

**REPRESENTACIONES SEMIÓTICAS COMO DISPOSITIVOS PARA FACILITAR EL
DESARROLLO DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICO Y CIENTÍFICO.**

CIRO ANTONIO GARZÓN CASTILLO

NUBIA VIVIANA ROJAS ALARCÓN

Proyecto de Grado como requisito para optar al título de

Magister en Educación

TUTOR

SERGIO NÉSTOR OSORIO GARCÍA

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

Facultad de Educación y Humanidades

Programa de Maestría en Educación

Línea de Investigación: Educación y Sociedad

Bogotá, D.C., 2014

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma Jurado

Firma Jurado

Firma Jurado

*La inteligencia consiste no sólo en el conocimiento,
sino también en la destreza de aplicar los conocimientos en la práctica.*

Aristóteles (384 AC-322 AC) Filósofo griego.

AGRADECIMIENTOS

Inicialmente a Dios por hacerse presente en todas aquellas personas que me rodean y que de alguna manera hicieron posible el desarrollo de este trabajo. A mi familia por su apoyo incondicional; a mi compañero Ciro por su paciencia y entrega y al tutor del trabajo de investigación, Sergio Osorio, por su acompañamiento y asesoría a lo largo de este proceso.

Nubia Viviana Rojas Alarcón.

A Dios por brindarme la oportunidad de conocer cada día nuevas experiencias y personas maravillosas que han contribuido en mi formación. A mis hijos y mis padres que me inspiran el anhelo de superación permanente, y especialmente a la dedicación y compromiso de Viviana quien junto con nuestro director de este trabajo de investigación, Sergio Néstor Osorio, me han permitido alcanzar este sueño.

Ciro Antonio Garzón Castillo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
Introducción	7
1. Planteamiento de la Investigación	11
1.1. Justificación	11
1.2. Delimitación contextual	15
1.3. Planteamiento del Problema	23
1.4. Pregunta de Investigación	24
1.5. Objetivos	24
1.5.1. Objetivo General	24
1.5.2. Objetivos Específicos	24
1.6. Metodología	25
1.6.1. Forma de la Investigación: Aplicada	25
1.6.2. Enfoque: Cualitativo	27
1.6.3. Tipo: Investigación comparada descriptiva	28
1.6.4. Fases de la investigación	28
1.6.4.1. Fase I: Reconocimiento de las Representaciones Semióticas como dispositivo de construcción del conocimiento científico y matemático	28
1.6.4.1.1. Instrumentos de recolección de información	28
1.6.4.1.1.1. Fichas Bibliográficas	29
1.6.4.1.1.2. Observación Indirecta	31
1.6.2. Fase II: Relación entre la dinámica tricerebral del cerebro humano con procesos de aprendizaje mediado por Representaciones Semióticas	32
1.6.3. Fase III: Formulación de una propuesta que dinamice el desarrollo del pensamiento científico y matemático, fundamentada en el uso de Representaciones Semióticas y en las dinámicas cerebrales	33

2. Fundamentación Teórica	34
2.1. Errores conceptuales	34
2.1.1. Errores conceptuales en Matemáticas	36
2.1.1.1. Conteo	36
2.1.1.2. Aritmética	36
2.1.1.3. Álgebra	37
2.1.2. Errores conceptuales en Ciencias Naturales	40
2.1.2.1. Conceptos de Genética	41
2.1.2.2. Fotosíntesis	41
2.1.2.3. Reacciones Metabólicas	42
2.1.2.4. Simbología de género	43
2.1.2.5. Representaciones en Química Inorgánica	43
2.2. Representaciones Semióticas	44
2.3. Incidencia de las Representaciones Semióticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales	54
2.4. El cerebro como órgano central de los procesos de enseñanza-aprendizaje	60
2.4.1. Cerebro Triádico	61
3. Relación entre la dinámica tricerebral y las Representaciones Semióticas	66
4. Propuesta Didáctica	69
Conclusiones	79
Referencias Bibliográficas	81

Introducción

Los procesos de enseñanza-aprendizaje requieren de “tácticas” o “técnicas” que faciliten el acercamiento a los objetos de estudio. Para el caso específico del aprendizaje de conocimiento científico, es conveniente hacer uso de instrumentos que sean útiles en este proceso. Un dispositivo o instrumento usado como herramienta y que sirve como soporte a dicho proceso es la Representación Semiótica, entendida ésta como la forma de representar la realidad circundante mediante el uso del lenguaje, gráficos, esquemas, signos y escritos; según *D’Amore B. (2006, p. 302)* “*En matemática, de manera específica, la adquisición conceptual de un objeto pasa necesariamente a través de la adquisición de una o más representaciones semióticas*”.

El uso de Representaciones Semióticas en los procesos de enseñanza-aprendizaje tiene como referente su aplicación en la forma de pensar el acercamiento a los objetos matemáticos; situación que es descrita por Raymond Duval (1994), al formular la paradoja que se identifica con su nombre y que ha sido objeto de estudio por parte de algunos investigadores en matemáticas, entre los que se destaca el Dr. Bruno D’Amore, quien plantea la forma en que se acerca el estudiante al objeto de estudio en matemáticas y las dificultades que enfrenta:

(...) de una parte, el aprendizaje de los objetos matemáticos no puede ser sino un aprendizaje conceptual y, de otra parte, es sólo por medio de representaciones semióticas que es posible una actividad sobre los objetos matemáticos. Esta paradoja puede constituir un verdadero círculo vicioso para el aprendizaje. ¿Cómo, quienes están en fase de aprendizaje podrían no confundir los objetos

matemáticos con sus representaciones semióticas siendo que ellos no pueden tener relación más que con las representaciones semióticas? La imposibilidad de un acceso directo a los objetos matemáticos, diferente de cada representación semiótica, hace la confusión casi inevitable. Y, al contrario, ¿cómo pueden ellos adquirir dominio de los tratamientos matemáticos, necesariamente ligados a las representaciones semióticas, si no tienen ya un aprendizaje conceptual de los objetos representados? Esta paradoja es aún más fuerte si se identifica actividad matemática con actividad conceptual y si se consideran las representaciones semióticas como secundarias o extrínsecas (Paradoja de Duval referida por D'Amore, 2002, p. 2).

