	154
3.7.	TALLERES DE METACOMPRESIÓN	156
3.7.1.	Introducción	156
3.7.2.	Objetivos de la metacomprensión	160
3.7.3.	Actividad 1: Taller sobre comprensión de lectura	161
3.7.4	Actividad 2: Taller sobre preconceptos	164

3.7.5. Actividad 3: Taller sobre evaluación de objetivos	167
3.7.6. Actividad 4: Taller sobre autorregulación de la metacompreñión.(anticipación creativa)	170
3.8. EVALUACIÓN	174
3.9. SUGERENCIAS	175
4. CONCLUSIONES	176
5. RECOMENDACIONES:	180
BIBLIOGRAFÍA	182
ANEXOS ACOMPAÑANTES	189

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Formas De Las Hojas Simples	189
Anexo B. Bordes – Ápices y Bases Foliareas	190
Anexo C. Vivir Con El Mal.....	191
Anexo D Galileo. La Ley De La Caída De Los Graves	194
Anexo E. El Gen De Una Planta Destruye Los Tumores En El Cerebro	198
Anexo F. Síntesis Orgánica.....	202
Anexo G. La vida.....	203
Anexo H. Tamaño Y Estructura Del Universo	204
Anexo J: El Milagro De Aspirina	205
Anexo K. Los Secretos De La Gripe	206
Anexo L: Laboratorio De Fecundación Artificial.	207
Anexo M: Sin Titulo.....	208
Anexo N: Ese Lunar Que Tienes	209
Anexo P: Mapa conceptual-teoría piagetiana.....	210
Anexo Q: Mapa conceptual-teoría de Ausubel.....	211
Anexo R: Mapa conceptual-teoría de Vigotsky	212

RESUMEN

La inquietud que nos movió a realizar el presente trabajo está fundamentada en el cómo ayudar a entender la naturaleza de las ciencias utilizando como estrategia la metacognición, estrategia que ha causado gran impacto en los últimos años debido a que permite hacer consciente al sujeto en los procesos que ocurren en un acto de aprendizaje. Lo anterior permite que la observación, la atención, la memoria, la comprensión y demás acciones para aprender se agudicen optimizando en gran medida, la capacidad intelectual del sujeto que aprende.

El trabajo consta de cuatro partes esencialmente:

- Conceptos generales sobre lo que es el aprendizaje como tal y cómo se realiza en el aparato mental del individuo que aprende, es decir sus procesos vistos desde la biología, la estructura y su fisiología en el cerebro, al respecto, se tuvo en cuenta la localización del aprendizaje, el control del mismo y el sustrato en el cual se abre paso en el sujeto. En cuanto al sustrato se hace un análisis somero sobre la formación reticulada, la plasticidad cerebral, y la teoría del conexionismo, análisis que permite visualizar, de una óptica el fenómeno del aprendizaje.

- Bosquejo general de las teorías de Piaget, Ausubel, Vigotsky y el procesamiento de la información; teorías que influyeron en gran manera en el desarrollo de la metacognición. En esta sección se hace un análisis general sobre las interrelaciones entre estas teorías y la metacognición
- Conceptos generales sobre la teoría metacognitiva, objetivos y conceptos teóricos que la sustentan. Aquí se presenta un marco general sobre la metacognición, cómo está estructurada y cómo utilizada como estrategia conduce a desarrollar habilidades en el aprendizaje del individuo.
- Por último se entrega una serie de talleres dirigidos a grupos de docentes, orientados hacia el conocimiento de la metacognición y desarrollo de habilidades metacognitivas; dichos talleres presentan el siguiente derrotero metodológico:
 - Conceptos generales al principio de cada uno para dar luces sobre lo que se pretende con cada taller.
 - Objetivos,
 - Desarrollo
 - Evaluación de cada situación.

UNA APROXIMACIÓN HACIA LA COMPRENSIÓN Y DESARROLLO DE LA METACOGNICIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

1. EL PROBLEMA

1.1 FORMULACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo lograr que los maestros de ciencias experimentales comprendan que la metacognición, como conjunto de habilidades y competencias, es necesaria para desarrollar y lograr en los estudiantes de secundaria un aprendizaje significativo, con altos niveles de comprensión y que sea duradero?

Facilitar el desarrollo de la metacognición en el proceso de enseñanza de las ciencias experimentales es el reto que el docente debe asumir a la hora de realizar las actividades inherentes a la labor pedagógica diaria, pero *¿cómo plantear propuestas didácticas y metodológicas que permitan al docente despertar las habilidades metacognitivas en sus estudiantes considerando las diferencias individuales que existen en los modos de conocer, y*

optimizarlas en él mismo de acuerdo a sus propias condiciones actitudinales y aptitudinales?

En la cotidianidad del desarrollo de la práctica docente se presentan situaciones en las cuales el profesor siente que no tiene ninguna influencia o control en el proceso educativo, especialmente en lo que atañe al aprendizaje de las ciencias experimentales en los alumnos y, que a pesar de desarrollar estrategias de motivación no logra precisar los factores que impiden la interiorización de los conceptos y los procesos que el discente utiliza para aprender.

Ejemplos claros los podemos encontrar cuando el estudiante expresa *"no entiendo"* y ubica la necesidad de acercarse al conocimiento fuera de él, culpando al profesor, al texto o al sistema de su dificultad para comprender; es importante puntualizar que el alumno no implementa ninguna acción para cambiar esta situación, simplemente se disgusta, no hace nada y modifica su comportamiento asumiendo actitudes en las cuales utiliza algunas frases como: *"esto no me entra"*, *"el profesor no sabe explicar"*, *"ese tema es muy difícil"*, así como otras de igual talante, estas posiciones pueden ser causadas por la ausencia de una actitud reflexiva, es decir por la falta de conciencia que tiene de los procesos involucrados en su aprendizaje, lo que

denota también escasa capacidad de autorreflexión e inconvenientes derivados de debilidades en la motivación tanto intrínseca como extrínseca.

De igual manera el problema se amplía con la actitud que asume el maestro ante estos hechos, cuando confundido no visualiza claramente motivos como: diferencias en los modos individuales de conocer, diferentes estilos cognitivos y de aprendizaje, niveles de desarrollo, ni considera los factores emocionales, ambientales y/o socioculturales y busca en frases como: "*los estudiantes son perezosos*", "*los alumnos no aprenden nada*", "*explico y explico...*" justificación del fracaso en el proceso de aprendizaje de sus estudiantes.

Por las razones anteriores el docente deberá implementar estrategias que le permitan motivar a sus alumnos para que ellos le encuentren sentido a lo que aprenden. Los vacíos en el proceso de aprendizaje son originados de manera exógena en los mecanismos que la escuela y los docentes han usado tradicionalmente, así como en factores endógenos entre los cuales se enuncian la no toma de conciencia, la poca reflexión sobre los elementos involucrados en su aprendizaje, entre otros, que son relativos a las características propias de los alumnos. La falta de análisis que se detecta en este tipo de trabajo hacen de especial relevancia la implementación en la actividad cotidiana del aula de estrategias metacognitivas, con todo lo que

este cambio conceptual, procedimental y metodológico implica, ésta es una opción de gran validez que pretende mejorar la eficiencia y perdurabilidad del aprendizaje de las ciencias .experimentales.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Plantear una propuesta pedagógica que permita a los maestros conocer la teoría de la metacognición y desarrollar procesos de esta índole en el aula mediante la presentación de talleres tipo, así como proponer alternativas que el docente puede utilizar para lograr que el proceso de aprendizaje en el estudiante de ciencias experimentales sea significativo y alcance niveles representativos de comprensión.

1.2.2. Objetivos Específicos

- 1.2.2.1. Identificar teóricamente algunos aportes desde la neurociencia y en particular de la neuropsicología en relación con la sustentación biológica del aprendizaje
- 1.2.2.2. Destacar algunos postulados de Piaget, Ausubel Vigotsky, y la teoría del procesamiento de la información en relación con el aprendizaje, reconociendo su incidencia en una nueva postura o enfoque pedagógico.
- 1.2.2.3. Diferenciar los procesos que componen la metacognición reflexionando sobre las implicaciones educativas que son necesarias para su adecuado desarrollo.
- 1.2.2.4. Diseñar una serie de talleres a través de los cuales el docente pueda reconocer las estrategias metacognitivas a implementar en el proceso enseñanza – aprendizaje y que a la vez comprenda que éstas son necesarias para mejorar el rendimiento de los estudiantes en el aprendizaje de las ciencias experimentales

1.3. JUSTIFICACIÓN

-

Cómo lograr en los estudiantes un aprendizaje comprensivo y significativo es la pregunta que todo docente se plantea al enfrentarse ante un grupo de personas que están en el aula de clase con actitud interrogadora, con intereses diversos y que en ocasiones no tienen relación con el aspecto académico, algunos piensan que siendo buenos alumnos podrían llegar muy lejos, mientras otros están ahí, por estar, porque en la casa no los soportan o tienen que ir al colegio porque esa es la decisión de los padres, sin descartar las vicisitudes que vive el adolescente en su cotidianidad. Lo anterior es lo que sucede diariamente en las aulas de la gran mayoría de los establecimientos educativos, especialmente en la Escuela Básica Secundaria y Media, por tal razón es necesario detenernos a pensar cómo lograr que los estudiantes de estos niveles se motiven a interiorizar los conocimientos básicos que les ofrece la Escuela y logren colocarse en una posición desde la cual tengan acceso a mejores posibilidades para cambiar su visión del mundo y por ende avanzar social y humanamente, así como desenvolverse con éxito en ámbitos profesionales.

De este modo el acceso a la cultura y al conocimiento permite a los adolescentes aprovechar todos los recursos para mejorar su situación ante la sociedad y ante la creciente cantidad de información que llega a través de

todos los medios de comunicación, prepararse para afrontar la vida en estas circunstancias es casi una obligación de cada individuo en el mundo posmoderno para solucionar los problemas de supervivencia y la de aquellos que aún dependen de él.

Con base en los cuestionamientos anteriores se proponen tres aspectos que podrían ser básicos para el docente en el desarrollo de las actividades escolares del bachillerato, aspectos que de aprovecharse con acierto solucionarían, en gran proporción, la crisis del estudiante actual. Como primera medida el alumno debe lograr hacer consciente el aprendizaje, es decir, debe saber cómo conocer o aprender, en segundo lugar estimular la automotivación y como tercer punto se debe favorecer el desarrollo de sus habilidades mentales. Si el docente trabaja estas tres premisas puede lograr avances significativos en el desarrollo cognitivo de los estudiantes y, a la vez está preparando a los alumnos para un futuro cercano en el que tendrán que aprender a sortear situaciones inesperadas, tomar decisiones y contribuir al desarrollo y evolución de su propia cultura. Para cada uno de los anteriores planteamientos existen metodologías que han sido utilizadas por investigadores como Margarita de Sánchez (1991); Carlos Soto (1999); Cristina Roces Montero (1999), entre otros, las propuestas hechas con los lineamientos anteriores pueden combinarse para atacar desde tres puntos diferentes el problema que se detecta en el aprendizaje de los jóvenes.

Las estrategias antes anotadas se apoyan en el constructivismo, enfoque pedagógico y didáctico en el que el alumno aprende mientras forma su propio conocimiento, de igual manera el quehacer docente bajo esta corriente pedagógica exige compromiso del maestro y una preparación teórica bastante grande para poder llevar acertadamente el proceso de elaboración de los conceptos por parte del estudiante partiendo de lo que él ya sabe y/o de los recursos que tiene a su disposición, estas estrategias se pueden englobar bajo una propuesta de índole metacognitivo, la cual es el objeto de este trabajo al pretender brindar orientaciones al maestro – tanto teóricas como prácticas - que le permitan acercarse a la metacognición y considerarla una alternativa válida para elevar los niveles de aprendizaje, se hace necesario aclarar que no se trata simplemente del análisis de las causas del fracaso académico, sino de ir más allá, al fondo de lo que significa desarrollar la atención, la memoria y la comprensión en el componente *meta*-para entender lo que realmente es aprender.

En razón de los anteriores cuestionamientos vemos necesario utilizar mecanismos cognitivos que le permitan al que ejerce la labor docente hacer consciente a quien aprende de su propio aprendizaje para que éste sea más significativo, comprensivo y duradero. Como estrategia educativa la metacognición permite posibilitar el acercamiento al conocimiento; por tanto, si realizamos una serie de actividades con los docentes para que éstos

hagan consciente en el alumno el proceso del aprendizaje se habrá dado un gran paso.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 APRENDIZAJE

El término “aprendizaje” tiene muchas acepciones, según la Real Academia de la lengua aprendizaje viene del latín *aprendis*, que a la vez se deriva de *aprehendere* y *prehenderé* que significa percibir.

Aprendizaje es la acción de aprender algún arte u oficio y el tiempo que se emplea para ello. El verbo aprender significa adquirir el conocimiento de alguna cosa por medio del estudio o de la experiencia, tomar algo en la memoria.¹

Sin embargo “Aprendizaje es un término vago que incluye muchos fenómenos, con frecuencia mal definidos y que exige la consideración adecuada de su filogenia, de la complejidad progresiva del sistema nervioso

¹ Diccionario. R.A. tomo I, 19ª edición, Madrid 1970, p. 106.

que lo sustenta”², pero el término se torna en un concepto para explicar el comportamiento, aunque es difícil definir el aprendizaje, podemos pensar que es una modificación del comportamiento que se da de acuerdo a las experiencias recibidas por el sujeto. Según Alfredo Ardila y Carlos Moreno “se habla de cambios más o menos permanentes en el comportamiento, no debidos a la acción de determinados agentes farmacológicos, a la maduración, a la fatiga, y por lo común, resultados de la práctica”³. Respecto del aprendizaje, de acuerdo con Giseller Guttman: es el hecho de que un ser vivo, a la hora de enfrentarse con el medio ambiente, no se ve dotado exclusivamente de una serie de actividades congénitas relativamente rígidas, sino que posee, además, la capacidad de modificar sus modos de reacción en el curso de su evolución ontogénica; siendo, por lo tanto capaz de dar respuesta con nuevas reacciones a una serie de estímulos para lograr una mejor adaptación al medio donde vive.

El aprendizaje implica la adquisición de una habilidad o un conocimiento. Hay aprendizaje cuando nos enfrentamos a una situación de realizar una actividad que antes no estábamos en condiciones de hacer⁴. Una teoría del aprendizaje puede proponer que un solo hecho de aprendizaje produce un

² ARDILA, Alfredo y MORENO, Carlos. Aspectos Biológicos de la memoria y del Aprendizaje. México: Trillas, 1979. p.5

³ Ibid, p.9

⁴ DÍAZ, O. José Jaime. Cómo mejorar el rendimiento en el estudio. Medellín: Editorial Marín Vieco. 1992 p. 19.

cierto cambio en la composición química de las células nerviosas activadas⁵

Los mismos autores proponen que todo acto de aprendizaje necesita de varios estados internos, los cuales son aprendidos con antelación, por tanto, quien aprende debe disponer de ciertas habilidades intelectuales como sustituir símbolos por valores y resolver ecuaciones sencillas y tener métodos de autoadministración que rijan su propia conducta de atender, almacenar y recuperar información y de organizar la solución del problema en cuestión, estos tipos de estados internos dependen, en mayor o menor medida de los conocimientos previos del individuo que aprende. Dicen, además, que otros acontecimientos internos importantes para el aprendizaje son la motivación y una actitud de confianza en el aprender; establecen cinco categorías de resultados del aprendizaje de habilidades intelectuales que son similares de estrategias cognitivas, ellas son: información verbal, destrezas motoras y las actitudes, que se desglosan de la siguiente manera:

1. Habilidades intelectuales: capacidades que hacen competente al hombre, estas lo habilitan para responder a las conceptualizaciones del medio. Ellas son el pilar de la educación formal.

⁵ GAGNE Robert M. y BRIGGS Leslie J. La Planificación de la Enseñanza. México: Ed. Trillas, 1977 p 17.

2. Estrategias cognitivas: son las capacidades que gobiernan el aprendizaje, retentiva y conducta de pensar; su función es ejercer control.

3. Información verbal: Simple, nos llega oralmente a diario como nombres de objetos. También otra información más organizada es incorporada como acontecimientos históricos, logros científicos.

4. Destrezas motoras: son habilidades físicas como aprender a conducir un vehículo, a coger el lápiz, a hacer cosas.

5. Actitudes: son denominadas de dominio afectivo, Es la amplificación de las reacciones del individuo hacia ciertas personas, cosas o situaciones.⁶

⁶ Ibid, p 36-37

2.1.1. Sustentación Biológica.

El aprendizaje no es un fenómeno simple, es un proceso complejo que presenta formas diferentes de él, tiene características de distintos estratos evolutivos y por tanto, en él surgen la aparición de nuevas estructuras nerviosas. Cuando hablamos del aprendizaje en la rata o el hombre, lo estamos haciendo bajo un mismo proceso histórico, por eso hay que tener en cuenta la “Historia Natural” del aprendizaje aunque la realidad sea igual para todos; la información que recibimos de cada uno es diferente dado que son distintos sus sistemas sensoriales y aún más, sus niveles de procesamiento varían según su filogenia, de ahí que son muy diferentes las posibilidades de lograr una modificación de su comportamiento a través de su experiencia. Aprendizaje es también lograr cambios en la probabilidad de una respuesta y creación de hábitos entre otras⁷.

El problema del aprendizaje se halla en el problema de la vida, de ahí que cuando Piaget inició su tarea interrogando a la Biología, tuvo el sentido profundo de que las condiciones del conocimiento tienen su origen en los principios fundamentales de la organización viviente, él Intentaba concebir el *isomorfismo* estructural entre las organizaciones biológicas y cognitivas⁸.

⁷ Ibid, p 10

⁸ PIAGET, (1967). Citado por MORÍN Edgar. El Método III. Madrid: Ed. Cátedra, 1994, p.45

Dice Edgar Morin que el conocimiento de la vida nos permite la vida del conocimiento, parafraseando a Maturana.

Maturana vio desde el punto de vista de la biología que la cognición es un proceso dependiente del sujeto, está subordinada a él, como proceso. La cognición constituye la organización del sujeto *cognoscente* y como fenómeno individual depende de la autopoiesis del sujeto cognoscente y que los *estados cognitivos* como estados del sujeto, están determinados por el modo como se realiza la autopoiesis. Plantea, además dicho autor que la fuente de todo conocimiento se halla en el cómputo del ser celular; la dimensión cognitiva está *indiferenciada* de la organización productora del ser y de la organización de la acción y, aunque este conocimiento fuera diferenciado y automatizado no se separaría de la organización de la acción del ser, hacer y conocer en el dominio de la vida están originalmente indiferenciados, y aun cuando se diferencien seguirán siendo inseparables⁹.

Cuando nos proponemos investigar las bases del *aprendizaje*, nos hallamos frente a la dificultad que supone dicho concepto, dado que desde la psicología su conceptualización es compleja debido a la diversidad de teorías y modelos explicativos: la posibilidad de su comprensión va desde las habituaciones más simples hasta la fijación de aprendizaje con un sentido

⁹ MORÍN Edgar. Op. Cit., p. 57-58.

definido y la adquisición de facultades motrices por entrenamiento, al igual que la formación de los mecanismos de percepción¹⁰. Una explicación superficial de aprendizaje nos indica el hecho de que un ser vivo ante las situaciones de respuesta a los estímulos no se encuentra dotado de actividades congénitas, sino que tiene la capacidad de modificar su manera de reaccionar en el curso de su evolución ontogénica, en otras palabras, responde de modo diferente a unos mismos estímulos para lograr su adaptación exitosa al medio.

La idea sobre una filogenia del aprendizaje aparece expuesta claramente con Ardila (1971)¹¹. El aprendizaje es un sistema jerárquico de orden ascendente, continuo y novedoso que es paralelo a la evolución del sistema nervioso. Dichos niveles se dan progresivamente en la escala filogenética y dependen de la complejidad del sistema nervioso y son de carácter acumulativo, por tanto se puede avanzar a escala filogenética y detectarse un número progresivamente mayor de formas de aprendizaje¹² Guttman plantea una visión más clara que permite dimensionar lo anterior desde perspectivas diferentes: ¿Dónde se da el proceso de aprendizaje?; es decir, la localización del aprendizaje. ¿Por qué se aprende?; aquí se tiene en cuenta la dirección o control del aprendizaje, qué mecanismos nerviosos centrales se responsabilizan de grabar o de dar una respuesta; y por último el fenómeno

¹⁰ GUTTMANN, G. Introducción a la Neuropsicología. Barcelona: Herder, 1976. p 275

¹¹ ARDILA. Alfredo y MORENO, Carlos, Op. cit., p 11

¹² Ibid, p 11

del almacenamiento, o sea el sustrato del aprendizaje, estas concepciones sobre estos tópicos se pueden exponer de la siguiente manera, tocando sucintamente aspectos biológicos desde una perspectiva histórica.

2.1.1.1. Localización Del Aprendizaje.

Por muchos años se pensó que la corteza cerebral cumplía una función definitiva en los procesos de aprendizaje y que esta estructura, al ser filogenéticamente nueva supone el fundamento físico en la función de fijación y retención, la que ha sufrido una diferenciación tardía, antes de alcanzar su máxima perfección; Pavlov¹³ presupone que la formación de una reacción condicionada está dirigida a encauzar las excitaciones por las diversas áreas de la corteza cerebral, éstas no son más que determinadas formas primitivas de aprendizaje, es así como mediante múltiples experimentos se ha podido comprobar que en la corteza cerebral de los vertebrados superiores hay cambios decisivos para la aparición de un proceso de aprendizaje.

La identidad o naturaleza de las capacidades intelectuales en los seres humanos tienen poderes, los cuales son en extremo, generales, son

¹³ PAVLOV, citado por GUTTMANN, G. Op. cit. p 226

mecanismos de procesamiento de la información macros, quizá con infinitos usos; por otro lado también los seres humanos son dados a realizar determinadas operaciones intelectuales especificables, al tiempo que son incapaces de ejecutar otras. Un aspecto afín a ambos contextos es que en la medida en que las diferentes porciones del sistema nervioso están dedicadas a desempeñar determinadas acciones de carácter intelectual, ellas se oponen a la disponibilidad de una amplia diversidad de éstas.

Como resultado de lo anterior, es posible analizar la diversidad de identidades en diferentes niveles que van desde funciones celulares específicas hasta las funciones de cada hemisferio cerebral.

2.1.1.2. Control Del Aprendizaje.

Existen determinados sistemas que intervienen en el proceso del aprendizaje y actúan como mediadores; su actividad adquiere trascendencia cuando se trata de fases muy concretas del proceso de aprendizaje. Una de las estructuras fundamentales en el aprendizaje cognoscitivo, es el hipocampo; es ahí donde estas estructuras se hacen funcionalmente aptas y se da un proceso de consolidación en el **depósito** de la corteza cerebral; tenemos entonces que después de formarse el substrato persistente, la estructura

cortical se vuelve autónoma nuevamente debido a que el hipocampo es necesario para la grabación de la huella, pero él pierde su importancia cuando ésta aparece y está disponible.

La participación de las estructuras subcorticales en los procesos de aprendizaje se dieron la luz gracias a los experimentos de John y Killman¹⁴ quienes comprobaron que también participaban zonas no corticales. Las experiencias demostraron que toda actividad sincronizada con los estímulos, empezaba bruscamente en el hipocampo al inicio de la fase de entrenamiento, para luego hacerse más compleja con el desarrollo creciente del aprendizaje hasta desaparecer totalmente en cuanto se iba asimilando el comportamiento, estos experimentos señalan la presencia de una importante variable que en psicología y conductismo se llama *refuerzo*.

En el aprendizaje humano existen cinco categorías básicas que tienen que ver con las capacidades del individuo, ellas son: las habilidades intelectuales, las estrategias cognoscitivas, la información verbal, las destrezas motrices y las actitudes¹⁵. Una vez desarrolladas estas capacidades, pueden ser observadas en cada una de las actividades que el hombre realiza, se les

¹⁴ JOHN Y KILLMAN, citado por GUTTMANN. Op. cit. p 237

¹⁵ GAGNÉ, M ., BRIGGS, Op. Cit, p. 36-37.

denomina capacidades porque permiten pronosticar muchos casos de desempeño en el individuo que ha aprendido.

2.1.1.3. El Substrato Del Aprendizaje

Gracias a las investigaciones realizadas en este campo se han podido descubrir las funciones de la formación reticulada que consiste en una aglomeración de neuronas en las partes profundas del cerebro. Se ha podido comprobar que los nervios que llevan al cerebro los influjos de excitación de los receptores presentan ramificaciones laterales que desembocan en la formación reticulada. Estas formaciones ejercen acción sobre el estado y grado de excitabilidad de las más diversas partes del sistema nervioso ¹⁶

Las investigaciones en este campo tienen sus orígenes en los albores del siglo XX con Müller y Pilzecker 1900¹⁷, quienes plantearon que los procesos de excitación son importantes como portadores de la memoria, sostienen que los datos concernientes a la naturaleza de los procesos pueden ser considerados como portadores de la memoria y a la vez como substrato orgánico de lo aprendido. Lo anterior hace pensar que los procesos de

¹⁶ ASRATIAN, Ezras, y SIMONOV, Pavel. La función del Cerebro. México: Grijalbo, 1968. p. 94.

¹⁷ MÜLLER y PILZECKER, citado por GUTTMANN, G., Op. cit., p.247

excitación que corren por el sistema nervioso central no son sólo el fundamento de las actividades sensoriales y efectoras sino que también son el substrato de lo aprendido.