En un reciente intento por aterrizar el proceso de aplicación del uso de las Representaciones Semióticas en la enseñanza de las Matemáticas, se puso en consideración, por parte del profesor Ciro Antonio Garzón Castillo (coautor de la presente investigación), a la Fundación Compartir la experiencia “Visualizando conceptos se generan procesos”, en la cual se hace uso de las Representaciones Semióticas en forma didáctica para el desarrollo de los contenidos programados en la asignatura de Matemáticas correspondientes a la educación básica y media. La experiencia fue evaluada por parte de la Fundación Compartir y galardonada con el Premio Compartir al Maestro Regional Cundinamarca en el año 2011. Allí se formula la necesidad de acceder a los objetos de estudio a partir de la idea que el estudiante sea gestor de su propio conocimiento, es decir se enmarca en el modelo constructivista. En la experiencia se establece un proceso cuya estructura genera cuatro momentos de aprendizaje denominados: real (manipulación de objetos reales buscando identificar características propias del objeto); virtual (reconstrucción de los

objetos mediante el uso de gráficos y simulaciones computacionales estableciendo generalizaciones); teórico (formalización de las características y generalizaciones que identifican al objeto) y, aplicativo (uso de los objetos y procesos en solución de situaciones problema).

En el desarrollo de la experiencia se evidencia la importancia de implementar el uso de las Representaciones Semióticas como dispositivos de aprendizaje, al mismo tiempo surge la necesidad de ampliar el estudio epistemológico de su aplicación, relacionándolo con la forma en que aprende el cerebro humano.

Con el fin de promover epistemológicamente la aplicación de las Representaciones Semióticas y hacer un llamado a la reflexión que conlleve a incrementar su presencia en los procesos de enseñanza-aprendizaje, integrándolas con las dinámicas del cerebro triádico (Gregori, 2002), el presente trabajo pretende mostrar la necesidad de pensar su uso en las Matemáticas como dispositivo de enseñanza-aprendizaje, favoreciendo el acercamiento a la interpretación del entorno y la generación de Representaciones mentales¹ propias de cada estudiante. Así mismo, se quiere fomentar el uso de las Representaciones Semióticas en otras áreas, especialmente en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales, campo de estrecha relación con las matemáticas, dado el carácter científico de su estudio.

¹ “Las representaciones mentales son construcciones hipotéticas que tiene el sujeto para explicar o comprender un fenómeno, las cuales pueden diferir marcadamente en su contenido, más no en su formato representacional o en el proceso en que las personas las construyen y manipulan” (Tamayo, 2003, p.3).

La metodología establecida para instaurar una acertada discusión de la necesidad del uso de las Representaciones Semióticas en los procesos de enseñanza-aprendizaje, recurre a algunas teorías desarrolladas por diversos y reconocidos pensadores e investigadores, mencionados en la presentación de los aspectos metodológicos y sistematizados en el esquema N°1 (página 45). En consecuencia, se pretende hacer un estudio documental, motivando además el análisis de situaciones en las que se ponen de manifiesto algunas dificultades observadas en los procesos de enseñanza-aprendizaje, tanto en Matemáticas como en Ciencias Naturales y que se derivan de los errores causados por la inadecuada interpretación que hacen los estudiantes de los objetos de estudio; o de la confusión generada en ellos entre el objeto y su Representación Semiótica. Una vez revisados los fundamentos teóricos que soportan la investigación, se procede a relacionar la forma en que actúa el cerebro en el proceso de aprendizaje con el uso de herramientas (dispositivos pedagógicos); para finalmente esbozar una propuesta que busca fomentar la aplicación del uso de las Representaciones Semióticas en el desarrollo del pensamiento científico.

Las dinámicas cerebrales (Gregori, 2002) han de ser tenidas en cuenta en los procesos de enseñanza-aprendizaje, dado que involucran las conexiones que se presentan en el cerebro humano y de manera especial en el aprendizaje de las Matemáticas y de las Ciencias Naturales; porque la forma en que éste concibe la idea del objeto de estudio requiere involucrar las sensaciones y emociones que se generan al aprender (cerebro derecho); las representaciones mentales que establece el estudiante (cerebro izquierdo) y la aplicación que hace del objeto de estudio (cerebro central), estableciendo una relación entre la dinámica cerebral y la forma en que se adquiere conocimiento (Ortiz, 2009).

1. Planteamiento de la Investigación

1.1. Justificación

Reconocer el entorno y aprender a convivir con él, es indispensable para la supervivencia de la especie humana. Acercarse a dicho reconocimiento ha sido posible gracias a diversas “técnicas” (estructuras diseñadas por los integrantes vivos del entorno) o “tácticas” (estrategias de representación o formas de adecuación) desarrolladas a lo largo de la historia y la prehistoria de la humanidad, encaminadas a que el individuo sea capaz de ser el gestor de su propio conocimiento de cara a su supervivencia.

Por lo anterior, podemos decir que el uso de Representaciones Semióticas (formas de representación de la realidad circundante, acudiendo a signos, símbolos o gráficos) ha sido un dispositivo útil para facilitar en la especie humana la creación de estrategias para asegurar la supervivencia. El apropiarse del desarrollo y aplicación de diversas herramientas de tipo cognoscitivo puede considerarse como el proceso educativo básico, propio de la intensión permanente de supervivencia de los seres vivos, aunque no exclusivo de la especie humana. En palabras de Morín “*el ser viviente no puede sobrevivir en un entorno más que con y por un conocimiento de este entorno. Sin conocimiento la vida no es ni viable ni vivible*” (1988, p. 220).

Teniendo en cuenta que en los procesos de enseñanza-aprendizaje en las áreas de Matemáticas y Ciencias Naturales se requiere en gran medida de un lenguaje propio, se hace necesaria la búsqueda de herramientas efectivas que faciliten la comprensión de los conceptos que allí se

tratan. Así mismo, es conveniente generar y fortalecer estructuras de pensamiento que favorezcan la interpretación de las relaciones científicas con el entorno circundante.

La manera como se acerca a un nuevo objeto por conocer, o a la elaboración mental de su conceptualización, requieren del uso de símbolos que estimulan impulsos en el cerebro generando conocimiento o apropiación; estos estímulos se plasman por medio de las Representaciones Semióticas, **que corresponden a formas de presentación y representación de los objetos o de los conceptos**. Usar símbolos (gráficos o escritos) para intentar representar la realidad circundante, es decir hacer uso de las Representaciones Semióticas, ha concedido beneficios al desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, especialmente en áreas como Matemáticas y Ciencias Naturales, porque permite que en el estudiante se facilite la generación de Representaciones Mentales y así pueda establecer el acercamiento a la concepción mediante el uso correlacionado entre estas diversas representaciones, tal como lo expresa Neira (2013) citando a Raymond Duval en el marco del Primer Congreso internacional de Pedagogía, Didáctica y Tecnologías de la Información Septiembre de 2013: *“Todo conocimiento es inseparable de los fenómenos de representación” (p. 1)*.

El uso de diversas Representaciones Semióticas contribuye a “acceder” al conocimiento y permite que en concordancia con el cerebro –triádico-² se realice una lectura del objeto de estudio, formalizando una cercana conceptualización del mismo. El cerebro triádico, mediante sus dinámicas cerebrales es el encargado de “reconocer” al objeto de estudio desde diversos

² Dinámica tricerebral establecida por Gregori (2002).

ámbitos. En primera instancia hace uso de la lectura como fundamento de comunicación³, es decir identifica (visualmente) al objeto de estudio o sus características (cerebro izquierdo). La intención de aprender o motivación en el estudiante es fundamental en los procesos de enseñanza-aprendizaje e involucra los afectos (cerebro derecho) y finalmente el conocimiento del objeto de estudio toma sentido en cuanto éste es usado en la solución de situaciones problema en forma práctica (cerebro central).

Las Representaciones Semióticas permiten al estudiante desarrollar y construir los conceptos que le son presentados y a los cuales accede, forjando mejores dinámicas de clase, pues incentivan en el docente la posibilidad de ser creativo y generar en los estudiantes la capacidad de realizar diversas representaciones mentales del objeto de estudio o de los temas tratados.

Con el fin de brindar una formación en Matemáticas y Ciencias Naturales, las instituciones educativas han de propender por la generación de ambientes propios para la experimentación activa y permanente por parte del estudiante, bajo la orientación y el acompañamiento de los docentes, encaminados a consolidar valores fundamentales inmersos en la educación, tales como **¡la convivencia y la autonomía!**

Por último, y no por ello menos importante, conviene tener en cuenta el rol de la educación como fundamento emancipador de la sociedad, por lo que se hace referencia a la necesidad de un

³ Entendida como la interpretación de un mensaje del entorno, no necesariamente escrito.

permanente proceso de seguimiento y evaluación, mediante el cual se valore la evolución de la construcción y aplicación del conocimiento por parte de los estudiantes.

Es conveniente incentivar en el campo de acción específico de las Matemáticas y las Ciencias Naturales el modelo constructivista, ya que favorece el redescubrimiento de la realidad objetiva del concepto y los procesos a interiorizar. En las Ciencias Naturales la permanente observación, medición e interpretación de los fenómenos físicos, fundamentan la inminente necesidad de la experimentación; situación que se privilegia mediante el desarrollo y aplicación de procesos que permiten la construcción propia del conocimiento por parte del estudiante.

En las Matemáticas, la generación de conceptos y la estructura de procesos ha de proyectarse hacia diversos niveles de abstracción (simulación cerebral virtual de una realidad diferente a la sensiblemente experimental), fomentando el análisis permanente que conlleve a procesos estructurados de generalización. En el proceso de apropiación de los objetos matemáticos se involucra permanentemente el modelo constructivista, ya que favorece y facilita el redescubrimiento de las particularidades y tipologías que han de desembocar en las generalizaciones. La construcción conceptual de un objeto pasa necesariamente a través de la adquisición desarrollo de una o más Representaciones Semióticas, según lo afirman Chevallard (1991), Duval (1993, 1995), Godino y Batanero (1994).

Por lo anterior, es conveniente reconocer la necesidad del uso de herramientas, que como las Representaciones Semióticas, faciliten el aprendizaje de las áreas que involucran al conocimiento científico, el que por su carácter experimental requiere de un permanente análisis fundamentado en la percepción, permitiendo el redescubrimiento de fenómenos propios del entorno y que a la vez minimicen de esta forma la dicotomía entre el lenguaje científico y el lenguaje cotidiano en los estudiantes.