Continuamente se dan en el cerebro procesos excitadores de una manera rápida éstos suceden aún durante el sueño más profundo. A toda situación de aprendizaje sigue una fase durante la cual puede verse influido el proceso de aprendizaje y esté alterada la fijación normal aun cuando el aprendizaje parezca haberse concluido desde el punto de vista vivencial. Con base en el análisis que hace G. Guttman en su texto, una tesis frecuentemente discutida afirma que en el curso de los procesos de aprendizaje surgen en la neurona alteraciones morfológicas surgidas como creación de nuevas prolongaciones dendríticas que en un futuro constituirían el fundamento permanente de la memoria (Holt, 1931). Esta concepción fue refutada más tarde por Milner, (1957) por simulación con computadora y, al igual que el flogisto, esta teoría se mantuvo por mucho tiempo debido tal vez a que en las observaciones experimentales se notó que el número de ramificaciones dendríticas aumentaba notoriamente con la edad

Partiendo de la información existente sobre los aspectos biológicos, en el aprendizaje podemos asumir que el común de los alumnos son normales desde el punto de vista de su psicología, por lo tanto los mecanismos de

aprendizaje en el individuo son los mismos; las variaciones que podrían presentarse tendrían que ver con el modo de cómo se incorpora la información, de hecho no es nuestro propósito enfatizar sobre problemas o deficiencias estructurales en el aparato cognitivo del sujeto que aprende, sino mas bien propiciar momentos de aprendizaje orientados bajo estrategias metacognitivas que buscan hacer eficaz dicho aprendizaje.

En el desarrollo del estudio del aprendizaje han surgido diferentes teorías que abordan esta problemática desde otros puntos de vista como el de la psicología genética y cognitiva por ejemplo. Según Rodrigo Isaza Bermúdez en la conferencia “Memoria y sus trastornos” el **LPT** u onda de alto voltaje (potencial eléctrico de larga duración) es al parecer la que establece los mecanismos para el proceso de almacenamiento del aprendizaje, el **LPT** causa la primera alteración del cerebro para el almacenamiento de la información y las uniones dendríticas de las terminales nerviosas de la corteza cerebral., así se establecen modificaciones en la estructura del espacio interdendrítico, cambios que permanecerán durante el resto del tiempo que dure la de vida del individuo; estas modificaciones propician la inquietudes que han dado origen a la teoría de la “*Plasticidad cerebral*” que dice: *el cerebro se modifica continuamente a medida que aprende y se adapta a las condiciones que se le presentan*. El Dr. Isaza expone que cuando se aprende, se aumenta el número de receptores de sustancias neurotransmisoras modificando el campo sináptico, de esta manera se

producen nuevas sustancias y se sintetizan otras produciéndose así los procesos eléctricos, cambios hormonales, de receptores, y de neurotransmisores que modifican o alteran la morfología de las neuronas¹⁸.

El proceso inicial del aprendizaje es de carácter eléctrico y muy posiblemente corto entre dos células vecinas, allí se forma un circuito llamado circuito reverberante en las células del lóbulo temporal, en un sitio denominado hipocampo, por su parecido al caballito de mar; allí las reacciones comunicativas se dan entre las células y si el proceso es pasajero, las reacciones o conexiones desaparecen, se cree que esta es la memoria a corto plazo; si el proceso es repetitivo se dan cambios más duraderos pero también desaparecen en poco tiempo, esto sería la memoria a mediano plazo, pero cuando persiste el estímulo por varias vías o por repetición, se forman nuevas estructuras corticales, hay modificación de las terminaciones dendríticas y la información queda grabada como memoria a largo plazo.

El primer paso para el almacenamiento de la memoria (información) se da en el hipocampo por medio de cambios en la sinapsis se hacen o se forman cambios en la estructura de la corteza (neocórtex), son cambios lentos y graduales. La acción del hipocampo del lóbulo temporal permite el aprendizaje rápido sin alterar la estructura y reinstala dichos aprendizajes en

¹⁸ ISAZA B. Rodrigo. Memoria y sus Trastornos. Curso de neurología U.P.B. 1996. p.3

la corteza realizando alteraciones estructurales, reinstalando los aprendizajes en la corteza para luego actuar como almacenador de nuevos elementos de memoria¹⁹.. El autor dice que los cambios estructurales causados a las células nerviosas en los sitios de unión con otras neuronas han sido ya demostrados y que incluyen cambios en el aumento de sitios de unión, en la distribución de vesículas presinápticas y cambios complejos en las formas y tamaños de los sitios de contacto de las neuronas, hay incremento en los agregados de polirribosomas que tienen que ver con el desarrollo histológico de plasticidad cerebral. Es importante aclarar que los cambios estructurales en el cerebro para que dicha plasticidad se dé, involucran síntesis de nuevas proteínas, así puede efectuar el almacenamiento de elementos a corto, mediano y largo plazo. Algunas de las posibles sustancias que pueden ser factores de crecimiento o alteración son: kinasas, canales iónicos, y proteasas. Otra de las aseveraciones del autor es que el neuropéptido, aminoácido conocido como *Galanina*, ha sido implicado en la interrupción de procesos de memoria que dependen de la acetilcolina. Si inoculamos Galanina intracerebralmente, en cantidades apropiadas, en ratas, se produce un déficit espacial del aprendizaje y de la memoria; lo anterior se tiene como un mecanismo de los varios que están involucrados en la enfermedad de Alzheimer (Pérdida de memoria a corto plazo, progresiva, alteración en atención visual, apraxias, cambios de personalidad y alucinaciones entre otras, con temblor y rigidez.). Así que suministrando sustancias que bloqueen

¹⁹ Ibid, p 5

la acción de la Galanina, mejoran los procesos de aprendizaje y memoria en pacientes que padecen dicha enfermedad.²⁰

Cabe destacar, además, que las hormonas sexuales también tienen una influencia marcada en los procesos de la memoria especialmente verbal y espacial: los estrógenos ejercen un efecto positivo sobre los procesos de memoria verbal en las damas, y negativo en la memoria espacial; y en varones la testosterona produce un efecto inverso: negativo en la memoria verbal y positivo en la memoria espacial, de ahí la capacidad manipuladora de las mujeres y la capacidad de orientación en los hombres, no obstante estos datos son controversiales; también los genes llamados tempranos o inmediatos los cuales se expresan rápidamente y por tiempo limitado (acción transitoria) que codifican información desde la superficie de la célula al DNA (genes inmediatos-tempranos) llamados IEGS serán los responsables de las manifestaciones de modificación estructural del tejido nervioso (plasticidad cerebral). Estos genes transitorios son los responsables de los aprendizajes manipulativos de la vida diaria, llevan la información y la transmiten al material genético modificando, tal vez, estructuralmente el cerebro.²¹

²⁰ íbid, p. 6

²¹ Ibid. p.6-7

- **Teoría conexionista del aprendizaje y la memoria.**

Desde la antigüedad se ha argumentado que el pensamiento sigue reglas determinadas, en la década de los ochenta, el conexionismo abre una nueva alternativa, Herry Fodor, uno de sus proponentes iniciales dice que la teoría psicológica debe ser modelada a imitación del cerebro humano, no de un ordenador. En la unidad de cómputo conexionista, la inspiración conceptual es la neurona, la cual recibe múltiples conexiones dendríticas de muchas otras neuronas del sistema nervioso. En el modelo conexionista, esto se convierte en una serie de conexiones de entrada procedentes de otras unidades, produciéndose, así, una nueva serie de conexiones de salida que pueden ser inhibitorias o excitatorias, desde una unidad a las otras²².

La estructura neurológica de la memoria más estudiada es el Hipocampo y las estructuras del córtex que se relacionan con él. Según Squire (1992)²³ la función del hipocampo es establecer rápidamente conexiones entre patrones de sucesos que normalmente no están relacionados así, el hipocampo interviene en el aprendizaje de propósito general, es independiente y se conecta con el resto del cerebro sólo mediante estructuras parahipocámpicas, anatómicamente al descender de un nivel estructural a

²²HARDÍ Thomas L y JACKSON Richard H.. Aprendizaje y Cognición, 4ª edición, Madrid: Ed. Prentice Hall. 1998, pp. 309, 335.

²³ Citado por Ibíd. p 135

otro de carácter neuronal hallamos los circuitos neuronales donde se asientan y se almacenan los recuerdos, estos circuitos son muy complejos en mamíferos. Las células que intervienen en asociación son las células de Purkinje porque reúnen la información de entrada del **EC** (estímulo condicionado) y el **EI** (estímulo incondicionado) además de conectar con las agrupaciones de células que producen una acción dada, estos datos apoyan la idea de que de que las bases neuronales del aprendizaje están dadas en los circuitos cerebrales; el aprendizaje se da entonces, no por que se originen nuevas neuronas, sino porque se crean nuevas conexiones entre neuronas o porque se dan nuevas modificaciones entre ellas.²⁴

2.1.2. Algunas teorías cognitivas relacionadas con el aprendizaje y la metacognición

Si bien es por todos conocido el bagaje teórico sobre el aprendizaje es bastante amplio y se ubica desde un marco global planteado desde la relación psicología y educación, es decir las teorías del aprendizaje provienen de campos específicos de la psicología para ser aplicados en la pedagogía y la practica educativa, para no ser demasiado extensos y no desviar el norte de este trabajo se tratan únicamente los aportes teóricos que

²⁴ *Ibíd.*, p 341, 342.

se consideran los pilares en los que se fundamenta la propuesta metacognitiva que se pretende abordar.

Durante el pasado siglo se produjeron importantes avances en la comprensión de las variables, las características y la naturaleza del aprendizaje. Entre los aportes especialmente significativos se encuentran los brindados por Piaget, Vigotsky, Ausubel y otros no menos importantes.

2.1.2.1. Elementos De La Teoría Piagetiana.

En la investigación Piagetiana sobre el desarrollo de la inteligencia humana se ve la necesidad de entrevistar a los jóvenes acerca de fenómenos naturales con el fin de conocer más acerca de la formación del conocimiento científico, reconstruyendo su historia por el estudio de su evolución desde las primeras etapas en el hombre prehistórico hasta el hombre contemporáneo.

Dada la imposibilidad de estudiar la historia del pensamiento científico del hombre primitivo y del hombre contemporáneo, debido a la carencia de técnicas en el primer caso y los efectos de la cultura y el entrenamiento en el segundo; desde una perspectiva epistemológica Piaget asumió como método para lograr su propósito la epistemología genética, con el fin de estudiar el desarrollo individual (ontogénesis) para relacionarlo con la historia de la

especie total (filogénesis), porque el desarrollo individual puede explicar muchos hechos de la historia de la especie; por tal razón los jóvenes son los mejores sujetos para estudiar la formación de la inteligencia y el desarrollo del conocimiento; el niño siempre es un sujeto desde el comienzo y podemos estudiar como ocurre el desarrollo de su comportamiento, se tiene que los niños poseen una lógica de pensamiento propia de su nivel de desarrollo, o lo que es lo mismo una inteligencia de acuerdo a este nivel de desarrollo, lo que es muy útil en el propósito de Piaget al estudiar como se pasa de una etapa del desarrollo cognitivo a la siguiente.

La obra de Piaget se considera a la luz de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, como una nueva perspectiva, pues Piaget no fue pedagogo y es bien sabido que era biólogo y luego psicólogo, el aporte de Piaget es el de considerar al joven como creador de su propio conocimiento a través de sus propias acciones y coordinación de esas propias acciones en un proceso de desarrollo, de tal manera que podemos estudiar su formación y progreso desde conceptos menores que se vuelven cada vez más complejos; por ejemplo, saber que $2+2=4$ puede ser interpretado como un proceso porque no todos los sujetos poseen ese conocimiento y el mismo puede ser estudiado con conceptos previos, y que luego son objeto de desarrollo posterior; este es un aporte de la obra de Piaget en el campo pedagógico de la enseñanza de las ciencias que origina el uso de las nociones y los

“preconceptos en la escuela” durante los primeros años para pasar posteriormente a la construcción de conceptos y el razonamiento abstracto.

Se puede decir que Piaget no formuló propiamente una teoría de aprendizaje, sus esfuerzos estuvieron concentrados en desentrañar el carácter y la naturaleza de la formación de las estructuras por las cuales interpretamos el mundo, pero su teoría aborda las preguntas relacionadas con la manera de como el individuo se representa el mundo y el cambio que éstas representaciones tienen hasta la adolescencia; con ello Piaget logró realizar uno de los aportes más significativos a la psicología contemporánea, en particular a la psicología cognitiva y a la psicología evolutiva, al demostrar que nuestra relación con el mundo está determinada por las representaciones mentales que de él tengamos, que éstas están organizadas en forma de estructuras jerarquizadas –esquemas de pensamiento- que varían significativamente en el proceso evolutivo del individuo. Contradiendo el sentido común, su teoría “nos permite reconocer que alguna de las categorías fundamentales de la realidad no está en la realidad sino en nuestras propias mentes”²⁵; a esta teoría se le llama *concepción constructivista del aprendizaje* que se entiende como un proceso de construcción interna, activa e individual.

²⁵ POZO (1987), citado por MEJIA Raúl. Modelos Educativos. Bogotá: Cinep, 1995. p. 178.

El desarrollo cognitivo supone la adquisición sucesiva de estructuras mentales cada vez más complejas; dichas estructuras se van adquiriendo evolutivamente en sucesivas fases o estadios, caracterizados cada uno de ellos por un determinado nivel de su desarrollo; esta concepción tiene su importancia porque nos ayuda a diseñar estrategias metodológicas de acuerdo a la etapa por la que está atravesando el niño o el adolescente, éste último debe tener la capacidad de razonar y de analizar cada concepto dado.

Aunque Piaget es el que inicia un movimiento que gira alrededor de concepciones previas en los alumnos, no fue sino hasta 1988 donde J. D. Novack con la obra "*El constructivismo humano*" plantea una teoría constructivista de manera sistemática²⁶, esta idea sobre las concepciones también pauta los estudios de Ausubel, Driver y Vigotsky, de los que nos ocuparemos más adelante.

Como se detecta en Piaget el desarrollo es un requisito previo para el aprendizaje, es decir que el desarrollo antecede al aprendizaje y si las estructuras–esquemas mentales (operaciones intelectuales) no han madurado lo suficiente toda instrucción sería totalmente nula o inútil; o sea que el desarrollo avanza más rápido que el aprendizaje, es decir se requiere

²⁶ NOVACK (1988), citado por GALLEGO B., Rómulo, Corrientes Constructivistas. Bogotá: Magisterio. 1997. p. 13

una madurez estructural, previa y natural para que se pueda dar el proceso de aprendizaje; al desarrollo no lo altera el aprendizaje estando el aprendizaje por encima del desarrollo. Posición significativamente diferente al planteamiento Vigotskiano en el cual existe una relación recíproca e interactiva entre aprendizaje y desarrollo a partir de la mediación y la Zona de desarrollo próxima.

Piaget asume una postura pasiva frente a la escuela, puesto que considera que el desarrollo es independiente de los procesos de aprendizaje y que éste responde fundamentalmente a los procesos biológicos y la tendencia al equilibrio. Sin embargo para Piaget los factores determinantes en el desarrollo son la maduración biológica, la experiencia con objetos y personas, además de la maduración. La teoría de Piaget, basada en la tendencia al equilibrio entendida como autorregulación y adaptación, tiene por objeto explicar cómo conocemos el mundo y cómo cambia nuestro conocimiento de él; para explicarlo Piaget acude a dos conceptos centrales: la *asimilación* y la *acomodación*. Y usa una analogía biológica al definir la asimilación como la “integración de elementos exteriores a estructuras en evolución o ya acabadas en el organismo”²⁷, de esta manera la asimilación será el proceso mediante el cual se incorporan informaciones provenientes del mundo exterior a los esquemas o estructuras cognitivas previamente constituidas por el individuo, y la acomodación que consiste en la capacidad

²⁷POZO (1987) citado por MEJÍA, Raúl .Op. cit., p 178.

del organismo de adaptarse a las demandas y condiciones del entorno, proceso que en última instancia alude a su concepción de inteligencia.

Lo anterior permite explicar que un mismo hecho sea descrito de manera diferente por un niño, un joven o un adulto, como se presupone de la teoría: las concepciones del mundo son supremamente subjetivas y varían para cada uno de ellos, dependiendo no tanto del mundo, que es externo, como si de la variabilidad en las estructuras cognitivas de acuerdo a la edad, ó al nivel de desarrollo, ya que no es la edad cronológica el factor determinante del desarrollo cognitivo o de la inteligencia, sino las estructuras lógicas del pensamiento ó los esquemas, en Piaget, podemos explicar el hecho de la asimilación con un ejemplo sensorio-motriz de cómo el niño asimila el universo a través del proceso de la succión, por el cual el mundo para él es una realidad susceptible de ser succionada, no se puede caer en el prejuicio de pensar la asimilación como un proceso único y absoluto; al ir mas allá en el problema Piaget acude a un segundo concepto asociado: la *acomodación* que es un proceso complementario a la asimilación, mediante el cual se modifican los esquemas teniendo en cuenta la información asimilada, por lo tanto se deduce que es complementario y posterior a ella²⁸ de esta manera se garantiza que la asimilación conduzca a una representación acorde con lo real y no a una fantasía, por este hecho es que, si bien pueden existir diferencias entre las representaciones individuales, éstas conservan cierta

²⁸CARRETERO, Mario. Constuctivismo y Educación.-Medellín: Edelvives, 1993. p. 35.

coherencia y salvo personas con trastornos intelectuales guardan cierta regularidad, así es como será difícil que alguien pueda afirmar que un caballo es un auto o una casa.

Desde luego tenemos como en el proceso de la acomodación el niño toma la información del mundo exterior y lo acomoda a su realidad, aquí es necesario citar la relación que debe existir entre significativo y significado, como ejemplo podemos citar experiencias tales como ver una caricatura de superman, en la cual la información que se recibe es que el hombre vuela, pero en la cual al acomodarse a la realidad debe concluir que no es posible. El mismo Piaget se encargó de estimular esta identificación al prolongar trabajos como el de Aebli (1958)²⁹ en los cuales insistentemente se plantea la necesidad de partir de las experiencias concretas para “espontáneamente” generar las condiciones de la abstracción. En la medida de lo posible, diría Aebli: “hay que dar al alumno oportunidad de ejecutar materialmente las operaciones durante sus ensayos y tanteos”³⁰; el proceso de aprendizaje no difiere así del postulado por la escuela nueva ya que el conocimiento conserva el carácter empírico y experimental que aquélla le asigna.

²⁹ AEBLI, citado por MEJÍA, Raúl, Op. cit. p 30

³⁰ MEJÍA, Raúl Op., cit. p. 29

En sus escasos trabajos directamente pedagógicos, Piaget³¹ no oculta sus simpatías por la Escuela Activa y sus escepticismos con las aplicaciones del Conductismo a la educación debido a que “en lugar de construir programas adecuados, fundados sobre un principio de comprensión progresiva, todo se limita a transponer en términos de programación mecánica el contenido de los manuales corrientes”³², en psicología y pedagogía, Piaget se adhiere al activismo, haciendo como propias sus conclusiones y sus métodos, a los que considera consonantes con sus postulados; inclusive, terminará por afirmar que lo esencial “es el descubrimiento activo de la verdad³³”, con ello Piaget ratifica el excesivo peso que su escuela le asigna al método, suponiendo que lo que se requiere para producir los cambios que exige la educación son modificaciones metodológicas.

El trabajo pedagógico derivado de las propuestas de Piaget, pretende generar metodología “*constructiva*”, sin haber formulado previamente unos propósitos, unos contenidos y unas secuencias diferentes a las formuladas por la escuela tradicional o el activismo; a este error llegan Piaget y sus seguidores en educación por privilegiar la reflexión sobre el método y no sobre los contenidos como debería hacerse en una teoría pedagógica contemporánea³⁴, ejemplos hay por doquier en las instituciones educativas

³¹ PIAGET (1971-1972), citado por MEJÍA, Raúl, Op. cit., p. 30

³² MEJÍA, Raúl, Op. cit., p. 29

³³ Ibid. p 30

³⁴ OCAMPO (1994), citado por MEJÍA, Raúl, Op. Cit. p.36.

que tomaron en boga todo lo relacionado con Piaget, las aplicaciones piagetianas al aula de clase se nutren, así, del enfoque constructivo que le asigna a la acción un lugar de primer orden en la formación del pensamiento; aun así, se puede decir que parten de una acepción limitada y empírica de la acción, al reducir ésta a la manipulación física y concreta de objetos, que como se indicó antes no garantizan la comprensión.

La acción que defiende la psicología cognitiva contemporánea para su aplicación al campo teórico de la pedagogía y/o la práctica educativa, es la que tiene que ver con los procesos psicológicos del aprendizaje, el estudiante tiene que reconstruir activamente los conceptos de la ciencia, incorporándolos a sus estructuras de pensamiento y poniendo en ejecución los procesos psicológicos superiores, ello no implica una acción motriz, sino mental por parte del estudiante.

La crítica que se le puede señalar al conjunto de teorías pedagógicas derivadas de Piaget, son por tanto, similares a las indicadas para el modelo activista general, en primer lugar, es absurdo suponer que se pueda organizar la estructura curricular a partir de las motivaciones esporádicas y circunstanciales de los alumnos, entonces el pretender que los intereses de los jóvenes direccionen el proceso, a pesar de lo atractivo y popular que puede parecer su formulación, no deja de ser una idea romántica. Si lo que

queremos es desarrollar en los individuos todas sus potencialidades y permitirles el acceso a los conocimientos de la ciencia y el arte contemporáneo, debemos tener claro que un currículo organizado con estos criterios no podrá partir exclusivamente de las circunstanciales motivaciones, como tampoco lo puede hacer partiendo de los problemas concretos y cotidianos que lo aquejan, como supusieron los continuadores de Piaget al retomar otro principio de la escuela activa.

De otro lado, no resulta coherente que al comenzar el tercer milenio continuemos hablando de problemas concretos, como si existiera una ciencia nacional o regional y bajo el principio de que al estudiante no se le pueden entregar de una manera organizada los contenidos porque supuestamente éste los debe construir en el salón de clase, estos enfoques terminan por privilegiar de manera pragmática el aprendizaje por descubrimiento, favoreciendo el espontaneísmo y el pensamiento precientífico o “*silvestre*” e influencia al maestro, su formación y la metodología de la enseñanza bajo el supuesto del constructivismo pedagógico”.

Hoy en día parece claro que hay que reconocer que los principales conocimientos científicos no pueden ser asimilados utilizando estrategias por descubrimiento; esta vía conduciría a privilegiar la opinión sobre la interpretación de los conocimientos científicos, el conocimiento científico no

se descubre o construye en el salón de clase; a manera de ejemplo, piense en el tiempo que representó a la especie humana descubrir la ley de gravitación universal, la humanidad dedicó cientos de siglos y toda la vida de varios de los hombres más sabios e inteligentes para poder comprender la explicación de la atracción de los cuerpos en el universo. ¿Cuánto tiempo tendría que dedicar cualquier niño actual para descubrir o construir un principio científico como el señalado? Algo similar podría decirse para cada uno de los principios de la ciencia. En realidad, esta ruta puede ser adecuada en la formación de las nociones cotidianas, pero de ninguna manera en la apropiación de los conceptos estructurantes de la ciencia, tarea ésta última inaplazable en la escuela actual.

Por ello la afirmación de Piaget y sus continuadores en el sentido de que los alumnos son quienes construyen su propio conocimiento le genera a este enfoque graves e importantes contradicciones; en ésta se diluye el activo y central proceso de mediación social, más que construcción individual, lo que denota que el aprendizaje es un proceso de reconstrucción social en el cual los maestros y los padres de familia, la sociedad y la cultura, cumplen un papel mediador, subvalorado por los seguidores de Piaget, quienes prefieren privilegiar al individuo aislado, con ello solo logran indiferenciar las nociones cotidianas de los conceptos científicos, ya que para éstos últimos es totalmente indispensable la presencia de un moderador de la cultura, el docente; en cambio, las nociones cotidianas si se forman de manera más

espontánea, aunque en este caso la mediación social está más oculta ó simplemente no se trata de una mediación instrumental, sistemática, planificada como es el caso de la mediación educativa desde la acción del maestro. De todas maneras, se visualiza con claridad que las escuelas existen para favorecer la aprehensión de los conceptos científicos y éstos no pueden ser “construidos” espontáneamente por el propio alumno.

Como tercera posición crítica a la teorización psicogenética, se analiza que se subordina el aprendizaje al desarrollo, para Piaget la escuela debe garantizar que lo que sea enseñado sea posible de ser asimilado, lo cual es posible si el aprendizaje sigue siempre al desarrollo, tenemos entonces que el desarrollo es así concebido como un proceso independiente que responde fundamentalmente a procesos biológicos de maduración y es así como de ésta manera, Piaget se queda a medio camino entre la Escuela Tradicional, que enseña sin tener en cuenta las condiciones del niño, y la escuela del futuro, en la cual los pedagogos por venir tendrán que asumir una importante responsabilidad para jalonar el desarrollo de los individuos y no solamente para respetarlo como pedía Piaget.

Finalmente, no por ello menos importante, las propuestas derivadas de Piaget en la búsqueda de estrategias metodológicas que favorecieran la acción y la experimentación han terminado por desconocer la existencia de

períodos cualitativamente distintos; en consecuencia sus seguidores han pretendido encontrar metodología generalizable para distintas etapas evolutivas; lo anterior resulta paradójico si se tiene en cuenta que siendo Piaget quien enfrentándose al sentido común y al paradigma dominante, logró demostrar la existencia y la construcción de las estructuras cognitivas, resulten sus aplicaciones desconociendo el carácter evolutivo, dominante en su teoría. Otro de los aspectos críticos de la teoría piagetiana se refiere al supuesto de universalidad en desconocimiento de las diferencias contextuales y culturales que inciden en el desarrollo; también se forman en consideración los “desfases horizontales” entendidos como inconsistencias entre las estructuras lógicas de pensamiento (esquemas) que se presentan aún dentro de un mismo periodo evolutivo.