1.2. Delimitación contextual

Vivimos en un mundo cambiante, un mundo que a cada momento se reinventa a sí mismo en busca de alcanzar niveles máximos de supervivencia, competitividad, creación, conocimiento, supremacía, tecnología,... Sin embargo, esta desenfadada carrera se ha olvidado en forma despiadada de las civilizaciones mismas, arrastrándolas hacia su ineludible decadencia, olvidando consecuentemente al hombre mismo (Osorio, 2012).

Los permanentes cambios sociales han motivado que en los comienzos del siglo XXI se intensifiquen algunas situaciones que enmarcan y determinan el comportamiento de los seres humanos de la época. Cambios tecnológicos que acentúan la brecha entre aquellos que tienen acceso al conocimiento y quienes están rezagados e incluso en críticas situaciones de abandono y analfabetismo total; cambios económicos que determinan el poder y la indigencia, estableciendo el propicio elemento de la decadencia de las civilizaciones. En palabras de Nicolescu (2009, p.35):

El proceso de decadencia de las civilizaciones es de gran complejidad y hunde sus raíces en la más absoluta oscuridad. Desde las grandes masas hasta los grandes dirigentes, aún si tomaran más o menos consciencia del proceso de decadencia, parecen impotentes ante la caída de su civilización. Todo sucede como si los conocimientos y los saberes que una civilización acumula no pudieran integrarse en el ser interior de quienes componen esta civilización. Sin embargo, y después de todo, es el ser humano quien se encuentra o quien debería encontrarse en el centro de toda civilización digna de tal nombre.

El permanente crecimiento y descubrimiento de saberes y elementos tecnológicos arrasan en forma indiscriminada las estructuras sociales, fundamentando sus desmedidas acciones en el soporte de modelos económicos que se fortalecen persistentemente. El desarrollo vertiginoso de la modernidad, por sí mismo concurre hacia lo despiadado y es por ello que se hace necesario replantear las condiciones necesarias que permitan desenvolverse en medio del mundo actual, de un mundo globalizado y fundamentado en la modernización económica (Osorio, 2013).

Programas como el MOST, creado por la UNESCO en el año de 1994 específicamente para:

Contribuir a las transformaciones sociales; establecer vínculos sustentables entre investigadores en ciencias sociales y responsables de las tomas de decisiones; fortalecer la capacidad científica, profesional e institucional poniendo énfasis en los países en desarrollo y promover el diseño de políticas públicas considerando los resultados de la investigación.

Sirven de aliciente para frenar y tratar de controlar el avance desmedido de los intereses economicistas del mundo globalizado actual.

La educación que se desenvuelve en el mundo globalizado actual, está sometida al ritmo atroz de la visión económica, fundamentada en la activa competitividad reinante y en la complejidad circundante que envuelve toda actividad humana en el siglo XXI. Por lo anterior, es conveniente estructurar mecanismos que permitan controlar y proteger la educación del ser humano del presente siglo; es así como se han enmarcado los procesos educativos en acuerdos internacionales tales como el logrado en la conferencia mundial sobre **educación para todos**, realizada en 1990:

La conferencia Mundial sobre Educación para todos, realizada en Tailandia entre el 5 y el 9 de marzo de 1990, no fue un hecho aislado, sino el producto del ambiente reformador de los años noventa frente a los desafíos de la modernización económica y la globalización. La educación pasó a ser un tema central en las agendas públicas de todos de los países que vieron la necesidad de invertir en ella. En la Declaración de Jomtien participaron gobiernos de 155 países, agencias no gubernamentales, asociaciones de profesionales y especialistas en educación. Fue auspiciada por cuatro organismos internacionales: Unesco, Unicef, Banco Mundial y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Al final de los cuatro días, se suscribió la Declaración Mundial y el Marco de Acción, en el que los firmantes se comprometieron a asegurar una educación básica de calidad a niños, niñas, jóvenes y adultos (UNESCO, 2011, p. 3).

Nuevos y muy variados interrogantes se hacen presentes en el escenario educativo mundial; interrogantes que acentúan las diferencias existentes entre los procesos educativos, que evolucionan lentamente en comparación con los vertiginosos avances de la ciencia, la tecnología y los desarrollos económicos actuales:

¿Qué es lo que podemos y debemos enseñar a unos estudiantes que tienen muchísima más información que nosotros? ¿Qué creen conocer mucho más, pero que al mismo tiempo no saben qué hacer con esos conocimientos? Si somos honestos con nosotros mismos tendremos que aceptar que la pregunta urgente en la educación no es la tradicional pregunta ¿Qué debemos enseñar? sino, una pregunta cualitativamente diferente ¿Cómo podemos aprender? O todavía más ¿Cómo desaprender y al mismo tiempo que re-aprendemos a conocer? ¿Cómo aprender a convivir con otros y llegar a ser de una manera distinta? (Osorio, 2012, p. 2)''.

Las permanentes amenazas que atemorizan al mundo, fundamentadas en la ley del más fuerte, han desencadenado situaciones sociales de verdadera emergencia para la sostenibilidad de algunos de los habitantes del mundo globalizado. Así mismo, se ataca directa o indirectamente a los nuevos habitantes del planeta involucrándolos inmisericordemente en enfrentamientos fratricidas que, a más de exterminar pueblos y culturas, estancan el desarrollo planetario; haciendo que las brechas de desigualdad se amplíen cada vez más.

La comunidad planetaria (Morín, 2001) como habitante de una misma tierra, ha de enmarcar toda acción que involucre desarrollos de conocimiento en el campo de la ética; lo que ha de prevalecer sobre los intereses egoístas cifrados en la tecnología, la ciencia, la economía y todos aquellos saberes que el mundo globalizado involucra en su desenfadada carrera hacia su prevaleciente modernismo, por lo que es conveniente revisar los esquemas sociales que se pretenden instaurar en el complejo mundo circundante para que el progreso de la supervivencia de la raza humana sea en realidad humano.

En el desarrollo histórico de la raza humana, ligado al mismo desarrollo planetario en sus últimos cuatrocientos años, ha sido la racionalidad la guía que ha marcado el derrotero a seguir en busca de un mejor vivir; una racionalidad guiada en muchos casos por la mera sugestión de quien ha pretendido convertirse en el promotor e impulsor del permanente anhelo de progreso. La razón usada con fines de equidad ha de erigirse en la real guía, en el modelo planetario del complejo mundo actual, buscando evitar entorpecer el devenir de la especie humana en el planeta tierra.

A nivel de América Latina y el Caribe es común identificar problemas de pobreza y desigualdad, violencia y deterioro ambiental (Insulza, 2007) como consecuencia de la falta de conciencia como individuos de una misma especie que habitamos en un espacio determinado. Teniendo en cuenta el gran potencial humano, la cantidad y calidad de los recursos naturales, es necesario hacer un alto en el camino para reflexionar acerca del manejo que estamos haciendo frente a aspectos sociales, educativos y políticos.

América Latina no es, de manera alguna, el continente más pobre de la Tierra. En realidad, su ingreso promedio se parece al ingreso promedio de la población mundial y posee recursos naturales y humanos para dar una mejor existencia a todos sus hijos (Insulza, 2007, p. 15)

Estas problemáticas en América Latina han generado diferentes consecuencias, entre ellas, el cambio de actitud hacia los procesos de enseñanza-aprendizaje. A partir de lo anterior, se hace necesario establecer nuevas estrategias pedagógicas para acompañar de una manera más efectiva la trayectoria y el aprendizaje de los estudiantes en las instituciones educativas, y así garantizar la inclusión de quienes social y económicamente no presentan ciertas ventajas en las oportunidades de educación y formación.

De igual manera, es conveniente establecer criterios bien definidos que le permitan a todos los estudiantes tener la posibilidad de acceder al conocimiento mediante procesos y dispositivos que desarrollen su capacidad de abstracción, especialmente en la enseñanza de las Matemáticas y las Ciencias Naturales, asignaturas que le permiten un acercamiento a la interpretación de su entorno.

En este contexto, Colombia es claramente identificado como el país con la mayor crisis humanitaria en América Latina (Falla, 2003) que en el 2010 presentaba más de 3,7 millones de desplazados, donde generaba altas tasas de rezago escolar (en instituciones públicas el 27,7% y en privadas 18,8%) (SITEAL, 2010)., evidentemente estos rezagos no se generan únicamente por situaciones de conflicto social a nivel nacional, sino también por problemas de enseñanza-

aprendizaje, descomposición familiar y situaciones socioeconómicas desfavorables, entre otras (SITEAL, 2010).

Identificar procesos de apropiación de conceptos en Matemáticas y en Ciencias Naturales (proyectados a cualquier ámbito de aprendizaje humano) requiere del reconocimiento de los factores que privilegian su interiorización. El uso de distintas Representaciones Semióticas favorece el proceso de aprendizaje en los estudiantes, ya que en la concepción y apropiación del objeto a conocer se impresiona al cerebro de formas diversas, motivando una mayor comprensión. Sin embargo, debido a que el estudiante no conoce el objeto al cual se acerca es posible que confunda al objeto con su Representación Semiótica, por lo que es conveniente que el profesor tenga claridad en el uso que hace de ella.

Los niveles de significación varían de acuerdo a factores externos tales como la motivación, el entorno, los preconceptos, el área de desarrollo próximo en términos de Vigotsky; y otros factores que determinan la objetivación por parte del estudiante.

Según el profesor, según la noosfera y según el mismo estudiante, él (estudiante) está entrando en contacto con el “objeto” matemático pero, de hecho, y ninguno parece darse cuenta, el estudiante está entrando en contacto con una particular representación semiótica de aquel “objeto”. El estudiante no tiene, no puede tener, acceso directo al “objeto” y el profesor y la noosfera confunden las dos cosas; el estudiante está como bloqueado, como inhibido:

no puede hacer nada más que confundir el “objeto” con su “representación semiótica” porque no se da cuenta, no lo sabe (D’ amore, 1999, p. 4)

Para brindar una mayor aproximación al objeto de estudio, el profesor ha de tener en cuenta el contexto o noosfera en el que se realiza el acercamiento al mismo (objeto de estudio), orientando al estudiante para que realice sus representaciones mentales; entendidas estas como el conjunto de imágenes y concepciones que un individuo puede tener sobre un objeto, una situación y aquello que le está asociado, lo que le permite dar cuenta de algo real en su ausencia. Así pues el estudiante es guiado para que esté en capacidad de activar su semiosis, es decir, el proceso que se desarrolla en la mente del intérprete, que se inicia con la percepción del signo y finaliza con la presencia en su mente del objeto del signo. A la vez, el proceso ha de llevar a afianzar la noesis o actos cognitivos como la aprehensión conceptual de un objeto. Ante la discriminación o comprensión de una diferencia o la comprensión de una indiferencia, parecerá entonces evidente admitir que la noesis es independiente de la semiosis.