La esencia de la teoría piagetiana presenta una marcada importancia debido a que posibilitó el desarrollo de concepciones de avanzada y, su pensamiento puede ser considerado como punto de partida en el discurrir teórico que sentaría las bases posteriores de la metacognición

2.1.2.2. La Teoría De Ausubel

David Ausubel, plantea la teoría del *Aprendizaje Significativo*, fundamentado en las preconcepciones del aprendiz, la importancia de este planteamiento se resume en la famosa frase “el factor que más influye sobre el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe; determínese qué es, y enséñesele en consecuencia”. Comúnmente se cree que el aprendizaje es algo que tiene lugar automáticamente, que no requiere de esfuerzo y que se da como resultado de una acumulación durante las diferentes etapas de la vida; según esta teoría no es así, el aprendizaje supone el origen de nuevas estructuras cognitivas (mentales) desarrolladas para la asimilación³⁵.; dejando en claro que ningún alumno enfrenta el estudio de temas nuevos con una mente en blanco sobre los mismos, todo lo contrario éste presenta preconcepciones sobre las cosas, que aunque sean erradas implican un conocimiento sobre las mismas³⁶

De lo anterior se desprende la idea fundamental en la teoría de asimilación de Ausubel, al considerar que los conceptos que el alumno ya sabe son el punto de partida para la adquisición de nueva información y a la vez pilares

³⁵ ONTORIA, Antonio. y otros. Mapas conceptuales. Madrid: Narcea, 1996. p. 14

³⁶ RESTREPO, Bernardo y otros. Enseñar ciencias. Medellín: Corpes de Occidente, 1997. p. 9-12.

fundamentales en el proceso de la asimilación de nueva información³⁷, en tal sentido se concibe que el proceso de adquirir nuevos conceptos depende preferiblemente de aquellos conceptos, pero estos conceptos están organizados mentalmente en una estructura cognoscitiva propia de cada alumno, en tal estructura, los conceptos no son aislados, sino que aparecen relacionados en conjunto, formando una red conceptual ó mapas cognitivos que en última instancia son imágenes mentales y herramientas intelectuales para la organización del conocimiento y el pensamiento; entre ellos se establecen jerarquías que los ordenan en conceptos generales y particulares, donde los primeros incluyen los segundos y estos son casos específicos de los primeros. Por otro lado, entre ellos se dan relaciones horizontales de conceptos ordenados de acuerdo con la consistencia interna del significado de un concepto, es decir, interconceptos y relaciones verticales entre diferentes conceptos, es decir intraconceptos.

La estructura juega un papel clave en la vinculación o afianzamiento de nuevos conceptos, que determina lo que se llama *inclusión*, que es el proceso de vinculación de los conceptos nuevos con los ya existentes en la estructura, se da la opción que si el nuevo concepto esta comprendido como un ejemplo específico de un concepto ya establecido en la estructura o un ejemplo más de apoyo al concepto previamente establecido, la inclusión se

³⁷ ASENJO, Joaquín. y MACIAS, Oscar. Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años. España: . O.E.I. Edición en Internet, 1997. p. 31-35

denomina *Derivada*, generando lo que se conoce como aprendizaje subordinado, por ejemplo: reconocer que los nuevos conceptos de energía térmica, eléctrica y química hacen parte del concepto general de energía, pero son menos comunes que los conceptos de energía cinética y energía potencial ya preexistentes en la estructura pero, si el nuevo concepto es una extensión, elaboración o modificación de conceptos ya existentes en la estructura, su proceso de inclusión toma otra opción denominada *Correlativa*, en este caso el nuevo concepto está incorporado, o interactúa con, pero su significado no está implícito en, y no puede ser representado apropiadamente; por ejemplo el reconocer que la izada de la bandera de su propio país es un acto patriótico. Se tiene por otro lado que si un nuevo concepto abarca varios conceptos ya establecidos en la estructura, se dice que tiene una relación de aprendizaje *supraordenado* con la estructura, esto se da en los casos de razonamiento inductivo; por ejemplo, cuando el joven aprende que los conceptos o las nociones familiares de zanahoria, frijoles y espinacas pueden ser incluidos en el nuevo concepto de verduras, cuando los conceptos de alcanos, alquenos y alquinos pueden ser incluidos en el nuevo concepto de alifáticos y, finalmente tenemos los conceptos *combinatorios* que se dan cuando se establecen relaciones o generalizaciones nuevas entre conceptos como masa y energía, calor y volumen, entre otras ejemplificaciones que se pueden tomar del trabajo cotidiano en la enseñanza de las ciencias.

Ausubel, con base en la teoría de asimilación y el concepto de estructura, elaboro su aporte educativo central, su concepción de aprendizaje significativo, tal concepción se origino al cuestionar la confusión creada entre la existencia de aprendizajes cualitativamente diferentes y la explicación de los mismos con un solo modelo explicativo, aprendizajes como por ensayo y error, aprendizaje de asociación, aprendizaje de conceptos, aprendizaje de discriminación, si bien en términos generales se basan en un cambio de una capacidad intelectual antes y después, exigen diferentes procesos. Para esto Ausubel determina dos procesos diferentes de aprendizaje en el aula de clase: el primero se refiere a la forma repetitiva como se adquieren los conceptos nuevos - *aprendizaje memorístico* –; el segundo es no repetitivo, presenta mayor relevancia y analiza la manera como los conceptos nuevos se incorporan en la estructura cognoscitiva del alumno, denominándose *aprendizaje significativo*.³⁸

Para establecer tal diferencia se tiene que el *Aprendizaje significativo* es la relación no arbitraria y sustancial entre los conceptos nuevos y los conceptos que el alumno ya sabe -la relación sustancial y arbitraria se refiere a que las ideas se relacionan con algún aspecto existente específicamente en la estructura- en contraposición al *Aprendizaje memorístico* que es la internalización arbitraria al pie de la letra de los conceptos nuevos porque el alumno carece de conceptos previos que hagan potencialmente significativo

³⁸ MEJÍA Raúl, Op. cit., p. 41

el proceso, las asociaciones entre conceptos en este tipo de aprendizaje son arbitrarias, es decir, carecen de vinculación con la estructura

Para Ausubel lo más importante en el aprendizaje por asociación, proceso que se refiere a una estrategia de memoria, es la relación entre lo que el alumno sabe y los nuevos conceptos, pero la relación no es directa y en algunos casos no es posible porque el alumno no tiene en su estructura conceptos propios para la inclusión de otros nuevos; por consiguiente se le debe dotar de conceptos, hechos o eventos cognitivos que le sirvan de puente entre lo nuevo y lo previo, tal papel corresponde a los organizadores. Estos organizadores se le presentan al estudiante con anterioridad al cuerpo significativo de materiales que van a ser objeto de aprendizaje, para asegurar que las ideas relevantes ancladas estén disponibles; la principal función del organizador es llenar el vacío entre lo que el estudiante ya conoce y lo que él necesita saber antes de que pueda relacionar y aprender exitosamente la tarea a ejecutar; estas ideas son efectivas si son formuladas al estudiante en términos de lenguaje y conceptos ya familiares y, si es necesario, progresivamente con el uso apropiado de ilustraciones y analogías; por esta razón los organizadores para el estudiante de escuela primaria deben ser presentados en un nivel de abstracción más bajo y deben hacer un uso más extenso de recolección empírica concreta; por tal motivo es que los organizadores por definición deben tomar en cuenta las preconcepciones y su propósito es el de activar o movilizar esquemas previos del conocimiento.

De lo anterior se deduce cierta contradicción en Ausubel, porque plantea que las preconcepciones antes de tenerlas en cuenta hay que reestructurarlas, “las preconcepciones de los jóvenes son basadas en elementos del folclor culturalmente aceptadas, que son muy tenaces a menos que le sean explícitamente socavadas” Ausubel (1990), lo cual significa que cualquier preconcepción es asumida como un error y debe ser removida de la mente del joven. En este sentido Ausubel llega a una pedagogía en donde los preconceptos de los jóvenes no son usados en dicho proceso, solamente son organizados por el maestro; su posición no comienza el proceso de enseñanza y aprendizaje a partir de los conceptos de los niños, como él lo dice, porque los asume erróneos y busca socavarlos³⁹, considera la necesidad que tienen los maestros de comprender las preconcepciones, pero no construye a partir de ellas, sino que las socava, por la habilidad que tienen de interferir el aprendizaje de los conceptos científicos.

En el siguiente ejemplo se nos muestra claramente el pensamiento de Ausubel, acerca de las preconcepciones de los jóvenes: existe en la mente de los niños de la escuela primaria un pensamiento muy común y es que la piel es como un saco lleno de sangre que si se rompe en cualquier parte ella sangra, entonces se puede instruir a los niños ignorando esta representación para proponer la que tiene un sistema de vasos cerrados; Ausubel, para este

³⁹ AUSUBEL, Citado por CLARED ZAMBRANO Alfonso. El constructivismo según Ausubel, Driver y Vigotsky. En: Actualidad Educativa. Bogota: V3, No 12. 1996, p 20 a 32

ejemplo plantea que a menos que los organizadores propuestos traten explícitamente de extinguir las preconcepciones existentes, es probable que esas preconcepciones inhiban tanto el aprendizaje nuevo de conceptos científicos más válidos y los principios asimilados eventualmente, las nuevas ideas diseñadas y propuestas para reemplazarlas a ellas, podría pensarse que Ausubel le da a los organizadores un papel que no tienen: eliminar las preconcepciones y en este sentido estos se tornan arbitrarios, impuestos.

Recapitulando, para Ausubel⁴⁰ lo fundamental es conocer las ideas previas de los alumnos, considera que para detectarlas las pruebas de lápiz y papel no son fiables y que son más apropiadas las entrevistas clínicas, aunque su uso en las aulas presenta dificultades, para ello se propone la técnica de los mapas conceptuales que tiene por objeto representar relaciones significativas entre conceptos en forma de preposiciones, una preposición consta de dos ó más términos conceptuales unidos por palabras para formar una unidad semántica. Los mapas conceptuales dirigen la atención tanto del alumno como del profesor, sobre el reducido número de ideas importantes en las que deben concentrarse en cualquier tarea de aprendizaje, éstos proporcionan un resumen esquemático de todo lo que se ha aprendido⁴¹ de esta manera los alumnos establecen relaciones entre los conceptos. En este sentido los

⁴⁰ Ibid, p. 20

⁴¹ NOVAK Joseph. GOWIN, D.B..Aprendiendo a aprender. Barcelona: Martinez Roca, 1988. p 33-34

mapas conceptuales permiten crear imágenes mentales organizadas de relaciones entre clases de conceptos.

Se considera importante mencionar que en este mismo orden de ideas, y aunque no son objeto teórico del trabajo, los marcos alternativos propuestos por Driver,⁴² que definen las creencias autónomas que los niños han conceptualizado de su experiencia con el mundo físico antes de la enseñanza y que persisten después de ella, tal conceptualización marca la diferencia entre la manera de pensar del niño y del adulto; en los planteamientos de Driver, quienes aprenden construyen activamente significados, se interpreta la realidad con las estructuras conceptuales que se tienen, sometiéndolas a hipótesis y comprobaciones sensoriales, entonces si no se aprende se intentan nuevas construcciones o se abandona la interpretación de la situación carente de sentido; llegando a veces a producir reestructuraciones profundas de los conocimientos para dar sentido a las situaciones, pero este proceso de cambio de estructuras conceptuales es muy complejo, aunque se debe recalcar que los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje.⁴³

⁴² ASENJO, Joaquín. y MACIAS, Oscar, Op. cit., p. 34

⁴³ Ibid., p. 34.

Estas concepciones del aprendizaje originan una amplia investigación didáctica con el único objetivo de facilitar lo que se ha llamado *cambio conceptual*, se pretende con esto tomar las ideas de los alumnos, ponerlas en cuestión creando de esta manera conflictos frente al conocimiento con el fin de producir insatisfacción, pudiéndose entonces asimilar las nuevas ideas científicas

2.1.2.3. Algunos planteamientos de la teoría de Vigotsky sobre el aprendizaje.

-
- Vigotsky como exponente representativo de la escuela rusa en psicología influye sobre los planteamientos teóricos del aprendizaje a partir de estudios sobre el impacto del medio, y de las personas que rodean al niño cuando aprende, y a pesar de la distancia su pensamiento tiene elementos comunes de fondo con los autores tratados anteriormente al definir, desde el concepto de mediación y la relación entre el pensamiento y lenguaje, la línea de separación entre el desarrollo de los conceptos científicos y el desarrollo de los conceptos espontáneos de los niños en la formación de su pensamiento científico; la posición de Vigotsky es considerar el desarrollo de dichos conceptos como parte de un proceso único de formación de los mismos e inmerso en una continua interacción que es singular en cuanto a su naturaleza y no resulta del conflicto entre

dos formas de pensamiento excluyentes. En este sentido Vigotsky plantea su problema así: ¿Cómo se desarrollan los conceptos científicos en la mente del niño que cursa la enseñanza escolar?. ¿Qué relación se da entre la asimilación de conceptos científicos y el desarrollo de los mismos en la conciencia del niño?. De las respuestas a este problema, la primera se refiere a que los conceptos científicos no tienen desarrollo en la mente y son asimilados listos en su forma final. La segunda plantea que los conceptos científicos tienen desarrollo y él mismo tiene como referencia el desarrollo de los conceptos espontáneos del niño, Vigotsky opta por la segunda y establece que la interpelación entre los conceptos científicos y los espontáneos es un caso especial dentro de una materia más amplia que es la relación entre instrucción escolar y desarrollo, lo anterior es porque los conceptos espontáneos posibilitan la aparición de los conceptos científicos a través de la instrucción que es la fuente del desarrollo y, dado que la tarea más importante en la ciencia escolar es el aprendizaje de los conceptos científicos, esta última relación puede ser asumida como una relación entre el desarrollo y el aprendizaje.

Vigotsky asume dicha interrelación basándose en que los conceptos científicos y los espontáneos de los niños se desarrollan en direcciones opuestas. Ambos empiezan separadamente pero vuelven a unirse en la escuela; por ejemplo, en el niño el concepto de hermano usado en las experiencias cotidianas se vuelve consciente en su mente a una tardía de su

desarrollo, los niños saben el concepto porque ellos conocen el objeto al cual se refiere, pero ellos no son conscientes de sus propios actos de pensamiento, observando cuando se les pregunta por la solución a un problema abstracto sobre el hermano de su hermano como en los experimentos de Piaget; ellos se confunden debido a que los conceptos científicos empiezan su desarrollo en el curso de la lectura del mundo y del trabajo escolar posterior para formarse gradualmente; verbo y gracia el concepto científico de calor y temperatura son objetos de estudio para el niño desde el comienzo de la vida escolar; el niño empieza su uso en situaciones no espontáneas, utilizando el concepto científico mismo⁴⁴ y este concepto comienza su desarrollo en la mente del niño a un nivel en el cual ese concepto espontáneo llega solamente más tarde.

El desarrollo conceptual y el aprendizaje en Vigotsky se puede homologar con la diferenciación ausbeliana entre aprendizaje memorístico y significativo, es decir, que los conceptos nuevos en la teoría del primero se pueden articular con las preconcepciones que se proponen por el segundo debido a que los dos plantean la integración mediante una vinculación compleja en la estructura cognitiva que es el factor principal en el aprendizaje.

⁴⁴ MEJÍA, Raúl. Op. cit., p. 40

El concepto básico de la teoría vigotskiana es llamado *zona de desarrollo próximo*, que se puede explicar así: "cada alumno esta en capacidad de aprender una serie de aspectos de acuerdo a su nivel de desarrollo, pero existen otros conocimientos que están fuera de su alcance, de tal manera que necesita ayuda de otras personas iguales o mayores que estén aventajadas en el conocimiento. Este tramo entre lo que el alumno pueda aprender por sí solo y lo que pueda aprender con ayuda es lo que se denomina zona de desarrollo próximo".⁴⁵

Este concepto da una posición importante al docente debido a que juega un papel esencial en la educación, al considerarle mediador del desarrollo de procesos psicológicos superiores y no a las estructuras mentales en el alumno, para que él sea capaz de construir aprendizajes más complejos.

Vigotsky no se queda solo ahí, también propone la ley de la doble formación, al defender que toda función cognitiva aparece primero en el plano interpersonal y que posteriormente se reconstruye en el plano íntrapersonal. Es decir, 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, así la interacción entre el alumno y los adultos se produce esencialmente a través del lenguaje, es decir a través

⁴⁵ ASENJO, Joaquín. y MACIAS, Oscar, Op. cit., p. 30.

de diversos sistemas simbólicos, expresar no solo verbalmente los pensamientos ayuda a reorganizar las ideas y por ende facilita el desarrollo.

Con estos lineamientos Vigotsky invita al educador a promover actividades de reflexión en el aula de clase sobre lo aprendido y sacar conclusiones para replantear el proceso, esta metodología conlleva a la construcción de conocimientos y dan mejores resultados que el mero hecho de transmitir conocimientos o ser un simple observador del trabajo autónomo de los alumnos.⁴⁶

De una manera más sucinta la teoría vigotskyana se concreta bajo los siguientes aspectos:

- El aprendizaje es un proceso social, y en la práctica en la realización individual
- En el alumno existen dos niveles evolutivos: el de sus capacidades reales ó zona de desarrollo real y el de sus posibilidades de aprender o zona de

⁴⁶ MEJÍA, Raúl. Op. cit., p 30

desarrollo proximal con ayuda de los demás. La diferencia entre los dos niveles se denomina zona de desarrollo próximo.

- El hombre sólo puede humanizarse y desarrollarse por medio de la interacción con otras personas y mediante el uso de instrumentos culturales con el contexto de prácticas sociales.
- El estudiante reconstruye los conocimientos ya elaborados por la ciencia y la cultura, en dicho proceso el lenguaje hace las veces de mediador.
- La escuela debe enseñar ante todo a pensar para saber actuar.
- La asimilación de los conocimientos de carácter general y abstracto precede a la de los conocimientos más particulares y concretos, es decir estas teorías sobre el aprendizaje marcan las pautas de estudios posteriores sobre el desarrollo de la cognición y las habilidades metacognitivas, la influencia de pensadores como Ausubel, Piaget y Vigotsky sobre estas propuestas se aclaran en el transcurso del presente trabajo.

2.1.2.4. Constructivismo

Como se menciono anteriormente Piaget descubrió que el conocimiento no se adquiere por interiorización del entorno sino mediante una construcción realizada desde el interior y muchos educadores creen que el aspecto importante a extraer de la teoría de Piaget son sus estadios, esto se debe a que la planificación y elaboración de programas curriculares esta planteada a partir del nivel de desarrollo del alumno de acuerdo con los periodos evolutivos, lo cual es una de las principales implicaciones de la teoría para el campo educativo.

Esto es lo que se solía pensar cuando se comenzó a tratar de sacar implicaciones educativas de la teoría de Piaget. Los estadios hallados por Piaget sólo son importantes por que reflejan el proceso constructivo.⁴⁷

Desde la óptica de que el conocimiento en general no existe previo a cualquier actividad cognoscitiva humana; no hay un “Mundo de las ideas” ni una fuente de la sabiduría, de tal manera que todo el trabajo y la reflexión se limita a la elaboración de un método que conduzca a ese lugar en el cual se halla ese saber necesario. Por consiguiente, no se está de acuerdo con la creencia en el descubrimiento, en la revelación de una verdad oculta a la

⁴⁷ ALZATE P. Maria Victoria. Una aproximación a la teoría y practica del constructivismo En Ciencias Humanas U.T.P. año 2 No.3. 1995, p. 85

espera del afortunado que encuentra la vía más expedita para tal efecto. El principio fundamental es que todo conocimiento es una construcción del ser humano en comunidad, construcción ésta que depende de las creencias y suposiciones básicas que se poseen acerca de sí mismo, de la naturaleza y de la sociedad.⁴⁸

La reflexión sobre la razón cognoscitiva ha estado tradicionalmente planteada en términos de cómo se configura el conocimiento en relación sujeto - objeto. Para la psicología cognitiva y la epistemología contemporánea, la fuente del conocimiento no radica en los objetos ni tampoco en el sujeto, sino en una relación interactiva, es así como se pueden proponer ciertas etapas para lograr la implementación de la propuesta de enseñanza constructivista que se fundamentan en la teoría del aprendizaje propuesta por Piaget. La secuencia comprende cinco fases:

- **Orientación:** diseñada para dar a los estudiantes la oportunidad de desarrollar el sentido de la finalidad y motivación para aprender sobre el tema.

⁴⁸ GALLEGO, Rómulo y PÉREZ, Royman, Op. cit., Pág. 9-11

- **Elicitación:** en la que los estudiantes explican sus ideas, haciéndolas por tanto, conscientes; esta fase se puede llevar a cabo mediante la discusión en grupo o elaboración de informes escritos pudiendo implicar la aproximación directa a los fenómenos físicos seleccionados de estudio.

- **Reestructuración:** esta incluye varios aspectos, una vez que las ideas de los alumnos se encuentran en el “aire” la clarificación y el intercambio por medio de la discusión; de esta forma pueden afinarse significados constructivos por los alumnos mediante comparación con las concepciones alternativas, y posiblemente conflictiva de los otros, y señalarse las inconsistencias; de este modo el intercambio de punto de vista puede llevar a desacuerdos espontáneos entre alumnos y el conflicto entre perspectivas concretas. De forma alternativa puede hacerse por, parte del profesor, un intento implícito para mover conflictos conceptuales utilizando una demostración refutadora o sorprendente, que implica el desequilibrio cognitivo a partir de aprendizaje colaborativo, en los cuales se integran planteamientos Piagetianos como Vigotskianos.

- **Aplicación:** los alumnos podrán usar sus ideas recién desarrolladas en diversas situaciones, tanto nuevas como familiares. De este modo las nuevas concepciones se consolidan y refuerzan al aplicarse los contextos dentro de los que se ha comprobado su utilidad.

- **Revisión:** se invita a los alumnos a reflexionar sobre cómo ha cambiado sus ideas, realizando comparaciones entre su pensamiento actual y en el inicio⁴⁹.

Estas ideas pueden ser comprobadas por medio de la experiencia. Si se hace adecuadamente se puede dar a los alumnos la oportunidad de ser imaginativos al diseñar formas de comprobar estas ideas, y llevarlas a la práctica, marcando los parámetros para el aprendizaje significativo:

Al enfrentar los retos que plantea la enseñanza de las Ciencias experimentales, todos los docentes reconocemos que la educación requiere de grandes cambios, por tal motivo se deben hacer reflexiones continuas acerca de la problemática que viven los alumnos y documentar las situaciones difíciles que atraviesan los docentes en su que hacer pedagógico.⁵⁰

Como alternativa ante estos cambios y la problemática antes mencionada consideramos la metacognición, como estrategia educativa, es una

⁴⁹ DRIVER, R, y OLDHAM, V ,Un enfoque constructivista del desarrollo curricular de las ciencias En PORLAN, Rafael y otros. Constructivismo y enseñanza de las ciencias: Sevilla: Diada, 1988. p. 130 - 131.

⁵⁰ CHROBAK. Ricardo. Enseñanza de la física y teoría cognitiva del aprendizaje significativo. En: Educación y pedagogía. 18.. Medellín: U de A Facultad de educación, 1997..p. 169.

herramienta eficaz para desarrollar habilidades de pensamiento y destrezas cognitivas mejorando las posibilidades en el sujeto que aprende

2.2. METACOGNICIÓN

La metacognición se refiere a dos realidades importantes que son: conocer nuestros procesos y operaciones mentales (conocer el qué) y saber utilizar estrategias para mejorar esas operaciones y procesos (conocer y practicar el cómo). El concepto de metacognición alude tanto a la toma de conciencia del sujeto sobre su propia cognición, como, también al conocimiento en torno a las temáticas de cognición.

Cuando mencionamos el término *metacognición*, nos referimos a la conciencia y al control que sobre los procesos cognitivos tiene el sujeto, dicho de otra manera, es la conciencia sobre la conciencia y el control que sobre ella se ejerce. Aprender a controlar la conciencia es una tarea importante para descubrir lo que ocurre en la “caja negra”, qué sucede en la construcción de las ideas es una habilidad que se puede desarrollar. De lo anterior se deduce que las habilidades metacognitivas se pueden aplicar en múltiples actividades, como la lecto-escritura, la expresión oral, la escucha, el estudio, la resolución de situaciones problemáticas o en cualquiera otro campo

donde se intervengan los procesos cognitivos. Teniendo claro el concepto de metacognición, los docentes pueden mejorar el aprendizaje de los estudiantes dado que así pueden aprender con autonomía independientemente de metodología que se utilice.

El reflexionar sobre la cognición incluye conocimiento sobre *cuándo, cómo y por qué* se realizan las operaciones mentales o acciones cognitivas. El saber metacognitivo abarca características como: sujetos que aprenden, particularidades de la tarea cognitiva y el uso de estrategias para realizar esa tarea.⁵¹ El control metacognitivo o regulación requiere de estrategias que controlen los esfuerzos cognitivos, como la de planificar los movimientos, verificar los resultados, evaluar la efectividad de las acciones que se realizan, remediar las dificultades que se presenten, poner a prueba las técnicas de aprendizaje para modificarlas si es necesario; no obstante la implementación de estas estrategias depende del propósito que se tenga, las estrategias pueden ser tanto cognitivas como metacognitivas, aunque la diferencia entre ellas no es clara para fines prácticos, todos estos procesos determinan por tanto la función o el control ejecutivo o autorregulación

Con los mecanismos de la metacognición se busca que el estudiante asuma con responsabilidad y autonomía su propio aprendizaje, y para lograrlo se

⁵¹ FLAVELL (1978), citado por los HERMANOS MARISTAS 1990. ARTICULO DE INTERNET

debe transferir gradualmente a los jóvenes la responsabilidad de la regulación o control cognitivo como lo propone Vigotsky desde 1978 y que es tratado bajo el sentido de apropiación del conocimiento.⁵²

De lo anterior se desprende que para desarrollar una teoría basada en la metacognición, hay que tener en cuenta unos elementos que permitan lograr un *Aprendizaje metacognitivo de estrategias*; son básicamente cuatro los elementos que conducen a un aprendizaje eficaz.

- *El Poder aprender*: entendido como capacidad de aprendizaje, en el componente que es inherente innato e intrínseco al sujeto. Para ello es necesario que el alumno tenga capacidad suficiente en forma de inteligencia, aptitudes específicas para el estudio y adecuada adaptación a la institución.
- *El Querer aprender*: aquí está implícita la motivación, está relacionado con la actitud y la voluntad. El rendimiento que se obtiene depende de la naturaleza de los propósitos y de la manera como los enfrenta el alumno. En este apartado cumple una función especial la metaatención y saber

⁵² VIGOTSKY, citado por LÓPEZ, H., Josefina. Vigencia de las ideas de L. S. Vigotsky. En Memorias Congreso Pedagógico. Cuba 1997. p. 9

utilizarla desarrolla la actitud y la voluntad, es decir la atención consiente, voluntaria y por lo tanto sostenida.

- *El saber aprender:* la tarea, en este caso es del docente, quien debe utilizar métodos que faciliten su eficacia. Es a través del uso adecuado de estrategias de aprendizaje como se logra el máximo rendimiento con menos esfuerzo y más satisfacción personal.⁵³
- *El Saber utilizar los conocimientos que se tienen o que se han adquirido durante el proceso de aprendizaje:* en este punto es la metamemoria la que interviene para confrontarse con los nuevos conocimientos, involucra el conocimiento declarativo y el procedimental.

2.2.1. Los precursores

Los marcos teóricos de Ausubel, Piaget, Vigotsky y el procesamiento de la información son los que pautan las ideas de las cuales surgen los temas que orientan muchas de las líneas de investigación asociadas actualmente con la

⁵³ CARRASCO, José Bernardo. Hacia una enseñanza eficaz. Madrid: Rialp, 1997. p 73

metacognición, la esencia de las tres primeras teorías se esbozó anteriormente, se quiere aquí entonces considerar su relación e influencia directa con ella.

2.2.1.1. Ausubel y la metacognición

La teoría del aprendizaje significativo tiene una íntima relación con la metacognición, pues ella presupone una serie de procesos mentales que ocurren en la construcción del concepto, estos cambios en la estructura cognitiva - mental - y por ende cognoscitiva –referente al conocimiento- del sujeto están dados por ciertos criterios de competencia que Gutiérrez recopila de Ausubel de la siguiente manera.

- Es necesario que el sujeto muestre una actitud positiva hacia el aprendizaje significativo.
- El material que se vaya a aprender debe ser potencialmente significativo para el estudiante, es decir, se debe relacionar con sus estructuras de conocimiento de manera intencional y no al pie de la letra –que llevaría a un aprendizaje memorístico.

- Lo anterior depende del material que se va a aprender y de la estructura cognoscitiva del alumno. Sobre este punto se desglosa:
 - El material debe tener una significancia lógica, que no sea arbitrario, que sea lógico y que esté dentro de los límites de lo que el individuo, en ese momento, está dispuesto y en capacidad de aprender.

 - En lo que atañe a la estructura cognoscitiva del aprendiz se toma en cuenta la organización de la información en el campo específico del aprendizaje, así como el nivel de desarrollo de su desempeño para que pueda realizar la tarea con economía de tiempo y esfuerzo.⁵⁴

Los aspectos citados incluyen procesos de automotivación y autorregulación que son explicitados dentro de un ambiente netamente metacognitivo, el hecho de cualificar qué se aprende o no como producto del choque cognitivo que altera la estructura y forma el nuevo concepto y que este suceso sea intencional, abre las puertas desde el punto de vista teórico a la teoría de la metacognición

⁵⁴ GUTIÉRREZ, A. Psicología y aprendizaje de las ciencias: el modelo de Ausubel. En: Enseñanza de las ciencias. 1987. 5 (2) p 118 - 128

2.2.1.2. Convergencia de las teorías psicológicas de Piaget y Vigotsky con la teoría de la metacognición

-

Piaget en sus trabajos plantea posiciones que se juzgan como sustento teórico de la Metacognición, los cuales se refieren específicamente a la *toma de conciencia*, la *abstracción* y los *procesos de autorregulación*.

La *toma de conciencia*, como el mismo Piaget arguye, es un proceso de conceptualización que ocurre en el plano representativo de aquello que ya está adquirido en el plano de la acción⁵⁵, es decir, los hechos revelados desde la praxis, desde el “*saber hacer*”, realizan un movimiento de interiorización por medio del cual el individuo se va dando cuenta de los aspectos cada vez más neurálgicos de la acción; la *abstracción* en cambio es un proceso implícito que le permite al individuo extraer determinadas características de los objetos, lo que Piaget llama “*abstracción empírica*”; cuando esta extracción ocurre en las propias acciones se denomina “*abstracción reflexionante*”, es importante anotar que este proceso es recurrente y aparece en cualquier etapa del desarrollo para permitir la creación de nuevos conocimientos cada vez mas elaborados.⁵⁶

⁵⁵ MARTÍ, Eduardo. Metacognición: Entre la fascinación y el desencanto. En: Infancia y Aprendizaje. 1995. p. 18

⁵⁶ Ibid, p. 19

La *autorregulación* considerada bajo el concepto piagetiano de equilibración, consiste en procesos de complejidad creciente que son tomados en la teoría de la metacognición y reelaborados como fundamento y principio de la misma. Piaget considera que las regulaciones pueden ser de carácter retroactivo o de retroalimentación, que suceden cuando los resultados de una acción provocan la modificación de dicha acción; o anticipatorio, es decir de carácter proactivo, que se producen cuando el sujeto compensa de forma anticipada las perturbaciones supuestas, estos procesos, al igual que la abstracción, no corresponden a estadios evolutivos, sino que son progresiones que se encuentran en cualquier etapa del desarrollo del individuo, como colofón a esta influencia piagetiana subyacente a la investigación cognitiva Martí (1995) aclara que “a medida que el sujeto se desarrolla, la toma de conciencia distorsiona menos los datos, el sujeto es cada vez más capaz de reflexionar de forma consciente sobre sus propios procesos cognitivos y la autorregulación está cada vez más dirigida de forma consciente y puede darse en el plano reflexivo e hipotético”, este proceso permitiría entonces la adaptación, que para el planteamiento piagetiano se relaciona directamente con su definición de inteligencia.

“El medio de actuar sobre sí mismo, es al comienzo, un medio de actuar sobre los demás, o el medio de actuar los demás sobre la personalidad”⁵⁷, con esta proposición Vigotsky cambia la dirección de los planteamientos

⁵⁷ VIGOTSKY (1987). citado por LÓPEZ H. Josefina. Op. cit., .p. 7

dirigidos a comprender la esencia del desarrollo del niño y del lugar que en él ocupan las condiciones de vida y educación, sus puntos de vista se orientan en el sentido de que la educación no se debe basar en el desarrollo ya alcanzado por el sujeto sino que teniéndolo en cuenta, se proyecta hacia lo que el sujeto debe lograr en el futuro.⁵⁸ , esto lo hace el individuo con la *mediación* de otras personas o instrumentos culturales que también interactúan con el aprendiz, 'la regulación por otros'⁵⁹ se considera un componente metacognitivo en oposición a la autorregulación discutida en la teoría piagetiana.

Los aspectos a considerar dentro del ámbito metacognitivo no son por tanto los relacionados con la regulación por otros, por el contrario se refieren a aquellos concernientes y relacionados con la explicitación del paso de dicha regulación externa a una autorregulación, etapa que se realiza gracias a un periodo de internalización, procesos ínter psicológicos e intra psicológicos.

La internalización es gradual, en ella se pasa del control y guía de las acciones en el aprendiz ejercido por otra persona, a una cesión de dicho control al propio joven que termina controlando su propia actividad, se destaca en este proceso una etapa intermedia en la que las dos personas –el

⁵⁸ LÓPEZ, H., Josefina. Op., cit. p. 9

⁵⁹ MARTÍ, Eduardo. Op. cit., p. 22

mediador y el sujeto- comparten el control de las acciones cognitivas involucradas en la resolución del problema o tarea, en este punto la teoría vigotskiana apoya el trabajo del docente como facilitador de los procesos metacognitivos en el estudiante, que le permitirán a éste superar los *obstáculos cognitivos* que le impiden acceder a un real y eficaz aprendizaje.

2.2.1.3. La teoría del procesamiento de la información y su relación primigenia con la metacognición

Esta teoría postula que “cualquier actividad cognitiva exige, para que sea ejecutada correctamente, un sistema de control que planifique, regule y evalúe la actividad en curso⁶⁰ El sistema de control propuesto bajo los conceptos enunciados se denomina *control ejecutivo* o sistema ejecutivo. Podemos concluir entonces que el control ejecutivo se considera como un conjunto de acciones que revisten una gran complejidad y que son necesarias para alcanzar la meta que se desea a la hora de enfrentarse con el planteamiento y posterior resolución de un problema. Brown⁶¹ indica que los requerimientos básicos de estos mecanismos controladores del sistema ejecutivo alojan bajo los siguientes aspectos, que se pueden considerar a todas luces de índole metacognitivo:

⁶⁰ MILLER, GALANTER, PRIBAM (1960) citado por MARTÍ, Eduardo. Op, cit p. 16

⁶¹ BROWN.(1978) Citado por Ibid, p. 17

1. La Predicción de las limitaciones de procesamiento.
2. Conciencia del repertorio de las estrategias disponibles y la utilidad de ellas en cada caso concreto.
3. Identificación de las características del problema.
4. Planificación de las estrategias adecuadas para la resolución del problema.
5. Control y supervisión de la eficacia de estas estrategias en el momento de su aplicación.
6. Evaluación continua de los resultados obtenidos.

Los criterios fundamentados teóricamente que se incluyen en los preceptos del procesamiento de la información colocan especial relevancia en los estados internos del sujeto; entre otros se destacan los procesos estratégicos entendidos como *sistema procesador de información*, y las representaciones del conocimiento que *median* interviniendo en los estímulos que recibe el sujeto del mundo exterior, determinando así las respuestas que él puede dar y que manifiestan un comportamiento considerado inteligente. La eficiencia

de este interactuante procedimiento cognitivo se manifiesta según, Brown, Campione y Ferrera⁶², mediante cuatro determinantes o indicadores expresados así:

1. La velocidad o eficiencia con que son realizadas las operaciones básicas del procesamiento de la información.
2. Las propiedades de las bases de conocimientos del sujeto (carga cognoscitiva)
3. El papel de las estrategias del manejo de la memoria y la solución de problemas (metamemoria).
4. La autorregulación metacognitiva y la toma de decisiones ejecutivas (control ejecutivo).

⁶² BROWN, CAMPIONE Y FERRERA (1982). Citado por CASTELLANOS, S. Doris. La concepción de las capacidades intelectuales en el enfoque del procesamiento de la información. En Memorias Congreso Pedagógico. Cuba 1997.p.15

Los anteriores puntos indican entonces que el ejercicio eficiente del sujeto ante una determinada tarea no está determinado solamente por el conocimiento que posea (aunque no deja de ser importante); sino que también marca relevante influencia la supervisión reguladora que él ejerza sobre su propias actividades, el intermedio o automediación, para utilizar analógicamente el termino de Vigotsky, permite que las actuaciones sean realizadas de manera flexible y adaptadas a las exigencias de la tarea. Martí referencia tres tipos de procesos de regulación: los de tipo anticipativo, como la planificación; los que surgen en la marcha que controlan la adecuación de lo que el sujeto va generando y los que suponen la verificación y la evaluación de lo que se va generando⁶³

Las concepciones basadas en las directrices enriquecidas por la teoría del procesamiento de la información son supremamente interesantes para los estudios en el campo de la metacognición, debido a que “se trata de un enfoque que ha intentado penetrar a través de diferentes vías en los mecanismos del sistema cognoscitivo humano, en las complejas interconexiones y dinámica de lo que antes se concebía como procesos aislados”⁶⁴.

⁶³MARTÍ, Eduardo. Op, cit p. 17

⁶⁴ CASTELLANOS, S. Doris. Op. cit., p. 17

Para finalizar tomamos nota textual de Martí para resaltar la controversia que suscita este enfoque y mostrar las amplias posibilidades que marca dentro del ámbito de las estrategias metacognitivas: “A pesar de los logros de una visión que, entre otras cosas, revaloriza la función de control cognitivo ejecutivo en la cognición humana para que ésta se despliegue con flexibilidad y eficacia y que señala la necesidad de distinguir la dialéctica evolutiva entre procesos automáticos y procesos controlados, los autores del procesamiento de la información, atrapados en dicotomías como consiente / no consiente y automático/controlado no consiguen darnos una visión suficientemente matizada de los diferentes niveles del funcionamiento cognitivo y no consiguen tampoco darnos una visión integradora de los cambios metacognitivos a lo largo del desarrollo.”⁶⁵.

2.2.1.4. Evolución del concepto metacognición

El término proviene del griego *Meta* que significa traslación, cambio, posteridad, transformación, más allá de, es el equivalente latino de *Plus ultra*; en voces como metamatemática, se utiliza para hacer referencia al estudio que se hace de los diferentes tipos de razonamiento y de demostración de la matemática, luego la metamatemática es una disciplina cuyo objeto de

⁶⁵ MARTÍ, Eduardo. Op, cit p. 18

estudio es la matemática, en metáfrasis se designa la interpretación de una obra o texto, metainfectivo es más allá de un proceso infectivo, de ahí que metacognición hace referencia a lo que viene después de la cognición o que la acompaña. Desde esta perspectiva el *meta* ofrece una connotación que apoya al término cognición, señalando un desdoblamiento entre el sujeto que conoce y su objeto de conocimiento, que en este caso es un objeto de naturaleza cognitiva⁶⁶

Ya desde las postrimerías de la década de los sesenta con Tulving y Madigan⁶⁷ en los estudios realizados sobre la memoria: “Memoria sobre la memoria” se vislumbran los orígenes de la investigación metacognitiva. Cada individuo es capaz de someter a juicio su propia memoria -metamemoria-su comprensión –metacompreensión-, su atención –metaatención- y su cognición -metacognición-⁶⁸

En el estudio histórico del término se pueden perfilar las tres etapas que Michael Serres⁶⁹ atribuye al desarrollo de todo concepto científico: la edad de aparición, momento en que aparece el término, origen del concepto; la edad de reactivación es el momento en que el concepto se inserta en un sistema

⁶⁶ Ibid, p 13

⁶⁷ TULVING Y MADIGAN (1969), citado por GONZÁLEZ Fredy. Acerca de la metacognición. 1997.p 1. Artículo de Internet.

⁶⁸ GONZÁLEZ, Fredy. Op. cit., p. 1

⁶⁹ SERRES, Citado por Li Carrillo. 1981. En: GONZÁLEZ Fredy, Op. cit., p. 2.

que le da un nuevo sentido y, la edad de recurrencia que es la etapa en la cual se revela la potencia de fecundidad del concepto, su valor y eficacia en el trabajo científico efectivo, en el caso de la metacognición en la primera edad se pueden ubicar los trabajos pioneros de Tulving y Madigan en 1969, la segunda edad correspondería a los estudios realizados por Flavell, que datan desde 1978, los trabajos sobre problemas de la generalización y la transferencia de lo aprendido, al igual que los estudios de la capacidad del ser humano para supervisar su propio funcionamiento intelectual, la tercera edad sería la etapa actual en la que la metacognición es un constructo tridimensional que integra los resultados por los que ha transcurrido la investigación que tiene a la cognición humana como objeto de indagación desde la psicología experimental, pero que desde una psicología aplicada posibilitaría sus experiencias al campo educativo, a través por ejemplo de la psicopedagogía.

Los primeros pasos que se dieron sobre la metacognición se enfocaron hacia la metamemoria, cómo funciona la memoria, Tulving y Madigan pensaron en un aspecto que había permanecido inexplorado pero que constituía lo esencialmente humano sobre la memoria, dicho aspecto es el que tiene que ver con los propios procesos de la memoria y la conclusión a la que se llegó es que hay una íntima relación entre el funcionamiento de ésta y el conocimiento que tiene el individuo de los procesos de la misma; posteriormente Flavell tomando estos conceptos como punto de partida,

comenzó a estudiar la metamemoria en los niños, es decir, lo que los niños conocían acerca de su propia memoria, para lo cual les pedía que reflexionaran sobre sus propios procesos de memoria y desarrolla una serie de trabajos que terminan constituyendo una de las dimensiones de la *Metacognición: conocimiento sobre la cognición misma*. En este sentido es posible plantear la hipótesis de que el conocimiento sobre la cognición y procesos cognitivos posibilita el desarrollo de la metacognición, hipótesis significativamente importante para el campo educativo ya que, si se posibilita al docente un conocimiento teórico–conceptual sobre ésta área, ello vehicularía su propio desarrollo metacognitivo y por ende sus aplicaciones al proceso educativo.

Otra de las direcciones de trabajo que aparecen en el origen mismo de las dimensiones de la metacognición es la que aborda toda la problemática planteada por las limitaciones que muestra el sujeto para transferir o para generalizar lo que ha aprendido en otras circunstancias que son diferentes a aquéllas en las cuales se ha producido un aprendizaje, de ahí que los estudios, en este caso, se referían a mejorar la capacidad de memoria y las destrezas de aprendizaje en los estudiantes; los investigadores encontraron que los estudiantes mejoraban su aprendizaje cuando estaban bajo el control del experimentador, lo que en Vigotsky se denomina como el “andamiaje”, pero cuando éstos se deberían hacer cargo, por sí mismos, de su propio proceso de aprendizaje, ya no eran capaces de poner en funcionamiento, o

poner a prueba en nuevas situaciones los conocimientos adquiridos o sus estrategias de memorización adquiridas en el experimento, sólo las aplicaban cuando el investigador les indicaba que lo hicieran⁷⁰

Lo anterior permitió suponer que el uso que se le dé a los recursos cognitivos no es espontáneo sino que cuando se trata de enfrentar tareas o problemas concretos es necesario activar ese uso para seleccionar la mejor estrategia en cada situación. Para comprobar la anterior hipótesis, en los estudios se incluyó la enseñanza explícita de métodos de autorregulación que permitieran monitorear y supervisar a los sujetos en experimentación en la utilización de sus propios recursos cognitivos. Por esta línea se llegó a la dimensión de la *Metacognición que lo presenta como controlador de la cognición*. Los trabajos anteriores que abordan la generalización y la transferencia de lo aprendido sirvieron para demostrar que el sujeto es capaz de someter a estudio y a análisis los procesos que él mismo usa para conocer, aprender y resolver problemas, para tener conciencia de sus propios conocimientos y, además, para controlar y regular sus propios procesos de aprendizaje, se tiene así *la Metacognición como supervisión de la cognición*

⁷⁰ GONZÁLEZ, Fredy. Op. cit, p 3

Los estudios sobre metacognición se han conjugado de tal manera que han dado origen a un constructo complejo, éste, según Campione, Brown y Connell⁷¹ abarca, al menos tres dimensiones: una tiene que ver con el conocimiento estable y consciente que los sujetos tienen acerca de la cognición, acerca de ellos mismos como aprendices o solucionadores de problemas, sobre los recursos que ellos tienen disponibles y sobre la estructura del conocimiento en los cuales ellos trabajan, otra se centra en la autorregulación y el monitoreo por parte de las propias destrezas cognitivas del sujeto y, una tercera dimensión tiene que ver con la habilidad para reflexionar, tanto sobre su conocimiento, como sobre sus procesos de manejo de ese conocimiento.

Está demostrado que la capacidad de aprender aumenta cuando se explota adecuadamente, esto lo pretenden las estrategias de aprendizaje, de ahí que influyan en el poder aprender. Además, si hay buenas estrategias habrá motivación. Un alumno que sabe qué cómo aprende, que conoce el esfuerzo que requiere para aprender, y utiliza los recursos adecuados para ello, es conciente de que el trabajo continuo bajo estos parámetros, lo lleva a un rendimiento superior, indicio de motivación. En consecuencia, las estrategias también influyen en querer aprender.⁷² Este conocimiento de qué, cómo y por

⁷¹ CAMPIONE, BROWN Y CONNELL, (1989) citados por GONZÁLEZ, Fredy, Op. cit., p 3

⁷² BANDURA 1977; PRESSLEY Y OTROS 1990; BURÓN 1993 citados por CARRASCO, Bernardo, Op. cit.,p 74

qué aprendemos y la experiencia de su eficacia se llama *metacognición de las estrategias de aprendizaje*.

Por su parte la metacognición se refiere al conocimiento de la propia mente, conocimiento adquirido por auto observación. Por tal razón el uso metacognitivo de estrategias incluye:

1. *Tener disposición, actitud frente al aprendizaje* (conocimiento persuasivo): tener que ver con el interés hacia el conocimiento para favorecer aquellos estímulos que faciliten la atención.
2. *Saber lo que hay que hacer* (conocimiento declarativo): se refiere al conocimiento de las estrategias.
3. *Saberlo hacer* (conocimiento procedimental): pone en práctica el conocimiento declarativo.

4. *Controlarlo mientras se hace* (conocimiento condicional): cumple una función reguladora, denominado como el control o función ejecutiva desde el modelo cognitivo del procesamiento de la información.

Lo anterior significa que al alumno no le basta con aplicar las diferentes estrategias solamente, sino que es necesario, además, construir su propio conocimiento sobre el uso adecuado de esas estrategias⁷³ para poder tomar decisiones sobre cómo, cuándo y por qué se deben utilizar determinados procedimientos y no otros. Como dicen Nisbet y Schucksmith: “el factor que distingue un buen aprendizaje de otro malo o inadecuado es la capacidad de examinar las situaciones, las tareas y los problemas y de responder en consecuencia”⁷⁴, aunque esta capacidad raramente es enseñada en la escuela; en otras palabras, la calidad del aprendizaje no depende sólo de un alto nivel de inteligencia, o del dominio de métodos y técnicas, sino también de la posibilidad de captar las exigencias de las tareas en una situación de aprendizaje dada y de ejercer control sobre ellas; el alumno requiere, además de conocer las estrategias de aprendizaje, saber ajustarse continuamente a los cambios que se producen a medida que transcurre la actividad, por ejemplo: resistirse a la disminución de la motivación, redefinir los objetivos originales, compensar la pérdida de tiempo -cambios internos- o

⁷³ COLL (1990), citado por CARRASCO, José Bernardo, Op. cit., p. 175

⁷⁴ NISBET Y SCHUCKSMITH (1986), citado por Ibid, p 175

compensar limitaciones de recursos o espacios y temperatura adecuada entre otros -cambios externos-⁷⁵

La metacognición se puede analizar desde las siguientes visiones

1. Ingrid Pramling (1975). Para ella la metacognición no es cuestión de conocimiento sobre cognición, sino cuestión de cómo el sujeto concibe la tarea cognitiva que tiene a su disposición, la forma de pensar del sujeto está determinado por su experiencia de la vida cotidiana, y alude específicamente a la resolución de problemas .
2. Flavell (1978). Indica que la metacognición como conocimiento de la naturaleza de la tarea se basa en la idea de “reflexión consciente,” y que aunque ésta siendo muy importante en la teoría, investigación y practica de la enseñanza del pensamiento, el termino no es tan fácil de definir. Enfatiza el conocimiento sobre la persona, la tarea y la estrategia
3. Brown (1978). Fundamenta la propuesta que se basa en la idea de estrategias conscientes e inconscientes y que tienen relación con el

⁷⁵ MONEREO (1994), citado por Ibid., p. 76

control de la cognición. Enfatiza la planeación, el monitoreo y la revisión⁷⁶:

4. Freddy González (1997). Considera que la metacognición es un término que se usa para designar una serie de operaciones, actividades y funciones cognitivas realizadas por el individuo mediante un conjunto interiorizado de mecanismos intelectuales que le permiten recabar, predecir y evaluar información, a la vez que se ejerce conocimiento, control y autorregulación de su propio funcionamiento intelectual⁷⁷.

5. José Bernardo Carrasco (1997). La metacognición es el conocimiento que tenemos de nuestras operaciones mentales: qué son, cómo se realizan, cuando hay que usar una o otra operación, qué factores ayudan o interfieren en dichas operaciones ⁷⁸

⁷⁶ FLAVELL, BROWN, citados por HERMANOS MARISTAS : Op. cit.. p 1-3

⁷⁷ GONZÁLEZ, Fredy. Op. cit., p. 1

⁷⁸ CARRASCO, José Bernardo, Op. cit., p. 128

2.2.2. Como aprender metacognitivamente

Como la metacognición se refiere al *qué*, al *cómo* y el *para qué*, un alumno puede aprender de una manera eficiente sin tener idea de lo que es la metacognición pero no puede ser eficaz su aprendizaje si no aprende metacognitivamente, es decir de manera consciente. A este conocimiento de los procesos mentales se le debe añadir la capacidad de autorregular su propio aprendizaje. No es suficiente con que el alumno entienda que no comprende, necesita también conocer qué estrategias debe utilizar para poder comprender y así remediar su situación para aprender a aprender, reflexionando sobre sus propios procesos mentales y deduciendo por sí mismo qué estrategias son más eficaces en su aprendizaje.

De acuerdo con lo anotado anteriormente, los aspectos más importantes de la actividad mental metacognitivamente madura son:

- El conocimiento de los objetivos que hay que lograr con el esfuerzo de la mente *El qué*.