1.3. Planteamiento del Problema

La enseñanza de las Matemáticas y de las Ciencias Naturales ha sufrido muchas transformaciones a lo largo de la historia. Entre los diversos cambios se presentan: el aprendizaje memorístico o por repetición, por descubrimiento, intentos desde el constructivismo y desde otras estrategias didácticas desarrolladas a través del tiempo, con el fin de garantizar que los

estudiantes adquieran las habilidades y formas de pensamiento crítico; características primordiales de estos dos campos en la educación básica secundaria. Sin embargo, los resultados en las pruebas internacionales muestran que en América Latina los bajos resultados en estas áreas, especialmente en Matemáticas, perduran e incluso se acentúan.

El aprendizaje de las Matemáticas y las Ciencias Naturales involucra diversas dinámicas cerebrales, necesarias para la conceptualización y aprehensión de los objetos de estudio, jerarquizadas según la edad y los intereses de los estudiantes. Así pues ha de establecerse actividades lúdicas que involucren al “cerebro derecho”, actividades de abstracción que requieran del “cerebro izquierdo” y actividades prácticas en las que se aprenda haciendo e involucrando al “cerebro central” (aludiendo a la teoría del cerebro triádico, planteada por Gregori, 2002).

1.4. Pregunta de Investigación

Con base en lo anterior es conveniente determinar ¿Cómo las Representaciones Semióticas facilitan el desarrollo del pensamiento matemático y científico al ser usadas como dispositivos de enseñanza-aprendizaje?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Evidenciar la necesidad del uso de las Representaciones Semióticas, como dispositivos de enseñanza-aprendizaje que facilitan el desarrollo del pensamiento matemático y científico.

1.5.2. Objetivos Específicos

- ✓ Reconocer las Representaciones Semióticas como dispositivo de construcción del conocimiento matemático y científico.

- ✓ Relacionar la dinámica tricerebral del cerebro humano con procesos de aprendizaje mediados por Representaciones Semióticas.

- ✓ Formular una propuesta que dinamice el desarrollo del pensamiento científico y matemático, fundamentada en el uso de Representaciones Semióticas y en las dinámicas tricerebrales.

1.6. Metodología

Los procesos metodológicos encaminan el desarrollo de una investigación hacia el logro de las metas propuestas. A continuación se describen los procedimientos utilizados en la presente investigación con el fin de alcanzar los objetivos planteados. Es conveniente tener en cuenta que toda investigación debe explicitar la forma, el enfoque y el tipo, Tamayo (2009); y en la presente, además se describen las fases de la investigación y los instrumentos empleados para la recolección de la información.

1.6.1. Forma de la investigación: Aplicada

Este trabajo corresponde a una investigación aplicada, ya que depende de los descubrimientos y aportes teóricos de los autores referenciados en la Tabla N°1 con los cuales se busca confrontar la teoría con la realidad. *“Es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas. Esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías”* (Tamayo, 2009. p. 45) .

Tabla N°1. Principales referentes teóricos

Autor	Caracterización
Bruno D'Amore	Profesor investigador, director del Centro de Investigaciones de la Universidad de Bolonia en Italia. Reconocido por sus aportes al campo de la didáctica de las Matemáticas, especialmente en lo relativo a la incidencia de las Representaciones Semióticas en los procesos de enseñanza-aprendizaje.
Raymon Duval	Profesor investigador, reconocido como uno de los pioneros del estudio de las Representaciones Semióticas en Matemáticas.
Waldemar De Gregori	Investigador de origen brasileño, reconocido por sus estudios relativos al funcionamiento del cerebro humano basado en la teoría del cerebro triádico.
Luis Moreno Armella	Investigador colombiano, radicado en México. Pertenece al grupo de investigaciones del CINVESTAD y es reconocido por sus trabajos relativos

	a la didáctica en la enseñanza de las matemáticas, así como el uso de nuevas tecnologías en el aula.
Edgar Morín	Pensador francés, invitado por la UNESCO a que dirigiera un proyecto de reorientación de la educación a nivel mundial –de donde se origina su obra: “Siete saberes necesarios para la educación del futuro”- fundamentado en su teoría de la Globalización y el Pensamiento complejo.
Sergio Néstor Osorio García	Profesor investigador de la Universidad Militar Nueva Granada, director del Doctorado en Bioética en la misma universidad.
Alexander Ortiz	Profesor cubano radicado en Colombia. Investigador reconocido por sus aportes en el campo de la Neuropedagogía.

1.6.2. Enfoque: Cualitativo

Los problemas de la realidad no son cuantitativos ni cualitativos, la realidad es una y puede ser investigada, es por lo cual el investigador quien debe preguntarse en qué situaciones de investigación debe ser utilizado el enfoque cuantitativo o cualitativo, pues es la naturaleza del problema objeto de estudio quien determinan el método o enfoque que debe ser utilizado y no así el investigador (Tamayo, 2009. p. 46).

Los procedimientos e indagaciones en el ámbito académico han sido objeto de permanente observación por preocupados investigadores y dedicados profesores que han planteado diversas teorías, consideradas como base primordial en el intento de fundamentar procesos actualizados en el campo de la enseñanza-aprendizaje.

La presente investigación hace uso del enfoque cualitativo, por ser de orden explicativo; en donde la subjetividad e interioridad de los autores reseñados en la Tabla N°1, se asume como fuente de conocimiento. Se toma como punto de partida el reconocimiento de una experiencia exitosa en el proceso de la enseñanza de las matemáticas. En dicha experiencia se emplean las representaciones semióticas como elemento fundamental para desarrollar los procesos de enseñanza-aprendizaje. Posteriormente, se realiza un análisis de algunos aspectos relevantes en los que se observa como los autores mencionados han alcanzado información validada por sus experiencias e investigaciones y que sirve como sustento teórico de la presente investigación, en la que se establece a las Representaciones Semióticas como dispositivos de aprendizaje en Matemáticas y Ciencias Naturales”.