- La elección de estrategias que conlleven al logro de dichos objetivos *El cómo*.
- Una auto observación de la ejecución para comprobar si las estrategias elegidas son las más adecuadas, o es necesario proceder a cambiarlas (*autorregulación*; hay que tener en cuenta que enseñar a *autorregular* la actividad mental es lo mismo que enseñar a utilizar las estrategias de aprendizaje en el momento preciso. Por eso la metacognición nos conduce a *saber aprender*. *Estas estrategias antes mencionadas se relacionan directamente con los pasos a seguir frente a la resolución de tareas ó problemas* .

La investigación metacognitiva propone que no se pueden aprender contenidos sin las estrategias necesarias de una manera adecuada para poderlos aprender; en resumen, la metacognición es el conocimiento que tenemos de nuestras operaciones mentales, qué son, cómo se realizan, cuándo hay que usar una u otra, qué factores ayudan o interfieren en su eficacia. Al referirnos a la metacognición de cada una de nuestras operaciones mentales hablamos de metamemoria, metaatención, y

metacomprensión. Siendo la metacognición el conjunto de todas estas “metas” (Buron 1993)⁷⁹

De lo anterior se deduce que la metacognición puede ser dividida en tres subcomponentes: metaatención, metacomprensión y metamemoria principales:

2.2.2.1. Metaatención

Atender es tal vez la principal operación en cualquier actividad de aprendizaje, especialmente cuando se trata de acercarse al conocimiento. Los estudios sobre este campo especial de la cognición han tomado gran importancia a medida que los sistemas de control electrónicos están evolucionando y se presentan en todas partes. Para la atención se toman tres definiciones que nos interesan de manera particular:

1. *Atención selectiva*: consiste en prestar atención a algo especial, se necesita concentración en lo que se quiere atender. En este caso la información debe ser seleccionada por los órganos involucrados para

⁷⁹ BURON, citado por , CARRASCO, José Bernardo, Op. cit.,p128

poder ser procesada por los sentidos, de ahí que dos informaciones simultaneas producen confusión en los sentidos que procesan dicha información, por lo tanto es necesario prestar atención a uno de ellos si se quiere obtener una información adecuada.

2. *Atención sostenida:* es aquella en la cual hay que establecer una vigilancia durante un tiempo determinado; la vigilancia sobre la atención no puede ser ni tan leve que produzca distracción ni tan fuerte que produzca cansancio, en ambos casos se interrumpe la durabilidad de la atención. La vigilancia se puede mantener de dos maneras, una tiene que ver con la concentración, aquí el sujeto tiene que estar vigilante de no dejar de prestar atención y la otra es vigilar la vigilancia para garantizar que en ningún momento se está dejando de prestar atención.

3. *Dividir la atención:* consiste en la posibilidad que se tiene de realizar más de una acción al mismo tiempo, para esto se debe automatizar ciertas acciones y establecer categorías de importancia dentro de los estímulos recibidos.

-

Peter Reddy plantea una serie de cuestionamientos sobre la atención y describe los modelos cognitivos que tratan de responderlos:

- ¿Cómo podemos explicar nuestra capacidad de atender selectivamente a un estímulo sin ser distraídos continuamente por muchos otros?
- ¿Ignoramos por completo los estímulos a los que no atendemos?.
- ¿Qué podemos hacer automáticamente y qué podemos hacer sólo si prestamos atención?.
- ¿A cuántas cosas podemos prestar atención en un momento dado?⁸⁰

La primera teoría completa sobre la atención fue formulada en 1953 por Donald Broadbent en los laboratorios psicológicos de Cambridge, quien propone el *modelo del filtro*. “El límite de nuestra aptitud para percibir mensajes que compiten entre sí pertenecen al dominio de la percepción, los cuales somos capaces de analizar e identificar en cantidad limitada de información que llega a nuestras entradas sensoriales”⁸¹. propuso que el cerebro contiene un filtro selectivo que puede ser “sintonizado” de manera

⁸⁰ BANYARD, A. y otros. Introducción a los procesos cognitivos. Barcelona:- Ariel Psicología. 1995. p. 254.

⁸¹ BROADBENT, citado por NORMAN, Donald A. El procesamiento de la información en el hombre. México: Paidós, 1991.p. 38

que acepte el mensaje que se desea y rechace todos los restantes; así el filtro bloquea las entradas no deseadas disminuyendo la carga de procesamiento impuesta al sistema perceptivo. Broadbent al explicar la atención selectiva mediante el modelo de filtro concluye que podemos *prestar atención a un solo canal a la vez*, los oídos son dos canales y el filtro encargado de la selección del canal lo hace solo en función de las características físicas de la información entrante. Para él, la decodificación -interpretación del significado de la información recibida- se hace posterior a la operación de filtro en la cual se ha seleccionado el canal al cual se le presta atención, por lo tanto cualquier mensaje que llegue al oído no atendido no se comprenderá⁸²

Según José Bernardo Carrasco *atender* es seleccionar determinados estímulos para lograr concentrarse en ellos ignorando los demás, así que cuando tenemos conciencia de los mecanismos mentales para concentrar la atención, estamos haciendo uso de la metaatención, ésta controla las distracciones en el sujeto.

William James en Principios de Psicología, dice que la atención es la toma de posesión por la mente en forma clara, y vívida, de un solo objeto de entre los, numerosos objetos o cursos de pensamientos simultáneamente posibles. A

⁸² BANYARD, A. y otros. Op. cit., p. 257

su esencia pertenecen la localización y la concentración de la conciencia; implica retirarse respecto de algunas para manejar eficazmente otras.⁸³

El número de tareas que podemos atender a la vez es muy limitado debido a que depende de la dificultad o complejidad de cada una de ellas. Una tarea simple como caminar, por ejemplo no nos impide ejecutar otra tarea simultánea más compleja, ya que puede darse por procesamiento automático, sin embargo caminar cuando atravesamos la calle en la cual hay mucho tráfico no nos permite cumplir otra tarea simultánea igualmente compleja, debido a que ambas necesitan suficiente atención, éste se denomina procesamiento controlado.

El acto de desviar nuestra atención ante un hecho determinado puede interferir la percepción y por consiguiente impedir el aprendizaje de un concepto dado. Los efectos inmediatos de la atención consiste en hacernos percibir, concebir, distinguir y recordar más eficazmente que como lo haríamos sin poner suficiente atención.⁸⁴

⁸³ WILLIAM JAMES citado por NORMAN, Donald A, Op. cit., p. 20

⁸⁴ NORMAN, Donald A., Op. cit., p 24

La intensidad de una sensación no debe confundirse con la claridad de la misma. Aumentar la claridad es función de la atención, mas no de aumentar la intensidad de dicha sensación, por ejemplo la mayor visibilidad de una imagen provoca un esfuerzo en la atención para hacerla más nítida pero no con colores más fuertes. La atención por sí sola no distingue ni analiza ni relaciona; de ella podemos decir que es una condición necesaria para ejecutar operaciones o para asimilar conceptos, de ahí que no podemos negar que un fenómeno al cual le hayamos puesto suficiente atención alguna vez habrá quedado plasmado en la memoria, mientras que si a ese mismo fenómeno no le hubiésemos prestado atención pasará sin dejar ninguna huella consiente. La atención está directamente relacionada con la memoria sensorial y con la memoria a corto plazo, es decir operativa, inmediata y de trabajo.

Es muy importante para nuestro trabajo recalcar la atención selectiva que supone un análisis muy complejo de sonidos que llegan a nuestros oídos, de imágenes múltiples que llegan a nuestros ojos para dar claridad y seleccionar lo que interesa al sujeto. Colin Cherry en su texto: *Some experiments on the recognition of speech with one and with two ears* dice: "Los seres humanos utilizan, para ejecutar sus tareas, toda la información disponible. Cuando necesitamos separar dos mensajes verbales simultáneos lo hacemos con ayuda de señales físicas como las idiosincrasias de las voces de quienes hablan, sus localizaciones espaciales o cualquier otro dato que nos sirva

para distinguirlas. Si estas señales físicas fallan, recurrimos a las psicológicas, como el contenido gramatical o semántico del material hablado. Si se nos pide especificar con precisión qué aspecto de la situación permite a un ser humano elegir una voz entre todas, no podemos dar una respuesta simple⁸⁵. Esto es lo que se conoce como el *fenómeno cóctel* en el cual otra información se entromete en nuestra atención; una explicación cotidiana a este hecho se puede dar si Ud. “escucha su propio nombre o si la persona a la que usted oye por casualidad está hablando de algo sobre lo que usted está muy interesado o interesada. La pregunta es ¿cómo se ve atraída su atención aun cuando esa información tenga características físicas diferentes de aquello a lo que Ud. está atendiendo? ¿cómo elige su cerebro a qué prestará atención y qué ignorará?”⁸⁶

Triestnan al intentar explicar el fenómeno cóctel propone el *modelo de atenuación* según el cual “lo que hacemos no es exactamente eliminar la información por filtración, sino que la filtramos de tal forma que se vuelve mas débil”⁸⁷, quiere decir entonces que toda la información que llega pasará desapercibida a no ser que sea importante para ser captada, o sea se hace una preselección de estímulos para posteriormente filtrarlos, en contraposición a los modelos *de selección tardía* de Deutsch y Deutsch que

⁸⁵ CHERRY COLIN, citado por NORMAN, Donald A., Op. cit., p. 28

⁸⁶ BANYARD, A. y otros. Op. cit., p. 31

⁸⁷ Ibid, p. 31

sugieren que si procesamos todo por su significado, no hay en absoluto alguno de un filtro, “retenemos lo que es importante y deseamos lo que no lo es”⁸⁸, en este modelo es importante la jerarquización automática que se hace de todos los estímulos recibidos para juzgar su importancia y definir a cual se le dedica la atención

La metaatención es entonces la conciencia sobre el proceso de recepción de estímulos, es identificar en su momento las limitaciones en la atención, como saber que no se puede escuchar cuando se hace un ruido -sabes que no te puedo escuchar cuando el agua está corriendo- normalmente el proceso de la atención de los alumnos adolescentes es muy bajo lo que puede incidir en un bajo rendimiento académico. Lo que normalmente se denomina falta de atención no es más que una atención dispersa, en otras palabras, el sujeto atiende a todo sin concentrarse en nada; de igual manera no se entiende la atención exclusivamente como proceso de selección de estímulos, sino como selección sostenida que implica entonces la concentración.

En todo el proceso de aprendizaje la atención es el punto de entrada que permite filtrar la información que va a ser asimilada, debido a que el atender es una de las operaciones fundamentales para la lectura, el estudio y el aprendizaje. En la lectura por ejemplo debemos ser selectivos y atender todo

⁸⁸ Ibid, p 31

aquello que es importante, jerarquizar las ideas de acuerdo a su importancia para obtener así un buen resumen o una buena síntesis; aquí la atención debe centrarse no en detalles sino en la macroestructura, en lo global, para poderlo dibujar en la mente. De lo anterior se deduce que lo importante no es que el profesor enseñe cuál es el aspecto clave en la lectura sino que enseñe a descubrir lo importante de una lectura y lo secundario de ella.

2.2.2.2. Metamemoria.

Es un error pensar que la memoria es sólo para almacenar datos, la memoria contiene el cúmulo de conocimientos de una persona y determina nuestro modo de sentir y de actuar y la metamemoria hace referencia al conocimiento o conciencia sobre la memoria como recursos, limitaciones y cómo opera, los procesos por los se conceptualiza la memoria están descritos en la sustentación biológica.

La metamemoria se refiere a los conocimientos que el sujeto tiene de los eventos, procesos y contenidos de la memoria; cuando decimos que recordamos algo, es porque ese fenómeno se hace consciente, pues son datos que sacamos de la memoria como una mnemotecnia o ficha, también está presente cuando uno sabe que sabe y también cuando uno sabe que no

sabe, con frases como: “lo tengo en la punta de la lengua”, también es acción de la metamemoria; la metamemoria hace referencia al conocimiento que tenemos de nuestra memoria el cual nos permite hablar de ella, analizarla y diseñar estrategias para recordar mejor.⁸⁹

No siempre es necesario que el individuo tenga la información almacenada en la memoria, él mismo podrá tener conciencia de a quién le pregunta o dónde puede encontrar la información que necesita, pero debe ser consciente de que no domina un proceso aunque diga que sí, este fenómeno ocurre muy a menudo en las aulas de clase, en el aprendizaje el grado de conciencia (metacognición) debe estar combinado con la autorregulación de los elementos afectivos y cognitivos, las estrategias para regular y supervisar el aprendizaje son entre otras:

1. *Planificación*, que consiste en establecer y predecir resultados deseables o probables, y organizar el uso del tiempo y los recursos.

2. *Evaluación del progreso* que consiste en averiguar cuan adecuadas son las estrategias que se están aplicando, su revisión de contenidos, reorganización de recursos y tiempo para dirigir otras áreas.

⁸⁹BURON, citado por CARRASCO, José Bernardo, Op. cit., p 128 .

3. *Evaluación de resultados* donde se establece si se han logrado los objetivos, y en qué grado, con qué deficiencias, y con cuáles problemas se enfrenta a través de los procesos. En el entrenamiento de las actividades de metacognición puede lograrse mucho éxito debido a que aumenta el grado de autocontrol, no sólo se aprenden estrategias específicas de procesamiento o de ejecución sino también controla y evalúa esas estrategias.

4. *Desarrollo de destrezas metacognitivas* para las cuales el primer paso es crear conciencia de la necesidad de ser conscientes de sus procesos, de sus estados y estructuras del aprendizaje. Inicialmente se puede desarrollar la conciencia a partir de los primeros siete años de edad, pero se logra más éxito a partir de los diez años.⁹⁰

El alumno debe ser estimulado en la reflexión de lo que está pensando, sintiendo el proceso de aprendizaje con preguntas como: ¿Qué piensa cuando ve esta imagen?, ¿Sabe la respuesta a esta pregunta?, ¿Cómo sabe que sabe?, ¿Qué pueden hacer para encontrar la respuesta a esta pregunta?, ¿Qué hace cuando escucha en qué está pensando?, ¿Cuán rápido puede aprender este concepto?, ¿Qué puedo hacer para discutir la

⁹⁰ CARRASCO, José Bernardo, Op. cit., p 72-73

pregunta?, ¿Qué puedo hacer para asegurar que entiendo lo que estoy aprendiendo?, ¿Prefiere leer un cuento o escucharlo?

El anterior tipo de preguntas inducen a *pensar* en los procesos de aprendizaje, estas preguntas se deben intercalar en cada momento lo que conduce a un aumento en la conciencia de los estudiantes y crea tendencia a desarrollar la metacognición, la forma más directa y sencilla es pensar en voz alta durante la resolución de un problema, durante la representación de un cuento o la explicación de un proceso; el profesor debe estar constantemente mostrando conceptos, ideas, objetos o procedimientos a los alumnos durante el proceso de aprendizaje, durante estas demostraciones puede aumentar las expresiones de cómo está pensando el alumno.

Para señalar eventos metacognitivos a los estudiantes, el profesor puede utilizar frases como: Hoy debemos aprender cierto asunto: ¿Cómo podemos unir nuestros esfuerzos para hacerlo?, ¿Cómo podemos resolver este problema?; mirémoslo juntos, ¿Qué aspectos conocidos identificamos que pueden ser útiles y que se pueden aplicar en este asunto?. Se les puede solicitar a los alumnos que encuentren en sus memorias los elementos requeridos para el problema, ¿Cuál será la mejor forma para conseguir esa información?, ¿podríamos memorizarla? o ¿qué sugieren? ¿se les ocurre algo?.

Para conocer qué es la memoria y los procesos que emplea se requieren cuatro elementos básicos:⁹¹

- *Sensibilidad para desarrollar la memoria.* Saber cuándo, qué, por qué, y cómo memorizar.
- *Variables de la persona,* Aprender hasta dónde se puede fiar de la memoria y actuar en consecuencia, y depende de los estilos cognitivos.
- *Variables de la tarea.* Aprender que hay datos más difíciles de aprender que otros, que es más fácil aprender pocos elementos que muchos; lo mismo que tener en cuenta el grado de familiaridad con la tarea y los materiales de la misma.
- *Variables de estrategia.* El alumno descubre qué estrategias facilitan la memorización (resúmenes, esquemas, mapas, conceptuales, notas, síntesis) y va desarrollando sus propias estrategias. Borkowski y otros⁹² confirmaron que los alumnos usan con más facilidad y espontaneidad las estrategias de la memoria cuando son conscientes de su utilidad.

⁹¹ FLAVELL Y WELLMAN, citados por CARRASCO, Op. Cit., p 129

⁹²BORKOWSKI Y OTROS. 1976.citados por Ibid, p. 129

- **Metacognición de las estrategias de la memoria.**

El conocimiento metacognitivo de las estrategias de la memoria - conocimiento de las mismas, de sus resultados o de su lugar de aplicación- es condición necesaria para desarrollar la metacognición de la memoria. En ella -en la metamemoria- debemos incluir, no sólo los conocimientos que tenemos de nuestra propia memoria -capacidad, recursos, variables que ayudan o limitan el recuerdo-, sino también la metacognición de las estrategias de la memoria: "sabemos cómo recordamos al usar una estrategia y cómo lo hacemos cuando usamos otra, y este conocimiento -que es la metacognición de las estrategias- determinará nuestra conducta en el futuro; si en un momento dado usamos una *mnemotécnica* concreta para aumentar la memoria, (memoria artificial) y advertimos que nos ayuda a recordar, el conocimiento y recuerdo de esta técnica nos sirve para tomar la iniciativa de volver a usarla en otra ocasión."⁹³ Así la comprobación de su utilidad nos lleva a conocer un nuevo recurso de la memoria, aumenta nuestra metamemoria, y viceversa; este nuevo conocimiento (metamemoria), nos sirve para iniciar nuevas conductas.⁹⁴

⁹³ CARRASCO, José Bernardo, Op. cit., p 130

⁹⁴ BURON (1993). Citado por Ibid, p 130

Existen estrategias mnemotécnicas para el desarrollo y fortalecimiento de la memoria como: repetición de un elemento, repaso sumativo, la organización significativa, organización jerárquica, distribución diferencial del esfuerzo, la formación de imágenes para establecer relaciones, elaboración significativa de historias y el método de *palabras "clave"* para transformar ítemes poco familiares, entre otras. Es importante tener en cuenta en el manejo de la metamemoria los *elementos de la memorización*; existen cuatro elementos básicos en la metacognición para una memorización efectiva los cuales se detallan a continuación:

- La Intensidad: es la energía que hay que suministrarle a la mente para que la imagen quede bien impresa en la memoria, en ella intervienen la visión y la audición.
- Repetición: lo que se repite se afianza, en esto radica la eficacia de la publicidad. Se ha comprobado que olvidamos más en las ocho primeras horas que durante los treinta días siguientes porque la velocidad del olvido disminuye con el tiempo ⁹⁵

⁹⁵ CARRASCO, José Bernardo, Op. cit., p. 132

- Asociación: el aprendizaje se refuerza cuando el dato, la idea o el texto se asocian al mayor número de imágenes y emociones: un anuncio de televisión, una escena emocionante se recuerdan mejor que una clase llana, sin ninguna acción que motive o llame la atención, para recordar debemos grabar las imágenes asociándolas al mayor número posible de sensaciones, para ello es necesario que intervengan el mayor número de sentidos, recordar las ideas por asociaciones lógicas -como recordar la estructura lógica de un texto- y asociar las ideas a algún contexto que sea familiar, a otros contenidos que ya se dominan, a otros recuerdos personales o lecturas ya realizadas.
- El descanso: hay que tener en cuenta que para recordar hay que descansar debido a que nuestro cerebro tiene limitada su capacidad de asimilación y el trabajo mental prolongado produce fatiga, el problema que no tenía solución se ve claramente y se resuelve con facilidad, durante las horas de sueño y descanso el cerebro continúa trabajando y realiza avances insospechados.⁹⁶

⁹⁶ Ibid, p. 133

- **Relación entre la metacognición de la memoria y el aprendizaje.**

Un fenómeno es comprendido en la medida en que lo hagamos significativo y esto se logra cuando lo relacionamos con los preconceptos, con los conocimientos previos y lo recordamos mejor cuando ya lo comprendemos, si en el estudio no hay comprensión se da la memorización mecánica que es poco duradera y no es motivante, pero si hay una comprensión consciente, metacognitiva, es motivante porque tiene significado; de ahí que la eficacia de la memoria dependa, en gran manera de los conocimientos que previamente se tienen, esto explica que los expertos aprendan más y recuerden mejor que los aprendices o los niños quienes tardan mucho tiempo en aprender pocos contenidos al no tener conocimientos previos que le permitan engancharlos, la memoria eficaz es la memoria significativa y los docentes debemos responder a preguntas como:

- ¿Conozco el método más eficaz para aprender los diferentes elementos que integran mi asignatura?, estos elementos son las, relaciones históricas, conceptualizaciones y los ejes estructurantes entre los más comunes.

- ¿Cómo hay que organizar el aprendizaje para que la memorización sea eficaz?, ¿Cómo potenciar desde mi área o asignatura la memorización comprensiva?, ¿Cómo debe repasar el estudiante un tema o lección?, ¿En qué consiste la comprensión?, ¿Cuál es la diferencia entre entender y comprender, ¿Cuáles son los caminos más fáciles para acercarse al conocimiento de un fenómeno o idea?

2.2.3.3. Metacompreensión.

La comprensión es un proceso bastante complejo y se puede considerar el fin último del aprendizaje, partiendo del principio ideal que los estudiantes en cualquier nivel de escolaridad, al terminar éste egresen con “un buen repertorio de conocimientos, habilidades bien desarrolladas y una comprensión del sentido, la significación y el uso de lo que han estudiado”⁹⁷, pero todos saben que no hay tal; el estudiante del medio culmina sus estudios, en el mejor de los casos con un bagaje mediano de ilustración enciclopédica.

Para efectos de comprender un fenómeno o una idea, el sistema nervioso introduce alteraciones en la imagen física obtenida por los receptores, dichas

⁹⁷ PERKINS, David. ¿Qué es la comprensión?. Documento de Trabajo. Seminario. U de A. 1999.

transformaciones extraen información sobre color, realce de contornos, dimensiones y la dirección en que se mueven las imágenes visuales, extraen también la altura y el volumen de las imágenes acústicas y determinan las relaciones espaciales y temporales entre las señales visuales y las acústicas.

Dichas transformaciones son de vital importancia para el sistema nervioso porque, simplifica la información que debe transmitirse a sistemas analizadores de más alto nivel. Sin embargo las mencionadas transformaciones desperdician información porque los aspectos de la señal que se combinan entre si en un nivel de procesamiento no se pueden separar cuando están en niveles más altos.⁹⁸ Para una buena comprensión, es muy importante el contexto para establecer reglas de juego. Establecidos los diversos mecanismos las señales que llegan, pasan por una secuencia de procesos neurológicos fijos para ser identificados, rotulados y etiquetados; aquí entra en juego el contexto para que percepciones ambiguas sean inequívocamente interpretadas de modos diferentes. El centro de control debe reajustar el modo en que se utilizan las salidas de los analizadores de estímulos y mantenerlos como una función que interpreta el total de la situación que se esta analizando⁹⁹.

⁹⁸ NORMAN, Donald A., Op. cit., p 57

⁹⁹Ibid , p 61.

Entre dos estímulos emitidos como mensajes simultáneos la estructura gramatical desempeña un papel muy importante en la capacidad para atender un estímulo mientras rechaza el otro.¹⁰⁰ Además, de la estructura gramatical es necesario realizar un seguimiento de fase que es una conducta que simplifica la tarea del sujeto y corresponde al tiempo transcurrido entre la emisión del mensaje y su recepción por parte del sujeto; entre mayor sea el seguimiento, mayor es el provecho que se puede sacar de la estructura del lenguaje y la facilidad de la tarea, así se trate del seguimiento practicado en el laboratorio con una grabación o con una lectura en voz alta. El seguimiento es muy importante pero el problema que presenta es la dificultad para medir el esfuerzo que el sujeto aplica para ejecutar el seguimiento.

Perkins plantea que “comprender es la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe”¹⁰¹ concepto que compartimos y a la vez consideramos la habilidad que la escuela debe desarrollar a través de acciones metacognitivas.

En sus planteamientos Perkins propone dos visiones ligadas a la comprensión: Una visión representacional en la que se indica que la comprensión “depende de adquirir o construir una representación adecuada

¹⁰⁰ Ibid, p. 43-45

¹⁰¹ PERKINS, David. Op. cit. Seminario. U de A. 1999

de algún tipo, un esquema, modelo mental o imagen”¹⁰²; esta representación, que el mismo Piaget defendía, aunque es válida y lógica no lo es en todos los contextos de la comprensión, ya que se pueden tener modelos o esquemas mentales de algo sin que verdaderamente se entienda el concepto, por ejemplo: casi todas las personas conocen y construyen un modelo mental de los órganos internos del cuerpo, pero no comprenden la anatomía ni la fisiología de los sistemas involucrados. Debido a estos factores es que se apoya la otra visión que es la que ubica la comprensión vinculada al desempeño, estos desempeños van más allá de la memorización y la rutina, implica que involucren variables en medio de una gran flexibilidad.

La cita de David Perkins es determinante para la toma de posición hacia la visión de la comprensión vinculada con el desempeño que a nuestro modo de ver es netamente metacognitiva: “Comprender un tópico quiere decir ni más ni menos que ser capaz de desempeñarse flexiblemente en relación con el tópico: explicar, justificar, extrapolar, vincular y aplicar de maneras que van más allá del conocimiento y la habilidad rutinaria. Comprender es cuestión de ser capaz de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe. La capacidad de desempeño flexible es la comprensión.”¹⁰³

¹⁰² Ibid

¹⁰³ Ibid

Los estudios sobre la metacognición han tenido un amplio desarrollo en lo concerniente a la comprensión lectora, en esta línea la comprensión es el fin último de la lectura y la base fundamental del aprendizaje y por consiguiente del rendimiento académico, no obstante los esfuerzos que hacen los alumnos para mejorar su lectura son pocos.¹⁰⁴

Hare y Pullyam¹⁰⁵ encontraron en sus investigaciones cuatro variables que son básicas para una buena lectura, estas variables son: leer para entender el significado, volver nuevamente a la lectura si es preciso, lectura selectiva y por último la adaptación de la velocidad lectora a las condiciones del texto. Alonso y Mateos afirman que la comprensión está determinada por los datos del texto y por los conocimientos previos del lector. “la base para procesar la información consiste en relacionarla con los conocimientos que ya tenemos”¹⁰⁶ por ejemplo cuando el alumno dice, con sus propias palabras el contenido de la lectura, dando aportes y argumentos personales. Herber¹⁰⁷ argumenta tres niveles de comprensión, el primero denominado nivel literal tiene que ver con la comprensión de lo que el autor dice explícitamente con sus propias palabras; el segundo nivel denominado nivel interpretativo se refiere no a un significado explícito como el anterior si no al significado implícito, se refiere a lo que el autor quiere decir, al contexto y el tercer nivel

¹⁰⁴ GOETZ 1984. Citado por CARRASCO, José Bernardo, Op. cit., p 136

¹⁰⁵ HARE Y PULLYAM (1980). Citados por Ibid, p. 139

¹⁰⁶ ALONSO Y MATEOS (1985). Citados por Ibid, p. 137

¹⁰⁷ HERBER (1978). Citado por Ibid, p 137

que es un nivel de aplicación se refiere al significado que el lector percibe relacionándolo con los conocimientos previos.

Como la comprensión es una habilidad que se puede desarrollar mediante estrategias metacognitivas, es necesario prestar mayor atención a los contenidos, datos, a la disciplina y hacer énfasis en el conocimiento, (del docente) del cómo enseñar de una manera comprensiva. Según Buron la metacomprensión implica tres procesos:

- Conocimiento del objetivo, saber qué se busca, que se quiere lograr.
- Auto-observación del proceso para verificar si se está cumpliendo el objetivo.
- Autocontrol o autorregulación que se refiere a las medidas correctas que hay que tomar como dirección, modificaciones, o correcciones.

Cuando sabemos hasta qué punto hemos comprendido algo y lo podemos evaluar, estamos haciendo uso de la metacomprensión que es la conciencia sobre la comprensión; de lo anterior se deduce que el objetivo en los alumnos es que comprendan y sepan hacer uso de lo que estudian; de la metacomprensión surge como contraposición lo que se denomina “metaignorancia” cuando el sujeto no entiende y además ignora que no entiende, refleja falta de habilidad para darse cuenta de que no entiende lo que acaba de oír o leer.¹⁰⁸

Lo anterior permite plantear a los docentes preguntas como: ¿Cómo saber que los alumnos comprendieron un concepto?. ¿Las preguntas, evaluaciones y trabajos o tareas estimulan su comprensión?. ¿Saben los alumnos en que consiste la comprensión?. ¿Cuándo los alumnos repiten textualmente lo que aprenden o creen aprender, hacemos algo para remediarlo o nos quedamos tranquilos?.

¹⁰⁸ BURON (1993). Citado por Ibid, p 138

2.2.4. Técnicas de ejecución en la metacognición

En la actualidad se aplican varias estrategias para facilitar la ejecución de respuestas, aplicables a la mayoría de asignaturas estimulando la ejecución de respuestas tanto a docentes como a alumnos

Las estrategias pueden ser:

- *Estimulación del pensamiento divergente* : -entendido como la posibilidad de explorar varias cosas, pensar de manera no lineal y estar bajo preceptos un poco posmodernos- consiste en presentar a los alumnos diferentes alternativas como figuras geométricas o figuras simples, abiertas a varias interpretaciones induciendo al alumno a estimular su creatividad y a buscar alternativas que ayuden a solucionar problemas. Este ejercicio tiene variaciones que consisten en decir qué es, cómo se puede utilizar o algo parecido. El objetivo es hallar múltiples soluciones en una situación problémica.
- *Técnica de los porqués*. Este ejercicio consiste en dar la oportunidad a los alumnos de cuestionar todo lo que les rodea, debe hacerse énfasis en el porqué de las cosas que creen saber, comprobándose que no siempre es así y de la misma manera, así se llegará a entender mejor sobre los

cuestionamientos planteados; el objetivo de esta técnica es evitar sugerir que la razón es obvia y motivarlos a indagar sobre los supuestos de las respuestas suyas y del mundo que los rodea.

- *Resolviendo problemas y desafiando supuestos*: este ejercicio es muy importante para solucionar problemas, Con cerillas, cajas u otros implementos se pueden realizar infinidad de problemas. Al concluir el ejercicio se pide al estudiante que exprese lo que aprendió.
- *Tormenta o torbellino de ideas*: consiste en generar una serie de enfoques alternativos para resolver problemas, con énfasis en el uso de la creatividad dentro de un contexto sin límites. Se presenta un problema específico y se motiva a los alumnos a que lo resuelvan incluyendo cualquier cosa que pueda ser relevante. Este ejercicio debe estar libre de presiones, amenazas y competencias entre otras, debe ser agradable y estimulante; el punto crítico es aumentar al máximo el grado de creatividad, en busca de soluciones a través de la generación de ideas sin restricciones. Este ejercicio requiere de un número apropiado de participantes (entre 8 y 18 integrantes), un líder que guíe la sesión, un secretario que se encargue de preparar una lista de las diferentes ideas propuestas en la sesión, el tiempo óptimo es de 20 minutos. Después de finalizada la sesión los participantes pueden categorizar sus ideas en

diferentes formas: ideas de aplicación inmediata, áreas de exploraciones futuras y nuevas aplicaciones al problema.

- *Estimular generalizaciones.* (guía para el profesor). Entre los pasos que debe seguir el docente tenemos:
 1. Recordarse a sí mismo, en intervalos frecuentes, que los alumnos están aprendiendo y que lo que aprenden debe servirles en un futuro próximo. Con estímulos verbales se les recuerda la unidad próxima indicándoles que lo que conozcan sobre determinado tema les será de suma importancia en los cursos que se aborden más adelante.
 2. Estimular la generalización estableciendo condiciones de aprendizaje que conduzcan al desarrollo de la habilidad de transferencia y aplicación de conceptos en la solución de situaciones problemáticas o en la elaboración y planteamiento de las mismas.

3. TALLERES DE APLICACIÓN SOBRE ESTRATEGIAS METACOGNITIVAS

Actualización para docentes

3.1. PRESENTACIÓN

Los talleres que a continuación presentamos están dirigidos a los docentes de ciencias experimentales en la Educación Básica y Media, como una preparación teórico-práctica relacionada con el conocimiento e importancia de la metacognición, para que pueda ser aplicada en el desarrollo de los procesos cognitivos y cognoscitivos en las clases cotidianas

Las actividades metacognitivas bajo la orientación del docente le permiten al estudiante disfrutar el aprender de una manera consciente, para lo anterior es necesario realizar una serie de ejercicios para mantener despierta la conciencia, los cuales tendrán por objeto en el maestro de ciencias realizar acciones para trabajar la metaatención, la metamemoria y la metacomprensión durante el proceso de aprendizaje, a partir de este punto el docente podrá construir en su espacio pedagógico estrategias originales que

harán más significativo y placentero el aprendizaje de las ciencias experimentales.

Para un aprendizaje metacognitivo es necesario: poder aprender, tener capacidades normales (disposición), querer aprender o saber aprender y saber aplicar los conocimientos y a los que el mismo maestro estará expuesto con estos talleres.

Los aspectos más importantes de una actividad mental metacognitiva, que el docente debe favorecer en sus estudiantes son:

1. Conocer los objetivos, el qué, el por qué y el para qué.
2. Elegir estrategias que induzcan al logro de objetivos, el cómo.
3. Autoobservar la ejecución para comprobar si las estrategias son las más adecuadas para cambiarlas o no –autorregulación-; enseñar a autorregular es igual que enseñar las estrategias de aprendizaje en el momento preciso.

3.2. INTRODUCCIÓN

En el acto pedagógico, la didáctica tiene diversas metodologías, pasivas unas como las que conllevan solo a la memorización de datos y, activas otras como las actuales que se basan en el constructivismo y el cognitivismo, entre otras corrientes. Cada metodología tiene sus propias estrategias para facilitar el aprendizaje donde el maestro es un mediador. Las estrategias son herramientas que enseñadas a manejar desarrollan habilidades para hacer competentes a los sujetos que aprenden facilitándoles su aprendizaje; es así que un logro no se gana, se alcanza dependiendo de la parte del proceso donde se halle el estudiante; una habilidad no se aprende, se desarrolla; y una competencia no se desarrolla, se adquiere. Dentro de este contexto las estrategias que consideramos de suma importancia son las que se relacionan directamente con la metacognición, de ahí que nuestra propuesta se centre en ella: la metaatención por ejemplo, es una estrategia en la que al aprender a manejar las herramientas implicadas desarrollan la atención, igual ocurre con la metamemoria y la metacompreensión.

Metacognición es la conciencia sobre la conciencia y el control que sobre ella se ejerce, es decir, aprender a controlar la conciencia y darse cuenta de ello. El reflexionar sobre cognición incluye saber qué, cuándo por qué y cómo se realizan esas acciones cognitivas. El control metacognitivo o regulación requiere de estrategias que controlen la cognición y para ello se debe

planificar acciones, verificar resultados, evaluar la efectividad de nuestros esfuerzos, poner remedio a las dificultades que se presentan y poner a prueba las diferentes técnicas de aprendizaje entre otras. la metacognición se refiere, entonces al conocimiento de uno sobre sus propios procesos y productos cognitivos o de cualquier cosa relacionada con ellos.¹⁰⁹

Citando investigaciones sobre expertos y novatos, Paris¹¹⁰ aclara que la diferencia entre ellos es que los expertos tienen una conducta autorreguladora y dirigida por un propósito determinado; comparan resultados obtenidos con resultados esperados en cambio los novatos tienen dificultades para definir sus metas y no comparan resultados obtenidos con los esperados.

3.2.1. Componentes de la metacognición

En la literatura están descritos de múltiples maneras: Flavell (1978) enfatiza el conocimiento acerca de la tarea-persona-estrategia. Brown (1978) en

¹⁰⁹ HERMANOS MARISTAS DE MÉXICO. Op. cit., p. 1

¹¹⁰ PARIS Y CROSS (1983) citados Ibid, p.1

planeación, monitoreo y revisión. Paris y Winograd (en prensa) en conocimiento y control de sí mismo y conocimiento/control del proceso¹¹¹.

3.2.1.1. Conocimiento y control de sí mismo:

Se consideran los siguientes aspectos:

1. Compromiso: Los profesores consideramos que un factor muy importante a tener en cuenta por los estudiantes; es muy destacado en personas creativas que ponen todas sus energías en la tarea, es alinear la habilidad con la voluntad. Mandler¹¹² dice que nuestro nivel de energía es generado por el sistema límbico del cerebro, que es controlado generalmente por la información interna del organismo (emociones, deseos) y algunas veces por agentes externos; por esto es por lo que constituye un proceso metacognitivo de autorregulación.

¹¹¹HERMANOS MARISTAS DE MÉXICO. Op. cit., p. 1

¹¹²MANDLER (1983). Citado por Ibid, p.2

2. Actitud: El comportamiento puede ser explicado por la interacción de tres componentes principales según el modelo tripartita de Weiner¹¹³, que ubica como elementos las actitudes, emociones y acciones. El esfuerzo tiene su recompensa. Reforzar es persistir, es esforzarse por trabajar más de lo normal, darse cuenta de lo que hace y utilizar los recursos del medio y por último aprender del fracaso.

3. Atención. Es darse cuenta y ejercer control sobre algo que nos hace reaccionar porque no podemos atender a todos los estímulos simultáneamente. La atención es voluntaria cuando se da bajo control consciente de la mente, es activa: nos volvemos hacia el estímulo de manera voluntaria, es importante querer hacerlo para poder ejercer control sobre él. La atención es involuntaria cuando no interviene la voluntad, es pasiva, como cuando reaccionamos de súbito ante un estímulo como una explosión o un ruido fuerte, en metacognición la atención se considera cuando es voluntaria y reflexiva.

¹¹³ WEINER, (1972-1973) Citado Ibid, p.2

3.2.1.2. Conocimiento y control del proceso:

Paris, Lipson y Wixson, ¹¹⁴ discutiendo sobre éstos conceptos, hacen énfasis en dos elementos importantes en la metacognición: los tipos de conocimiento y el control ejecutivo del comportamiento.

- **Tipos de conocimiento**

Los tipos de conocimiento importantes en la metacognición son: el conocimiento declarativo, procedimental y el condicional.

- El declarativo en el cual se sabe el **qué**, es factual.
- El procedimental: Incluye información sobre cómo ejecutar una tarea, es el saber **cómo**, como buscar, investigar.
- El condicional o reflexivo: saber **por qué** y **cuándo** se ejecuta una tarea.

¹¹⁴ PARIS, LIPSON Y WIXSON, (1983). Citados por Ibid, p. 5

Para ejercer control metacognitivo sobre un proceso hay que saber qué, cuáles; cómo; y cuándo y por qué se hace lo que se va a hacer. Lo anterior debe ser detectado por el docente en las tareas de sus alumnos para poder hacer refuerzos objetivos.

- **Control ejecutivo del comportamiento:**

Aquí se incluye la evaluación, la planeación y la regulación.

- La evaluación ejerce control sobre el estado actual del conocimiento, toma la temperatura mental. Entiendo o no. La evaluación ocurre a través de un proceso entero y es el principio y fin de la tarea, también incluye evaluar los recursos de la tarea y la evaluación de las metas y submetas, es decir, los logros.
- Planear: es seleccionar estrategias para lograr las metas y submetas. Entran en juego el conocimiento condicional y el declarativo. Los aprendices deben conocer un conjunto de procedimientos específicos relacionados con la tarea para elegir los procedimientos más apropiados.

- Regular: es revisar el progreso hacia las metas y submetas identificadas. Fallar en la regulación es “seguir las reglas a ciegas” (Brown,1978)¹¹⁵, de ahí que regular es evaluar continuamente qué tan cerca o no se está de las metas y de las submetas.

Si tenemos intenciones de ejercer el autoconocimiento y autocontrol de los procesos observamos que éstos se hallan integrados, cuando los estudiantes ejercen control metacognitivo sobre un proceso, también están ejerciendo control sobre ellos mismos (autocontrol), mientras se evalúa, planea y regula (antes, en y después de la tarea) pueden también estar monitoreando y controlando su compromiso, su actitud y su atención.

Los docentes y los alumnos deben entender que el autocontrol es una habilidad de alto nivel que permite desarrollar el compromiso y la actitud positiva hacia el aprendizaje. El autocontrol debe ser la principal meta académica debido a que prepara para ejercer control.

¹¹⁵ *Ibíd.*, p 6.

3.3. OBJETIVOS

- Propiciar en los docentes un acercamiento teórico al concepto metacognición y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias experimentales
- Destacar la metacognición como grupo de estrategias que permiten la optimización de la actividad docente con miras a mejorar el aprendizaje en los estudiantes.
- Entrenar un grupo de docentes en la utilización de algunas estrategias metacognitivas como la metaatención, la metamemoria y la metacomprensión mediante el desarrollo de actividades (talleres) que apuntan hacia el favorecimiento de la atención, la memoria y la comprensión

3.4. METODOLOGÍA

Este taller sobre aplicación de estrategias metacognitivas se realizara en tres fases:

- **Fase 1: Acercamiento teórico**

A los participantes del taller en el momento de la inscripción se les entrega la parte concerniente a la presentación, introducción, objetivos y metodología para que sea previamente conocida y estudiada.

- **Fase 2: Talleres “Aplicación de estrategias metacognitivas”**

Consta de cuatro momentos:

- Discusión y aclaración sobre cuestionamientos teóricos relacionados con la metacognición.
- Taller sobre metaatención
- Taller sobre metamemoria
- Actividades sobre metacomprensión

- **Fase 3: Evaluación**

Se proponen cuestionamientos para posterior discusión y sugerencias.

3.5. TALLERES SOBRE METAATENCIÓN:

3.5.1. Introducción.

Atender es seleccionar aquellos elementos que permiten concentrarse en una actividad, eliminando los que interfieren o perturban la concentración; atender es poner en juego los sentidos ante un acontecimiento o escena. La atención es una especialización de la observación y desde la observación se posibilitan otras actividades como la comparación, clasificación, establecimiento de diferencias y semejanzas, entre otras habilidades, que permiten profundizar sobre el concepto o escena en acción.

La atención comprende los siguientes pasos:

1. Percepción del estímulo que implica: oír y escuchar, mirar y ver, gustar y degustar, tocar y palpar, oler y olfatear; las habilidades para diferenciar el grado de estímulo dependen en gran medida, de la capacidad para atender y concentrarse. En este proceso se involucran tanto los propioceptores –que canalizan los estímulos internos-- como los exteroceptores involucrados con la recepción externa.

2. Canalización del estímulo: consiste en hacer consciente el resultado del estímulo o sea la respuesta. La respuesta consciente y la atención sostenida es lo que se denomina metaatención.

3.5.2. Objetivos de la metaatención

- 3.5.2.1. Desarrollar la capacidad de atender. Aprender a atender
- 3.5.2.2. Identificar los diferentes estímulos que pueden favorecer o bloquear –interferir la atención del individuo.
- 3.5.2.3. Eliminar de manera consciente e intencionada los estímulos irrelevantes y no pertinentes a la resolución de una tarea.
- 3.5.2.4. Elevar el grado de atención de quienes aprenden para mejorar su aprendizaje.
- 3.5.2.5. Evaluar el grado de atención en el individuo –proceso de autorregulación-

3.5.3. Actividad 1: Taller sobre identificación de estímulos en la atención

Objetivo

Seleccionar los diferentes estímulos que intervienen en el proceso de la atención.

Desarrollo

1. Cada uno de los participantes recibe una lámina que contiene cuatro aspectos morfológicos de las hojas: uno general (Anexo A), y otros referentes a los bordes, los ápices y las bases (Anexo B).
- Se observan detenidamente los dibujos para dar respuesta a los siguientes planteamientos:
 - ¿Cuáles son los aspectos que no se repiten y por los cuales se diferencian las hojas?

- Forme subgrupos tomando aspectos similares de las hojas que sean relevantes para Usted
 - ¿Que relación encuentra entre los ápices y las bases de las hojas?
 - Encuentre parejas en las que relacionen las bases foliares y los ápices de las hojas
 - Describa como determinó las características que le permitieron emitir cada una de las anteriores respuestas
 - Haga una valoración del esfuerzo mental realizado en cada uno de los procedimientos propuestos
3. Luego de un tiempo prudencial, en plenaria se intercambian ideas sobre aspectos que se consideran estímulos que dirigen la atención y la manera como éstos influyeron en el trabajo realizado en la actividad como: la impresión inicial que puede determinar si se despierta o no la curiosidad,

de igual modo el gusto-interés por el tema que se presenta, la utilidad que él mismo pueda proyectar y la disponibilidad para adquirir nuevos conocimientos.

3.5.4. Actividad 2: Taller sobre limitaciones en la atención

Objetivo

Identificar las limitaciones que existen en la atención

Desarrollo

1. Los participantes se organizan en grupos de cinco integrantes, en tres espacios aislados el uno del otro, los cuales se ubican de la siguiente manera: el primer grupo escuchando música, el segundo escuchando sonidos de la naturaleza y el tercero sin ningún estímulo auditivo.
2. Pasados unos minutos cada uno de los grupos recibe una lectura que presenta cierto grado de dificultad.

- Lectura 1: Vivir con el mal (Anexo C)
- Lectura 2: La caída de los graves (Anexo D)
- Lectura 3: Gen de una planta cura tumores (Anexo E)

Terminada la lectura los grupos cambian de espacio, por lo tanto cambian también de lectura y de estímulos.

3. En cualquiera de los tres momentos y sin previo aviso entra y sale del recinto un personaje desconocido con una grabadora a todo volumen con la narración de un partido de fútbol.

4. Al terminar la rotación cada uno de los participantes responde los siguientes cuestionamientos:

- Explique cómo fue el grado de atención en cada una de las pruebas.
- ¿Pudo concentrarse en cada una de las lecturas? Justifique:

- ¿Influyeron las grabaciones en su concentración en cada una de las lecturas?.
- Establezca una categorización entre los niveles de concentración logrados de los tres espacios.
- ¿ Qué argumentos utiliza usted para establecer el orden propuesto?
- ¿Qué sensación experimentó en el momento en que aparece en escena el sujeto con la grabadora?.
- ¿Tuvo limitaciones para retomar el hilo de la lectura?. Enúncielas
- ¿A qué mecanismos físicos y mentales necesito recurrir para neutralizar las limitaciones anteriormente explicadas?

5. Posteriormente se realiza un conversatorio en el cual se ponen en común las experiencias vividas durante la actividad, con el objeto de intercambiar conceptos sobre las limitaciones-interferencias en la atención y la manera como cada individuo logra contrarrestar dichas interferencias.

3.5.5. Actividad 3: Taller sobre regulación de la atención

Objetivo

Recrear situaciones que permitan desarrollar mecanismos de autorregulación en el proceso de atención

Desarrollo

1. Imagine que Usted va conduciendo un automóvil y se dirige al centro de la ciudad.
 - Describa y dibuje la ruta que debe seguir desde su casa hasta su destino.

- Enumere los elementos o acciones que debe tener en cuenta para llegar sano y salvo.
- Valore las implicaciones que tendría el no prestar la debida atención a cada uno de los factores citados anteriormente.
- ¿Cómo podría plantear una actividad con sus estudiantes para que éstos se hagan conscientes de la necesidad de atender y se autorregulen en este proceso.
- Los docentes se reúnen en pequeños grupos para compartir las propuestas y elaborar las conclusiones de la actividad

3.6. TALLERES SOBRE METAMEMORIA

3.6.1. Introducción

El término “memoria” viene del latín *memoria* que significa recordar y se define como facultad de conservar la información anteriormente adquiridas. La memoria se conserva mediante el ejercicio, la memoria es importante en el aprendizaje y utilización del mismo en la vida cotidiana. Quien dice que la memoria vista como una repetición mecánica no es herramienta útil en el proceso de aprendizaje está en lo cierto, pero la memoria no se puede desligar en el proceso de aprendizaje debido a que ésta es clave para la asociación de ideas y para la aplicación de conceptos en la solución de situaciones problemáticas.

La metamemoria se refiere a la conciencia sobre la memoria, a los conocimientos que uno tiene de los eventos, procesos y contenidos de la memoria; cuando decimos que recordamos algo, es porque ese fenómeno se hace consciente, pues son datos que sacamos de la memoria como una mnemotécnica o ficha, también está presente cuando uno sabe que sabe y también cuando uno sabe que no sabe.

El conocimiento metacognitivo de las estrategias de memoria es condición necesaria para desarrollar la Metacognición de la memoria. En ella la metamemoria no sólo debe incluir los conocimientos que tenemos de nuestra propia memoria, (capacidad o recursos), sino también las variables que ayudan o limitan el recuerdo. Sabemos cómo recordamos al usar una estrategia y cómo lo hacemos cuando usamos otra, esto es la metacognición.

Cuando somos conscientes de las fases que se suceden en un episodio de recordación estamos haciendo uso de la metamemoria, por consiguiente, si ejercitamos este proceso con frecuencia, cada vez es menos difícil recordar. En el ejercicio de la recordación, utilizamos con frecuencia artificios que nos ayudan a recordar, por ejemplo: la utilización de las letras del abecedario para recordar palabras o nombres, el recuerdo de personas y lugares precisos para hacer efectivo el recuerdo de un evento, ó hacer un recuento retrospectivo de episodios sucesivos para recordar un hecho específico. Son muchos los casos en que olvidamos recordar y olvidamos olvidar, si hacemos uso conciente de las estrategias o herramientas que nos ayudan a recordar podemos utilizar más eficientemente la memoria en los procesos de aprendizaje y en a solución de problemas cotidianos.

3.6.2. Objetivos de la metamemoria

- 3.6.2.1. Establecer y predecir resultados deseables o probables que conduzcan a un aprendizaje eficaz.

- 3.6.2.2. Organizar el uso del tiempo de forma eficiente para optimizar los resultados mediante los cuales se refuerce la memoria.

- 3.6.2.3. Reconocer las formas en que el individuo puede favorecer la utilización de la memoria

- 3.6.2.4. Diseñar estrategias para recordar mejor mediante el desarrollo memorístico del individuo.

- 3.6.2.5. Definir situaciones que permitan cuándo memorizar, hasta dónde se puede fiar de la memoria, qué se puede memorizar y cuáles estrategias facilitan la memorización.

3.6.3. Actividad 1: Taller sobre reconocimiento de las formas de memoria

Objetivo

- Efectuar la repetición secuencial de unos elementos, para reforzar la memoria

Desarrollo

1. A los maestros se les enseña una diapositiva donde aparecen una serie de sílabas, durante 20 segundos aproximadamente. Pasados 10 segundos, se les pide a los participantes que escriban las sílabas que recuerden en una hoja de papel previamente entregada.

Sílabas

sen, vis, vos, cos, faz, re, in, sil, gus, mo, tis, cua, vir, lil.

1.1. Se invita al auditorio a la reflexión sobre los siguientes interrogantes

- ¿Pudo recordar todas las sílabas fácilmente?

 - ¿Tuvo que esforzarse para recordarlas todas?. Explique.

 - Si no pudo recordarlas todas, mencione las dificultades que se le presentaron.

 - En caso de no recordarlas todas,¿fue posible hacer alguna representación que le posibilitara el recuerdo?.,.Justifique.
2. A los maestros se les enseña una diapositiva donde aparecen una serie de palabras durante 20 segundos. Pasados 10 segundos, se les pide a los participantes que escriban las palabras que recuerden en una hoja de papel previamente entregada.