1.6.3. Tipo: Investigación comparada descriptiva

La investigación es de tipo comparada descriptiva, ya que parte de una experiencia real sobre la enseñanza de las matemáticas a través de las Representaciones Semióticas, la que sirve como sustento de una situación real que busca ser explicada epistemológicamente para ser extendida en forma adecuada a otras áreas del conocimiento científico, como es el caso específico de las Ciencias Naturales . *“El énfasis se aplica al análisis de los datos con los cuales se presentan los fenómenos o hechos de la realidad que, dada su similitud, es necesario describir sistemáticamente a fin de evitar un posible error en su manejo”* (Tamayo, 2009. p.60).

1.6.4. Fases de la investigación

Con el fin de evidenciar la necesidad de implementar las Representaciones Semióticas como dispositivos pedagógicos que faciliten el pensamiento matemático y científico se plantean tres fases en el proceso de esta investigación, cada una de las cuales es soportada por un objetivo específico determinado.

1.6.4.1. Fase I: Reconocimiento de las Representaciones Semióticas como dispositivos de construcción del conocimiento matemático y científico.

Teniendo en cuenta el tipo de investigación descriptiva comparativa, esta fase se fundamenta en el concepto dado por el comité evaluador del Premio Compartir al Maestro reconociendo como importante la aplicación de las Representaciones Semióticas en el desarrollo de la misma⁴. Con base en lo anterior, surge la necesidad de fundamentar epistemológicamente el uso de las Representaciones Semióticas acudiendo a investigaciones previamente reconocidas y a autores considerados pioneros y eruditos en este campo.

1.6.4.1.1. Instrumentos de recolección de información.

Se realizó un muestreo intencionado con base en lecturas y análisis de documentos para la obtención de datos, utilizando como instrumentos de recolección las fichas bibliográficas (como herramienta de observación directa) y una entrevista espontánea (como herramienta de observación indirecta).

⁴ La experiencia mencionada motivó el desarrollo de la presente investigación. Sin embargo, no es el objeto del presente trabajo y por eso no está explícita en el documento.

1.6.4.1.1.1. Fichas Bibliográficas

En cualquier tipo de investigación, no importa su enfoque, se precisa recopilar información que debe guardarse con determinados requerimientos y que se organizan en las denominadas fichas. Las fichas permiten ordenar y clasificar el aspecto estudiado en función de las variables e indicadores utilizados, o a partir de los temas estudiados para abordar el problema científico de la investigación cualquiera que sea su tipo (Fernández, et al, 2008, párr. 59).

Las fichas bibliográficas utilizadas para la toma de datos en esta investigación tienen el siguiente esquema:

- Autor.
- Nombre del libro.
- Ubicación.
- Resumen General del documento.
- Citas textuales que pueden ser empleadas en el informe final de la investigación.
- Referencias Bibliográficas empleadas por el autor en mención.

Los ítems empleados en la elaboración de cada ficha brindan la información necesaria tanto para la obtención de los datos como para generar la posibilidad de ampliar las fuentes de consulta mediante los referentes bibliográficos. Además permiten realizar la selección de los autores y las fuentes que son sustento de la investigación y que se mencionan en la Tabla N°1.

A continuación se presenta un ejemplo de la ficha bibliográfica:

<p>Moreno, L. Waldegg, G. (1998). “La epistemología constructivista y la didáctica de las ciencias: ¿coincidencia o complementariedad?”: Artículo publicado en Enseñanza de las ciencias, vol. 16(3) pp. 421-429 Barcelona</p>
<p>RESUMEN</p>
<p>Crítica de la didáctica y la psicología a la epistemología. Comparación entre las concepciones que del concepto de conocimiento y de cómo se adquiere el conocimiento presentan Kant y Piaget. Desde el racionalismo kantiano hasta la psicología genética piagetiana.</p> <p>La construcción del conocimiento a partir de procesos estructurados, basados en experiencias altamente influenciadas por el entorno, permiten en el sujeto la acomodación” progresiva de la lógica conceptual; lo que le ha de permitir (al estudiante o aprendiz) la manipulación y adecuación de lo aprendido para ser usado en diversas situaciones y contextos diferentes.</p> <p>La preocupación de la psicología genética por determinar cómo aprende el estudiante lleva a los autores (Moreno – Waldegg) a orientar sus estudios hacia la necesidad de reconocer los procesos de adquisición del conocimiento.</p>
<hr/> <p><i>“Resulta importante la toma de conciencia, por parte del educador, de sus convicciones sobre la naturaleza del conocimiento científico, sobre cómo éste se genera, sobre las relaciones entre el conocimiento y la realidad y entre las distintas manifestaciones del saber científico, de modo que el educador pueda emplear, de manera explícita, estas ideas en el diseño de su acción pedagógica”</i></p> <p><i>“La oposición entre “sentido común” y “sentido científico” nos muestra que la enseñanza de la ciencia no puede proceder, simplemente, mediante intentos de ampliación del sentido común de los estudiantes”</i></p>
<p>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</p>
<p>Piaget, J. y García, R. (1982): Psicogénesis e Historia de la Ciencia. México: siglo XXI. Wertsch, J. (1985): Vygotsky and the Social Formation of Mind, Cambridge, MA: Harvard Univ. Press.</p>

1.6.4.1.1.2. Observación Indirecta

Se realizó el proceso de observación indirecta mediante una entrevista espontánea al Doctor Bruno D’ Amore⁵. En el encuentro se socializó el objetivo del proyecto y se conoció el punto de vista, algunas orientaciones y recomendaciones del Doctor Bruno D’ Amore con respecto al

⁵ Resultado de un encuentro fortuito con el autor, en el que se aprovechó para solicitar orientaciones y puntos de vista respecto al desarrollo de la investigación.

desarrollo del proyecto de investigación. La conversación giró en torno a los siguientes cuestionamientos, con los que se pretendió lograr orientación para el desenvolvimiento de la investigación.