Palabras

Célula, átomo, protón, neutrón, agua, aire, atmósfera, lluvia, arena, tierra, planeta, cometa, biosfera, sol, hoja, ambiente, biología, planta, flor, germinar, semen, dinosaurio, ballena.

2.1. Se invita al auditorio a la reflexión sobre los siguientes interrogantes

- ¿Qué palabras recordó?.
- Describa el proceso que exigió el recuerdo de las palabras.
- Nombre las dificultades que impidieron el recuerdo de ciertas palabras.
- ¿Qué representación mental posibilitó el recuerdo? : Justifique.

- ¿Para usted es más fácil recordar sílabas o palabras? ¿.por qué?

 - Describa los procedimientos que utiliza en clase para exigir el recuerdo de los estudiantes.

 - ¿En cuál de las dos actividades recuerda más fácilmente y por qué?
3. Luego de una puesta en común de los anteriores puntos; el moderador de la actividad elabora con los docentes participantes conclusiones sobre las formas de recuerdo que se pueden favorecer en el aula de clase como la mnemotecnia, asociaciones y otros artificios para recordar

3.6.4. Actividad 2: Taller sobre memoria a corto plazo

Objetivo

Determinar las variaciones que se dan en la utilización de la memoria a corto plazo.

Desarrollo:

La actividad consiste en establecer un juego similar al del teléfono roto; los participantes se dividen en tres grupos, los integrantes de cada grupo se ubican uno seguido del otro.

- Cada grupo tiene una lectura diferente que es leída por el participante número uno al consecutivo y este a su vez lo repite al siguiente y así sucesivamente hasta finalizar el grupo.

- Lectura 1: Síntesis orgánica (Anexo F)
 - Lectura 2: La vida (Anexo G)
 - Lectura 3: El tamaño del universo (Anexo H).
-
- El último participante del grupo escribe su versión del mensaje.
-
- Compare la última versión con el mensaje original y establezca semejanzas y diferencias entre los dos.
-
- ¿En los resultados obtenidos observó algo diferente de lo que Ud. esperaba?, explique.
-
- ¿Qué factores externos influyeron en la actividad?.
-
- ¿Qué factores internos influyeron en los resultados.?

- ¿Estuvieron ustedes motivados para este trabajo?, ¿Fue interesante la actividad? Justifique.

- ¿Qué aspectos interesantes encontraron en la actividad?

- ¿Crees que estas actividades favorecen de alguna manera la memoria a corto plazo?

3. En puesta en común se discuten los elementos que contribuyen al afianzamiento de la memoria a corto plazo y de cómo éstos intervienen en la optimización del trabajo en el aula.

3.6.5. Actividad 3: Taller para el trabajo de la memoria a largo plazo

Objetivo

Determinar las acciones que se realizan para el recuerdo en la memoria a largo plazo.

Desarrollo

1. Para la siguiente actividad se debe ubicar atrás en el tiempo y tratar de recordar los momentos que están fijos en su memoria sobre el hecho que se le está interrogando y posteriormente escribirlos.
 - Describa lo que recuerda de su primer día de escuela
 - ¿Qué conceptos de Ciencias le impactaron en la escuela primaria?

- ¿Recuerda como se los enseñaron?. Describa este suceso.
- Explique un concepto que haya aprendido de manera errónea y que posteriormente corrigió en épocas avanzadas de su aprendizaje
- ¿Recuerda el choque cognitivo y personal que le provocó la circunstancia de estar equivocado tanto tiempo?
- ¿Cómo influyó la imagen del maestro que lo indujo al error, mirado a través del tiempo?
- ¿Qué le es más fácil recordar conceptos científicos o hechos cotidianos de su vida escolar?
- De qué manera se posibilita el recuerdo de hechos lejanos?
- Utiliza alguna técnica como asociación o similares?

- Describa las acciones mentales que utiliza para posibilitar este recuerdo.
2. Los participantes expondrán sus ideas sobre las operaciones que facilitan el rescate de la memoria a largo plazo para plantear actividades de aplicación en el aula.

3.6.6. Actividad 4: Taller sobre autorregulación de la metamemoria

Objetivo

Reflexionar sobre errores cometidos en el aula de clase, para implementar correctivos ante nuevas situaciones análogas.

Desarrollo

Por equipos de tres o cuatro docentes, realizar la siguiente actividad:

1. Cada uno refiere a sus compañeros de equipo una anécdota sobre un momento difícil que el docente haya vivido en una clase con sus alumnos. Por ejemplo: preguntas de un estudiante que hayan puesto en aprietos al profesor. Describa qué respuesta le dio, si mintió a los estudiantes ante el desconocimiento del tema, si evadió la respuesta o si utilizó alguna habilidad cognitiva como la asociación, la inferencia, o la predicción para dar respuesta acertada o aproximada,
 - Explicar cuáles fueron las circunstancias guardadas en su memoria que posibilitan el recuerdo del hecho mencionado.
 - ¿Existe “algo” que pueda identificar claramente que lo motiva a recordar?
 - ¿Puede identificar la razón para que este suceso se haya quedado grabado en su mente por tanto tiempo?
 -
2. De las anécdotas comentadas, elegir una, y exponerla ante el auditorio en general.

3. En plenaria, hacer un análisis de cada una de las estrategias utilizadas por los docentes para regular su proceso memorístico.

3.7. TALLERES DE METACOMPRESIÓN

3.7.1. Introducción

Comprender es una habilidad que está determinada por la capacidad de asimilar un significado cualquiera en un texto determinado. La lectura es uno de los elementos más importantes que permiten que un concepto sea comprendido, en la medida que se entiende se van tejiendo una serie de conceptos y estos, a su vez, van entretejiendo una habilidad más general que se llama comprensión. Sabemos si hemos verdaderamente aprendido algo cuando al evaluarnos somos conscientes de cuánto hemos aprendido.

Comprender viene del Latín *comprehendere* que significa contener, es sinónimo de concebir. De ahí que comprensión es el conocimiento perfecto

de una cosa, es la totalidad de los caracteres encerrados en una idea general¹¹⁶.

Comprender también se entiende como percibir el significado de algo, entender, aunque se ha discutido mucho sobre las diferencias entre entender y comprender. La primera impresión ante un fenómeno motivo de conocimiento tiene que ver con entender y las ideas subsiguientes que se van generando corresponden a la comprensión. Nótese que cuando se dan una serie de ideas y algunas de ellas son poco claras, poco entendidas, se crean problemas para comprender la idea general o global que se quiere dilucidar.

En la comprensión se da siempre un matiz personal, el significado que se le da a un texto está dado parcialmente por éste, el resto depende del significado del sujeto que lee. Aquí entran en juego los conceptos que ya se tienen; comprender, entonces es integrar la información nueva con la información previa. Cuando decimos con nuestras propias palabras, a la vez que aportamos y argumentamos estamos demostrando que hemos comprendido.

¹¹⁶ Pequeño Larouse p 243

Herber¹¹⁷ señala tres categorías de comprensión: la literal que se refiere a lo que el autor dice textualmente, la interpretativa donde el lector entiende lo que el autor quiere decir sin que lo diga explícitamente, y la aplicada en la cual el lector percibe el significado que el autor quiere dar y lo relaciona con sus conocimientos previos. Una persona ha entendido cuando: explica la idea con sus propias palabras, cuando encuentra otros ejemplos diferentes que lo confirman, cuando reconoce la idea en circunstancias distintas o la expresa con otras palabras, cuando ve relaciones entre esas ideas con otras ideas o hechos conocidos o cuando extrae deducciones personales, cuando aplica el conocimiento y crea productos a partir de los mismos

La metacompreensión, como se describió en el marco teórico, es la conciencia sobre la comprensión. Cuando somos conscientes de que aprendemos algo y cómo lo aprehendemos o incorporamos en nuestro aparato mental o estructura metacognitiva estamos haciendo uso de la metacompreensión, para su desarrollo es necesario seguir los pasos que a continuación se describen.

1. Saber qué se quiere lograr, para ello se debe tener muy claro el propósito que se quiere conseguir. En este caso los objetivos serán el objeto o blanco sobre el cual se desarrollarán las ideas.

¹¹⁷ HERBER (1978), citado por CARRASCO, Op. cit., p 137

2. El objeto de conocimiento debe ser vigilado exhaustivamente para mantenerlo bajo control y realimentarlo. El objetivo no se debe dejar desvanecer durante el proceso, para que así seamos conscientes de cada uno de los estadios que ocurren en el proceso de aprendizaje.
 3. El autocontrol o autorregulación son los correctivos que realimentan la secuencia del aprendizaje para controlar su dirección y posibles modificaciones.
- Kintsch y van Dijk¹¹⁸ afirman: “el objetivo que persigue el lector, al leer o estudiar, determina qué clase de recursos mentales o estrategias pone en juego para conseguir esa meta”. Si el objetivo determina la estrategia que se utiliza nos podríamos preguntar: ¿cuál es el objetivo que persiguen los alumnos al estudiar? Los alumnos estudian según les pregunte el profesor; de ahí que si el profesor quiere que comprendan y sepan hacer uso de lo que estudian, las preguntas deben exigir elaboración personal y que permitan demostrar que han aprendido realmente.

¹¹⁸ KINTSCH Y VAN DIJK (1978), citado por CARRASCO, Op. cit., p 138

3.7.2. Objetivos de la metacomprensión

- 3.7.2.1. Reflexionar sobre la Interpretación de diferentes tipos de expresiones bien sea orales – gráficas o escritas

- 3.7.2.2. Modificar o ampliar las preconcepciones mediante el desarrollo de estrategias meta.

- 3.7.2.3. Propiciar espacios que permitan neutralizar el temor a aceptar los nuevos conceptos.

- 3.7.2.4. Reforzar el cambio conceptual en lo ya aprendido.

- 3.7.2.5. Identificar los factores que intervienen en pro o en contra del proceso del aprendizaje.

3.7.3. Actividad 1: Taller sobre comprensión de lectura

Objetivo

Valorar la importancia de la comprensión lectora en el desarrollo de actividades del aula para la optimización del proceso de aprendizaje.

Desarrollo

Leer el texto “El milagro de la aspirina” (Anexo J), y luego sin ningún referente visual responder marcando con una X el literal seleccionado como correcto.

- *El propósito general del autor es*
 - A. Demostrar que las plantas lloran
 - B. Describir la importancia de la aspirina
 - C. Mostrar que la aspirina puede ser un sustituto de los pesticidas.
 - D. Prever que los sembradíos serán tratados con aspirina.

- *Una idea implícita del autor es:*

- A. Las plantas de tabaco arrojaron una sustancia química llamada aspirina.
- B. Las plantas cuando están enfermas arrojan al medio aspirina.
- C. Raskin estudió algunas plantas de tabaco infectadas con el virus Mosaico
- D. Las plantas lloran cuando tienen problemas.

- *La aspirina es una droga:*

- A. Extraída de plantas enfermas
- B. Producida por plantas enfermas del tabaco.
- C. Se descubrió en hojas de sauce.
- D. Fue descubierta en el virus mosaico del tabaco.

- *Escriba v o f según sea verdadero o falso el enunciado:*

Los científicos bombardean aire de las plantas enfermas hacia las sanas, y éstas se inmunizaron contra el virus mosaico ____

Las plantas tienen un sistema inmunológico propio ____

La aspirina es una sustancia natural ____

- *Una conclusión que se puede extraer de la lectura es:*
 - A. Los pesticidas refuerzan la inmunidad de las plantas
 - B. El virus mosaico del tabaco es un pesticida.
 - C. Los científicos descubrieron el virus mosaico en el sauce.
 - D. Poniendo aspirinas en nuestros jardines les prevenimos muchas enfermedades.

- Realice una autoevaluación sincera y conteste ¿realmente comprendió el texto? ¿Es capaz de compartir las ideas principales con otras personas?

- Especifique los puntos que considera fuertes y débiles en su proceso lector para la interpretación exitosa del texto.

- ¿Cómo considera se debe inducir a la comprensión lectora en el aula de la clase de ciencias?

- Al azar el moderador escoge tres docentes que comparten la reflexiones propuestas

3.7.4 Actividad 2: Taller sobre preconceptos

-

Objetivo

Interpretar los preconceptos como entidades que juegan un papel importante para la comprensión de los ejes conceptuales y estructurantes de la ciencia.

Desarrollo

1. Lea las palabras que se le enseñan a continuación y describa el concepto que representa para Ud. cada una.

- 1) Gripe.
- 2) Virus.
- 3) Infección
- 4) Difusión
- 5) Virus mutante.
- 6) Sistema inmune
- 7) Nanómetro

- 8) ARN
- 9) Proteico
- 10) Polimerasa
- 11) Replicación
- 12) Lípidos
- 13) Glicoproteínas
- 14) Ordenador
- 15) La gripe da en animales

2. Lea el texto “Los secretos de la gripe” (Anexo K) y respóndalas nuevamente.

Ahora:

- Compare las respuestas en ambos eventos y describa qué conceptos nuevos adquirió.

- Cómo analiza usted los conceptos viejos con respecto de los nuevos. ¿le es posible cambiar el viejo por uno nuevo?.

- De no cambiarse ¿el concepto en su mente es transformado y/o alterado por la ingerencia de la nueva versión del concepto. Trate de explicarlo.
- Explique, de alguna manera, el grado de dificultad para desprenderse del concepto primitivo y aceptar el nuevo, o considere si el concepto es modificado de acuerdo a las circunstancias que propone la lectura, es decir si es comprendido realmente.
- Describa los nuevos conceptos si los hay y explique en qué forma variaron desde el concepto que tenía antes de la lectura.
- Recuerda algún concepto que tenía desde niño y que por mucho que se le haya insistido está en su mente a pesar de la racionalidad con que interprete el mundo en este momento
- Sitúese en el papel de un estudiante como el que puede tener en su aula de clase, ahora siendo docente ¿cómo afrontar estas preconcepciones para lograr la comprensión de un tema determinado?.

4. En grupos de tres docentes plantear una estrategia para trabajar con el concepto **átomo** y tratar de modificar la preconcepción ontológica de que el átomo y las subpartículas son como una bolita o pepita.

5. Realizar discusión moderada sobre las posibilidades que se tiene de superar el obstáculo de las preconcepciones con la aplicación de estrategias metacognitivas orientadas hacia la comprensión de un concepto científico.

3.7.5. Actividad 3: Taller sobre evaluación de objetivos

Objetivo

Evaluar los objetivos que un autor se propone en una práctica de laboratorio tradicional, para permitirle al docente interactuar con la información científica y reconstruirla para ser utilizada en experiencias recreadas en ambientes metacognitivos

Desarrollo:

- Dividir los participantes del taller en grupos de tres docentes:
 1. Dado el material “laboratorio sobre fecundación”, (Anexo L) lean y elaboren y/o discriminen los objetivos existentes en uno general y algunos específicos
 2. ¿Creen ustedes que dicha práctica es viable en cualquier laboratorio o en la casa?. Sustente desde la óptica de la posibilidad de verificar los objetivos propuestos.
 3. ¿Cómo adecuarían la información para que sea asequible a los estudiantes con los que Uds. trabajan regularmente?
 4. Analicen el trabajo y elaboren una lista de conclusiones procedimentales para que cualifiquen el cumplimiento de los objetivos.

5. Esta práctica se plantea desde una metodología tradicional, con base en los objetivos propuestos adecuen el procedimiento y toda la experiencia en sí, a una manera en la que se construyan los conocimientos de una forma mas autónoma y no tan dirigida como lo plantean los autores.(propongan alternativas que no estén en detrimento de la especie *Bufus marinus*, ni ninguna otra)
6. Reflexionen sobre si el hecho de conocer los objetivos y evaluarlos constantemente ayudan al estudiante a comprender lo que esta realizando
7. Discutan sobre la validez del planteamiento adecuado de los objetivos y su influencia en el proceso de aprendizaje desde un ambiente metacognitivo
8. Consideren los materiales con que cuentan en sus aulas y analicen la posibilidad de utilizarlos con orientación basada en estrategias constructivistas hacia la comprensión
9. ¿Creen que es posible en el aula de clase desarrollar o implementar métodos investigativos que conlleven a la comprensión?. Elaboren una propuesta para un tema de ciencias bajo estos parámetros.

10. Los grupos exponen brevemente la propuesta y el moderador enfoca la discusión final y elabora las conclusiones del taller.

3.7.6. Actividad 4: Taller sobre autorregulación de la metacompreensión. (anticipación creativa)

Objetivo:

Describir los mecanismos mentales utilizados en la ubicación y reconocimiento de palabras en una lectura.

Desarrollo:

Leído el texto sin título (Anexo M):

- Ubique las palabras que deben encajar en el espacio para que la idea se pueda dilucidar.

- De las siguientes palabras cuáles pueden remplazar (sinónimos) las palabras subrayadas en el texto sin que éste pierda la idea

Divas

- A. Reinas
- B. Diosas
- C. Soberanas
- D. Beldades

alarma:

- A. Alerta
- B. Guía
- C. Atención
- D. Cuidado

determinar

- A. Señalar
- B. Concretar
- C. Diagnosticar

D. Enmarcar

Degenerar:

A. Llegar a ser

B. Convertir

C. Involucionar

D. Evolucionar

arroja:

A. Tira

B. Lanza

C. Da

D. Realiza

- Describa los artificios mentales que tuvo que utilizar para encontrar las respuestas de los dos puntos anteriores. Especifique las asociaciones y en general los mecanismos del “como lo hizo”.

- Cuál de los títulos siguientes se ajusta mejor al texto:
 - A. Los lunares
 - B. Importancia de los lunares
 - C. Cuidado de sus lunares
 - D. Vigile sus lunares

- ¿Cómo puede explicar el hecho que ocurre en su pensamiento cuando detecta las palabras claves de un texto y considera las otras como secundarias o acompañantes de la idea central?.

- En grupos de tres docentes reciben el texto completo (Anexo N) para realizar la comparación con las palabras escogidas por cada uno para completar el escrito, escribir los resultados de la discusión

- En el trabajo de la clase de ciencias es posible recrear ambientes metacognitivos mediante actividades que conlleven a la comprensión de lo que se hace para aprender, reflexione sobre si Ud. cree que son útiles estos métodos y se convence de que puede realizar dichas implementaciones.

- Elaborar conclusiones grupales sobre el tópico anterior y el objetivo propuesto en el taller.

3.8. EVALUACIÓN

A los docentes participantes de los talleres se les invita a que respondan los siguientes cuestionamientos:

1. Considera que las estrategias metacognitivas planteadas en los talleres apuntan al mejoramiento del aprendizaje. Explique.
2. Describa las bondades y las dificultades que encontró para la comprensión y asimilación de las estrategias metacognitivas propuestas.
3. ¿Cree Usted que es importante desarrollar habilidades metacognitivas para facilitar cualquier forma de aprendizaje?. Sustente la proposición
4. ¿Considera Usted que los talleres sirven como derrotero para desarrollar cada una de las estrategias metacognitivas?

5. ¿Cómo implementaría Ud. en el aula de clase un trabajo pedagógico fundamentado en la metacognición?

Finalmente se realiza una discusión sobre los anteriores aspectos y se da por terminada la sesión de los talleres.

3.9. SUGERENCIAS

1. Se propone la realización del encuentro, en un día, de la siguiente manera: en la sesión de la mañana la fase uno ó acercamiento teórico y los dos primeros momentos de la fase 2 ó talleres de aplicación de estrategias metacognitivas como tal, luego del descanso se procede al taller de metacomprensión y la realización de la fase 3 ó de evaluación.
2. Se recomienda que de las actividades propuestas para cada taller, se escojan dos para ser trabajadas con el grupo de docentes de acuerdo con las necesidades y características del grupo de docentes que intervienen en el taller.

4. CONCLUSIONES

- Las investigaciones realizadas en neurociencias y especialmente en neuropsicología dan luces sobre los diferentes mecanismos que realiza el aparato cognitivo en los procesos relacionados con el aprendizaje .
- Ausubel, Piaget y Vigotsky plantearon en sus trabajos y propuestas las bases teóricas de lo que se conoce actualmente como la metacognición.
- Cuando la metacognición se desarrolla con las herramientas apropiadas como las expuestas en este trabajo permite plantear estrategias para mejorar el aprendizaje, debido a que propicia interacciones estudiante – conocimiento, que redundan en la eficacia y funcionalidad del proceso.
- La metacognición permite desarrollar habilidades de atención, memorización y comprensión en el individuo que aprende.

- La metaatención permite identificar los estímulos que favorecen o no el hecho de atender, para así optimizar el proceso de atención y permitir acceder de una manera más eficiente a la información que se recibe canalizando dichos estímulos.
- La memoria es un componente que juega un papel preponderante a la hora de aprender; la implementación de estrategias metamemóricas posibilitan planificar y evaluar procesos y resultados, ofreciendo la posibilidad de seleccionar los conceptos y las variantes de los mismos que sean pertinentes con la intencionalidad que el individuo quiera dar a su aprendizaje.
- La comprensión entendida como una visión significativa ligada al desempeño permite dar la orientación que se necesita para realizar actividades en el aula que tengan perfiles metacognitivos.
- Cuando se aprende metacognitivamente, los conceptos nuevos (nueva información), pueden ser transferidos y aplicados, en un momento dado de una manera relacional más rápida y acertada, aprender de esta manera se hace más significativo y placentero.

- Es de suma importancia hacer consciente el aprendizaje para mejorar el desarrollo de las habilidades cognitivas, este lineamiento es reciproco, es la implementación de estrategias de este tipo las que hacen posible la conciencia sobre el aprendizaje y por ende el componente metacognitivo del aprendizaje.
- Conociendo cuáles son los pasos que se siguen en la incorporación de un nuevo concepto, el aprendizaje es más eficaz y duradero, esta premisa si se aplica en el trabajo del aula, hará que el docente sistematice su trabajo, y desarrolle verdaderos programas de intervención metacognitiva en los estudiantes.
-
- La implementación de modelos metacognitivos exigen un compromiso mayor de parte del docente y del estudiante, debido a que las tareas y actividades relacionadas con el conocimiento son elaboradas de una manera donde se ponen a prueba las habilidades cognitivas del individuo.
- El trabajo expuesto en esta monografía es una invitación al docente para que reflexione sobre su quehacer y la eficiencia que tiene el proceso de

aprender en los estudiantes, el poder de intervención que tiene en la cultura y la posibilidad que le da este hecho de transformar la sociedad.

5. RECOMENDACIONES:

- Cómo el aprendizaje tiene una base neurológica, el docente mínimamente debe conocerla para poder determinar la posibilidad de ingerencia en el proceso de aprendizaje del individuo.
- Los docentes deben tener muy claro el concepto de metacognición y sus objetivos para que puedan ser bien enfocados y puedan servir como estrategia en el mejoramiento del aprendizaje de sus alumnos.
- Los talleres son sólo modelos, éstos deben ser modificados y adaptados de acuerdo a las circunstancias particulares del aula y logrando un manejo optimo de los recursos del entorno.
- Para el desarrollo de la metacognición se deben cambiar practicas pedagógicas que sean rígidas y estén enmarcadas bajo currículos de control, es necesario que haya fluidez de ideas y propiciar los espacios físicos para que se puedan favorecer estos procesos.

- En el aprendizaje metacognitivo hay una mayor interacción docente–estudiante lo que implica la transformación de las relaciones que se dan en la escuela, se propone una mayor horizontalidad favoreciendo el trabajo cooperativo.
- La enseñabilidad que tienen las ciencias experimentales y el análisis de los conceptos desde su proceso de formación, permiten que a la hora del trabajo en el aula de clase se implementen estrategias metacognitivas para propiciar la comprensión y la transferencia de los conceptos estructurantes de la ciencia.
- Las propuestas de trabajo pedagógico bajo los preceptos de la metacognición, se deben convertir en hábito en docentes y alumnos; solo así se verán las bondades de la utilización de las estrategias metacognitivas .
- Las actividades de cada taller, en modo alguno, son una camisa de fuerza, éstas pueden ser modificadas para ajustarlas a las circunstancias en cualquier momento y de acuerdo a los intereses del grupo al cual se le vaya a aplicar los talleres sobre estrategias metacognitivas.

BIBLIOGRAFÍA

ALZATE, P. María victoria. Una aproximación a la teoría y practica del constructivismo. En Ciencias Humanas 02/03/1995.

ARDILA Alfredo y Benavides M. Carlos. Aspectos biológicos de la memoria y el aprendizaje. México: Trillas.1979.

ASENJO, Joaquín y MACIAS Oscar. Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años. Organización de Estados Iberoamericanos.

www.oei.org.co/oeivirt/eurrccies/index.html.

ASRATIAN, Ezras y SIMONOV, Pavel. La función del cerebro. México: Grijalbo. 1968.

BADILLO. G. Romulo y MIRANDA. P. ROYMAN. Corrientes. Constructivistas. Bogota: Magisterio 1997.

BANYARD, A. y otros. Introducción a los procesos cognitivos. Barcelona: Ariel Psicología. 1995. p. 254.

CARRASCO. Jose. Bernardo. Hacia una enseñanza eficaz. Ed. Rialp. Madrid. 1997

CARRETERO Mario. Constructivismo y Educación. Medellín: Edelvives.1993.

CASTELLANOS S.,. Doris. La concepción de las capacidades intelectuales en el enfoque del procesamiento de la información. Centro Iberoamericano para la Formación Pedagógica y la Orientación Educacional. En Memorias Congreso Pedagógico. Cuba 1997.p.15

CLARED ZAMBRANO, Alfonso. El constructivismo según Ausubel, Driver y Vigotsky. En: Actualidad Educativa. Bogotá: V3, No 12. 1996, p 20 a 32

CRHOBAK, Ricardo. Enseñanza de la física y teoría cognitiva del aprendizaje significativo. En Educación y pedagogía .1997. 9 (18) p. 170-210

DE SÁNCHEZ, Margarita. Desarrollo de habilidades de pensamiento. México: Trillas. 1991.

DÍAZ, O. José Jaime. Cómo mejorar el rendimiento en el estudio. 2ª edición. Medellín: Editorial Marín Vieco Ltda. 1992.

DRIVER, Rosalin. y OLDFHAM, Valerie Un enfoque constructivista del desarrollo curricular de las ciencias. En PORLAN, Rafael y otros. Constructivismo y enseñanza de las ciencias. Sevilla: Diada Editores. p. 130 - 131.

GALLEGO B., Rómulo, PEREZ M., Royman. Corrientes Constructivistas. Bogotá: Magisterio. 1997.

GAGNÉ, M. y BRIGGS, J. La Planificación de la Enseñanza México: Ed. Trillas, 1977..

GUTIERREZ, A. Psicología y aprendizaje de las ciencias: el modelo de Ausubel. En Enseñanza de las ciencias. 1987. 5 (2) p 118 - 128

GUTTMANN Giselher, Introducción a la Neuropsicología. Barcelona: Editorial Herder 1976.

GONZÁLEZ, Fredy. Acerca de la Metacognición. UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EL LIBERTADOR. Maracay.
www.lite.fae.unicamp.br/grupos/matema/zete/Z9_fredy.html

GRIEVE. June. Neuropsicología Colombia:. Ed Media Internacional.1995.

HARDÍ Thomas L y JACKSON Richard H. Aprendizaje y Cognición, 4ª edición, Madrid: Ed. Prentice Hall. 1998.

HERMANOS Maristas de México. Metacognición.1998.

www.geocities.com/Athens/Parthenon/5102/DESCOGNITIVO/MARZDIM2.HTM

ISAZA B. Rodrigo. Memoria y sus Trastornos. Curso de neurología Universidad Pontificia .Bolivariana. Medellín. 1996. p.3

LOPEZ, H., Josefina. Vigencia de las ideas de L. S. Vigotsky. Instituto Central de Ciencias Pedagógicas. Ministerio de Educación. En Memorias Congreso Pedagógico. Cuba 1997.

MARTÍ, Eduardo. Metacognición: Entre la fascinación y el desencanto. En Infancia y aprendizaje. 1995. 72. p 9-32.

MORÍN Edgar. El Método III .El Conocimiento del Conocimiento, libro I. Antropología del Conocimiento. 2ª ed. Madrid: Editorial Cátedra, 1994, p.45

MEJIA. Marco, Raul. Modelos Educativos..Santa fe de Bogota: Cinep. 1995

NORMAN, Donald A. El procesamiento de la información en el hombre. México: Paidós, 1991.

NOVAK. Joseph. D Y GOWIN D. B. Aprendiendo a aprender. Barcelona: Martínez Roca.1988.

ONTORIA, B. y otros. Mapas conceptuales una teoría para aprender. Madrid. Narcea. 1996.

PERKINS, David. ¿Qué es la comprensión?. Documento de Trabajo. Seminario Enseñanza para la Comprensión. Especialización en Educación en Ciencias. Experimentales. U. De A. 1999.

POZO, Juan Ignacio. Y sin embargo, se puede enseñar ciencia. En Infancia y aprendizaje. 1987.(38) p. 109-113.

RESTREPO, Bernardo y otros. Enseñar Ciencias. Corpes de Occidente. 1997.180p.

ROCES MONTERO, Cristina. y otros. Reacciones entre motivación, estrategias de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes universitarios. En Revista Electrónica del Departamento de Psicología. Universidad de Valladolid. 1999 I (1). p. 41-50.

SOTO. Lombana Carlos, Metacognición y Enseñanza de las ciencias.
Medellín: Ed. Universidad de Antioquia 1999, 120 p.

ANEXOS ACOMPAÑANTES

Anexo A. Formas De Las Hojas Simples*

[ANEXOS\ANEXO A.jpg](#)

*Fuente: Tomado de SUGDEN, Andrew Diccionario Ilustrado de Botánica. Bogota. Circulo de Lectores 1986.

Anexo B. Bordes – Ápices y Bases Foliaras*

[ANEXOS\ANEXO B.jpg](#)

*Fuente: Tomado de SUGDEN, Andrew Diccionario Ilustrado de Botánica. Bogota. Circulo de Lectores 1986.

Anexo C. Vivir Con El Mal*

Debe haber tantas historias como personas con las que uno hable, dijo Maggie. Ella vive en el reino de la enfermedad de Lyme, rodeada de robles en una zona rural del este de Long Island, Nueva York. Enfermera de profesión, ha trabajado la mayor parte de sus 76 años en escuelas de medicina. Este es su relato: Hace dos años fue a la Sala de Emergencias después de encontrarse una lesión, la tarjeta de visita de un ácaro infectado con la bacteria del Lyme. El análisis resultó negativo, pero le recetaron antibióticos. Un año más tarde estaba devastada por los síntomas de la enfermedad: lentitud al pensar, fatiga, dolor en las articulaciones, fiebre. La repetición del análisis tampoco encontró nada. Tomó antibióticos durante cinco semanas. Los síntomas desaparecieron. Pero al cabo de un año regresarían. Una vez más sentía una depresión profunda, un agotamiento constante, y estaba adolorida hasta la médula. Otra prueba negativa. Un médico le aseguraba que tenía el mal; otro, lo contrario. Dejó de tomar los antibióticos. A los pocos meses los síntomas cedieron, pero ella se pregunta hasta cuándo.

¿Será un tipo de mal de Lyme crónico lo que padece Maggie?. Nadie lo sabe. Una de las cosas más terribles de esta enfermedad es que no hay una prueba diagnóstica definitiva. Y puede haber lecturas erradas. Philip Baker, director del Programa del Mal de Lyme en el Instituto Nacional de Alergia y

*Fuente: Tomado de DISCOVER. Carta editorial. Miami: Junio 1999. p 25

Enfermedades Infecciosas de EE.UU., dice que no hay evidencia directa de que alguien haya padecido infección recurrente de Lyme. Tales síntomas podrían resultar de una segunda infección, una forma intermitente de reacción inmunológica a residuos bacterianos de la primera infección. O pudieran ser de una enfermedad, parecida, como el síndrome de fatiga crónica. Mientras tanto, médicos privados que se especializan en tratar a pacientes con esta dolencia suponen que sí existe una infección crónica de la enfermedad, y la tratan con antibióticos, pero no durante semanas, sino meses.

En medio de toda esta confusión hay algo que no se discute. Aunque en su última etapa no se considera mortal en el más puro sentido médico, puede interrumpir la concentración, la memoria y el sueño, así como inflamar las articulaciones y el corazón, y los pacientes llegan a creer que no vale la pena seguir viviendo.

Para ayudar a clarificar los interrogantes están en marcha dos pruebas clínicas conducidas por Baker. Se evaluará la potencia de sendos tratamientos de antibióticos por 30 y 90 días en pacientes diagnosticados y tratados antes por la enfermedad, pero que sufren síntomas recurrentes. Habrá que esperar dos años por los resultados. Mientras tanto, algunos microbiólogos están planeando un ataque contra el mal en su medio

silvestre. Sueñan con emprender la profilaxis de los bosques, liberarlos para siempre de esta amenaza. Entonces podrían dedicarse a otras enfermedades horribles de las que también son portadoras las garrapatas. Aquéllas que aquí no hemos mencionado.

Anexo D Galileo. La Ley De La Caída De Los Graves *

Galileo nació en Pisa, el 15 de febrero de 1564. Era hijo de Vincenzo Galilèi, un comerciante de tejidos. Aunque fue un matemático y musicólogo de renombre. Kepler llevó consigo el libro sobre armonía de Vincenzo para leerlo en su viaje de Viena a Graz. Galileo Galilei fue en parte educado por su padre, y en parte, en el monasterio de Vallombrosa, cerca de Florencia. En aquellos tiempos, para progresar tanta suerte como para que el marqués Guido Ubaldo del Monte se interesase por él, y fue nombrado, merced a su protector, titular de la cátedra de matemáticas de Pisa cuando sólo contaba 25 años. No hay duda de que Galileo era hombre impetuoso y falto de tacto, que se hizo muchos enemigos influyentes.. Parece ser que estaba ansioso de abandonar la miseria y las desagradables condiciones de Pisa, y en 1592, gracias nuevamente a los oficios del mismo protector, fue nombrado catedrático de matemáticas en Padua.

Galileo alcanzó renombre en 1610, con la publicación del Sidereus Nuntius (El mensajero del cielo), descripción de una serie de notables observaciones efectuadas con un telescopio que él mismo concibió y construyó.

Esta obra incluía una descripción realmente detallada del montañoso suelo lunar y, sobre todo, una convincente descripción de cómo descubrió las lunas

* Tomado de HARRE, Rom. Grandes experimentos científicos.1986. España. Labor, p 67-72

de Júpiter, Fueron estas mismas lunas , que hacían ver la existencia de un segundo centro de rotación en el sistema solar, las que trajeron a Galileo muchas de sus preocupaciones. Estos fueron los objetos que los escolásticos de Padua se negaron a ver a través del telescopio.

En 1610. Galileo se asentó en Florencia como matemático principal del Gran Duque de Toscana. Comenzó. enseguida a atraer mucha atención, y se hizo con admiradores y amigos en las más altas instancias del Estado y la Iglesia. En particular, fue apoyado por el Papa Urbano VIII, a quien Galileo conocía de antes, cuando era el cardenal Bonafeo Barberini. Pero en 1632, al parecer contra los deseos del papa, Galileo publicó (Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo, tolomeico y copernicano). En esta obra, un grupo de sabios, representaciones ligeramente desfiguradas de Galileo y de alguno de sus conocidos, discuten la teoría copernicana y las rivales. Por alguna razón, y todavía hoy sigue siendo un misterio hasta qué punto, el Papa Urbano VIII se sintió profundamente ofendido por la publicación de este libro, y emplazó a Galileo a comparecer a juicio en Roma. En 1633, condenado a reclusión perpetua en su casa, y le fue prohibido publicar trabajó con celo y vigor en sus (Discursos y demostración matemática en torno a dos nuevas ciencias relacionadas con la mecánica), obra de la cual han sido tomados los descubrimientos descritos en esta sección. El libro, como es obvio, no podía ser dado a conocer en Italia, y fue publicado por Elzevir, en Leyden, en 1638.

Aunque en sus años jóvenes Galileo fue para sus hijos un padre un tanto despegado, en sus últimos años llegó a sentirse muy unido su hija, quien le atendió en las flaquezas de la vejez. Galileo murió el 8 de enero de 1642.

Galileo distingue cuidadosamente entre el estudio matemático y el estudio empírico del movimiento.” Cualquiera dice puede inventar un tipo arbitrario de movimiento, y analizar sus propiedades. Nosotros hemos decidido examinar el fenómeno de la caída acelerada de los cuerpos, tal como realmente se da en la naturaleza, esto nos es confirmado principalmente por la consideración de que los resultados experimentales, se ve que concuerdan con las propiedades que han sido demostradas por nosotros “. Lo primero que hay que observar es que los graves comienzan a caer lentamente, y van gradualmente aumentando su velocidad, es decir, se aceleran. Podemos demostrarlo dejando caer una bola pesada sobre un cojín desde una altura cada vez mayor. Cuanto más larga sea su caída, tanto más profunda es su huella que deja en el cojín. Pero es muy difícil observar y medir con exactitud el movimiento de los cuerpos en caída libre. La clave consiste en transferir este movimiento a un plano inclinado para, de este modo, investigar el movimiento bajo una aceleración más gradual que de la gravedad

Pero en las investigaciones de Galileo quedan sin respuesta dos preguntas: ¿por qué caen los cuerpos con aceleración uniforme?. ¿pueden aplicarse las leyes terrestres del movimiento a todos los cuerpos del universo, incluidas las estrellas y los planetas? Newton dio a estas preguntas un conjunto de

respuestas que satisficieron a la comunidad científica hasta comienzos del siglo XX.

Anexo E. El Gen De Una Planta Destruye Los Tumores En El Cerebro*

Un gen de origen vegetal ha servido a la investigadora española Marta Izquierdo para desarrollar una terapia genética capaz de acabar con el glioblastoma, el más grave de los tumores cerebrales. Este procedimiento único en el mundo, ha obtenido excelentes resultados en ratas, aunque habrá que esperar algún tiempo para que se autorice el ensayo clínico con humanos, y algo de tiempo más antes de que este tratamiento se convierta en una alternativa clínica, si se comprueba su eficacia y variabilidad en humanos. Por lo pronto ya fue patentado por una multinacional farmacéutica. En la universidad autónoma de Madrid la doctora Izquierdo lleva diez años trabajando en una terapia que pueda acabar con los glioblastomas, una forma de tumor de los más agresivos que se conocen. En la actualidad se le diagnostica dicho tumor a uno de cada cincuenta mil habitantes, y a pesar de que se les aplica una cirugía, quimioterapia y radioterapia, su esperanza de vida no es muy larga.

La cassava, así como se le denomina a la planta en botánica, aunque popularmente se le denomina mandioca o yuca, es un tubérculo que constituye la base alimenticia de buena parte de las tribus de América

* Fuente. Tomado MARTÍNEZ Nuria En Newton No 25. España: Mayo 2000 p 15

tropical, especialmente en Brasil. Mal cocida puede provocar la muerte por envenenamiento con cianuro. Hace unos cuatro años una investigadora inglesa aisló el gen responsable de la toxicidad de la mandioca. Así que le pedí permiso a la doctora Hughes para utilizarlo en una terapia genética de cáncer, ella accedió y comenzamos a trabajar con este gen.

El procedimiento ha consistido en producir una enzima, la linamarasa, que en presencia de un determinado sustrato, la linamarina, lo rompe a glucosa y cianuro provocando la muerte de todas y cada una de las células que componen el tumor. Es lo que denominamos linamarasa/ linamarina lis/ lin de forma abreviada, y que comenzamos a utilizar con ratas en 1998.

La enzima (su gen correspondiente), se introduce en un retrovirus y células murinas productoras de estos retrovirus se inoculan directamente en el tumor del paciente, para posteriormente suministrarle, una semana después, el sustrato que lo activa y que lo convierte en un auténtico asesino de tumores.

Los retrovirus sólo infectan células en reproducción, y el cianuro producido elimina las células tumorales que se encuentran en esta situación. También afectará a células cercanas por ser el cianuro volátil, suprimiendo así la posibilidad de que el tumor vuelva a aparecer. Se da la circunstancia de que el glioblastoma es un tumor especialmente activo, por lo que el procedimiento resulta más que idóneo para acabar con él. Obviamente existe el riesgo de

que también elimine alguna célula sana, pero ello no supone un grave problema, puesto que el cerebro humano puede prescindir de algunas neuronas. El cianuro también acaba con las células murinas productoras de retrovirus de las que se han servido para introducirlo en el paciente, con lo que así evitamos posibles infecciones.

Inicialmente se probó con células de tejidos en cultivo, posteriormente con tumores pequeños en ratas, y al obtener buenos resultados, se intentó con tumores más grandes, “de tal tamaño que de no intervenir la rata podría haber muerto en una semana”. La sorpresa fue mayúscula cuando bastaron dos semanas de tratamiento para eliminar por completo el glioblastoma del cerebro del animal.

El siguiente paso ahora es utilizar esta técnica con perros en el hospital Valdecilla de Santander, y si todo sucede tal y como está previsto, hacia 2001 podría iniciarse un ensayo clínico con un pequeño grupo de pacientes. “Paralelamente a estos experimentos vamos a solicitar al Ministerio de Sanidad el ensayo clínico con pacientes humanos. Aunque se trate de enfermos terminales, los resultados obtenidos nos permitirán adquirir una serie de conocimientos cruciales de cara a continuar con los estudios, y sí es necesario, modificar el protocolo.

La comunidad científica internacional está de acuerdo en señalar que se conoce la potencialidad de las terapias genicas, y que en un futuro no muy lejano constituirá la alternativa para más del 50 % de enfermedades que actualmente se conocen.

Anexo F. Síntesis Orgánica*

Los químicos orgánicos tradicionalmente han emprendido la síntesis como prueba final de la estructura molecular de productos naturales aislados de fuentes animales y vegetales. La identidad entre la sustancia natural y el compuesto producido por síntesis confirma la estructura molecular deducida por métodos químicos o físicos. Desde una perspectiva mas practica, la síntesis puede proporcionar un suministro de compuestos útiles, tales como quinina, penicilina prosta- glandinas, vitaminas y atrayentes de insectos no asequibles de la naturaleza en cantidades adecuadas. También puede utilizarse la síntesis para preparar sustancias previamente desconocidas para las que se haya previsto que puedan poseer propiedades útiles, ya sea para comprobar teorías, ya sea para crear nuevos productos químicos. La química es uno de los mayores empeños en los laboratorios de investigación de la industria química

* Fuente: Tomado de: PINE. H. Stanley. Química orgánica. España: La colina, 1982 p. 730.

Anexo G. La vida*

La vida no solo se manifiesta a nivel celular, todos sabemos que las células operan o trabajan juntas, como los tejidos; estos se unen para formar órganos los que a su vez forman aparatos y sistemas en un organismo que consta de billones de células.

*Fuente Tomado de: MONCAYO R. Guido 'y otros'. Naturaleza y salud. Bogotá. Educar Editores. 1989 p.57

Anexo H. Tamaño Y Estructura Del Universo *

Podemos percatarnos mejor de los tamaños relativos de nuestro sistema solar si imaginamos un modelo a escala. Hagamos que el Sol esté representado por una bola de billar de 7 cm de diámetro, con esa escala, Mercurio, el planeta mas próximo al sol, estaría a una distancia de 280 cm, la tierra a 760 cm, Júpiter – el mas grande de los planetas- a unos 40 metros y Plutón – el más distante- casi a 300 metros de la bola de billar. El diámetro de la Tierra tendría un poco más de 0.5 mm; el de la luna sería aproximadamente 0.1 mm y el de su órbita alrededor de la tierra , de unos 4 cm. La estrella mas próxima después del sol , Alfa Centauro, habría que colocarla a 2000 Km., distancia tan remota que, por comparación, haría desaparecer insignificantes las inmensas distancias planetarias de nuestra escala.

*Fuente: Tomado de VILLEGAS Mauricio. y RAMIREZ Ricardo. Investiguemos Física. 10º. Bogotá: Editorial Voluntad. 1989 p 15

Anexo J: El Milagro De Aspirina *

[ANEXOS\ANEXO J.jpg](#)

Anexo K. Los Secretos De La Gripe*

[ANEXOS\ANEXO K-imagen1.jpg](#)

[ANEXOS\ANEXO K-imagen2.jpg](#)

[ANEXOS\ANEXO K-imagen3.jpg](#)

[ANEXOS\ANEXO K-imagen4.jpg](#)

Anexo L: Laboratorio De Fecundación Artificial.*

[ANEXOS\ANEXO L-imagen1.jpg](#)

[ANEXOS\ANEXO L-imagen2.jpg](#)

[ANEXOS\ANEXO L-imagen3.jpg](#)

* Fuente: Tomado de: URÁN, L.A y BUILES J. En Actualidades Biológicas Vol 4, No 11. Colombia: 1974

Anexo M: Sin Titulo*

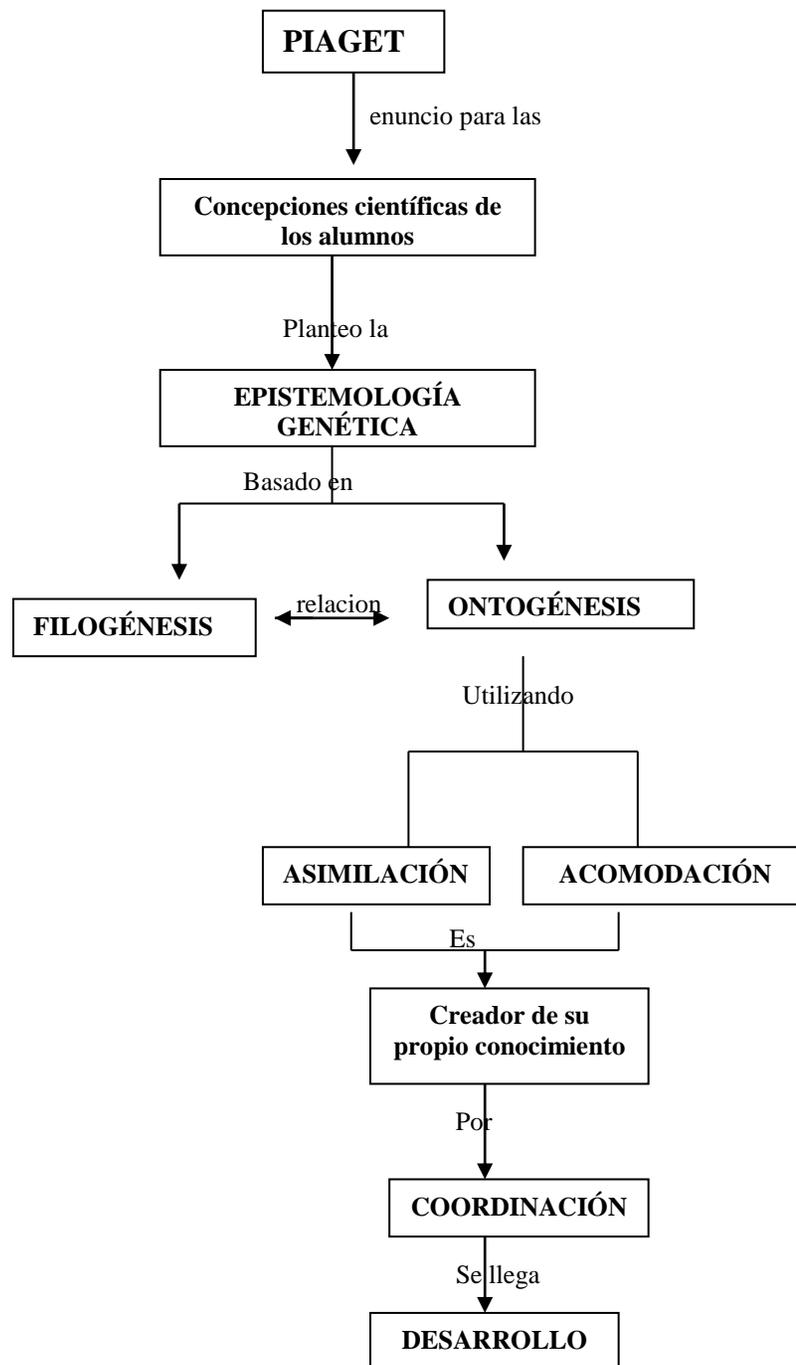
[ANEXOS\ANEXO M.jpg](#)

Anexo N: Ese Lunar Que Tienes*

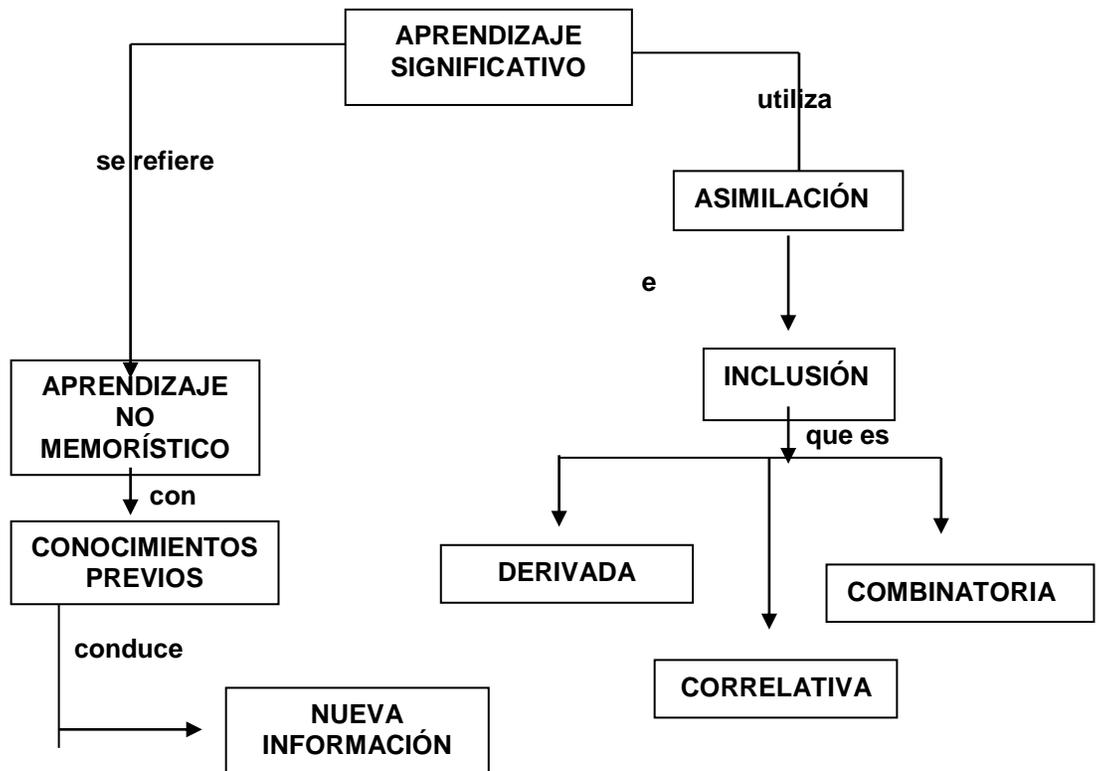
[ANEXOS\ANEXO N.jpg](#)

* Fuente: Tomado de GÓMEZ, Luz y LONDOÑO, Jaime. En 5 sentidos No 14. Medellín: Mayo 2000
p 39

Anexo P: Mapa conceptual-teoría piagetiana



Anexo Q: Mapa conceptual-teoría de Ausubel



Anexo R: Mapa conceptual-teoría de Vigotsky