- ¿Puede ampliarse el uso de las representaciones semióticas más allá de las matemáticas, a otras áreas del pensamiento científico?. Ésta con el fin de indagar sobre la pertinencia de incluir el uso de las Representaciones Semióticas en la enseñanza de otras áreas del pensamiento científico (específicamente en Ciencias Naturales).
- ¿Cuál puede ser una orientación metodológica que promueva la necesidad del uso de las Representaciones Semióticas como dispositivos de enseñanza-aprendizaje?. Respecto a lo cual, la orientación suministrada por el autor hizo referencia a la necesidad de evidenciar algunos errores conceptuales que se cometen en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas y las Ciencias Naturales (los que son presentados en el capítulo 1 de la presente investigación).

1.6.4.2. Fase II: Relación entre la dinámica tricerebral del cerebro humano con procesos de aprendizaje mediado por Representaciones Semióticas.

La recolección de la información se realizó de manera similar que en la fase anterior, en la fase II se incluye la codificación para el establecimiento de categorías, con el fin de analizarlas y relacionarlas mediante el método de contrastación y validación de teorías, planteado por Mancuso (2004). Las categorías que se tienen en cuenta se describen en el proyecto siguiendo a Gregori (2002) y Ortiz (2009) quienes las denominan configuraciones afectivas, cognitivas e instrumentales y que están relacionadas

con las diferentes formas como las Representaciones Semióticas realizadas en el proceso de reconocimiento y acercamiento al objeto de estudio impresionan a cada una de las dinámicas cerebrales. (pág 61 del presente documento).

1.6.4.3. Fase III: Formulación de una propuesta que dinamice el desarrollo del pensamiento científico y matemático, fundamentada en el uso de Representaciones Semióticas y en las dinámicas tricerebrales.

Toda la información recolectada en las fases I y II fue aplicada para generar una propuesta metodológica con el fin de ser implementada con estudiantes de formación básica secundaria en la enseñanza de las Matemáticas y las Ciencias Naturales.

2. Fundamentación Teórica

“Una problemática importante y todavía central es la que hace referencia a la representación de los objetos matemáticos; en este caso, en nuestra comunidad científica generalmente decimos:

“Pasar de un concepto a sus representaciones” (D’Amore B., 2006, p. 302).

2.1. Errores conceptuales

Las formas conceptuales generadas en el desarrollo de los procesos enseñanza-aprendizaje en todo campo, pero especialmente en Matemáticas y Ciencias Naturales, son fundamentales para la construcción de conocimiento y desarrollo de habilidades de pensamiento matemático y científico. El lenguaje, mediante el cual se hace posible la comunicación, facilita el acercamiento a la comprensión del entorno, siendo un elemento indispensable que ayuda o entorpece la apropiación de conceptos y el desarrollo de procesos cognitivos en las áreas mencionadas (debido a lo riguroso del lenguaje propio).

Es conveniente hacer uso del lenguaje informal, o de los lenguajes formales y estrictos en forma precisa, ya que tanto en la enseñanza de las Matemáticas como en Ciencias Naturales se involucra en forma determinante el entorno del estudiante, por lo que es provechoso hacer uso de situaciones reales que ayuden a la mejor forma de acercarse a la construcción del objeto de estudio. Así mismo, la recreación de la realidad, es decir su representación virtual, ayuda a que el

estudiante identifique concordancias y caracterice situaciones propias del objeto de estudio, permitiéndose ser partícipe de la generación y ampliación de su conocimiento.

Las constantes confusiones generadas entre el objeto matemático y su representación, así como entre el objeto de la ciencia y su representación, son en diversos espacios causales de erradas conceptualizaciones por parte de los estudiantes (y en ocasiones, de los docentes), lo que se evidencia en la paradoja de Duval

(...) de una parte, el aprendizaje de los objetos matemáticos no puede ser sino un aprendizaje conceptual y, de otra parte, es sólo por medio de representaciones semióticas que es posible una actividad sobre los objetos matemáticos. Esta paradoja puede constituir un verdadero círculo vicioso para el aprendizaje. ¿Cómo, quienes están en fase de aprendizaje podrían no confundir los objetos matemáticos con sus representaciones semióticas siendo que ellos no pueden tener relación más que con las representaciones semióticas? La imposibilidad de un acceso directo a los objetos matemáticos, diferente de cada representación semiótica, hace la confusión casi inevitable. Y, al contrario, ¿cómo pueden ellos adquirir dominio de los tratamientos matemáticos, necesariamente ligados a las representaciones semióticas, si no tienen ya un aprendizaje conceptual de los objetos representados? Esta paradoja es aún más fuerte si se identifica actividad matemática con actividad conceptual y si se consideran las representaciones semióticas como secundarias o extrínsecas (Paradoja de Duval referida por D'Amore, 2002)

2.1.1. Errores conceptuales en Matemáticas

A continuación, se mencionan ejemplos en los que algunos estudiantes de matemáticas presentan confusión, porque no se les enseña los conceptos y expresiones alfanuméricas que se usan en matemáticas, ya que sólo se les enseña los formalismos, que los estudiantes tienen que memorizar sin entender y así siguen repitiendo palabras de manera inconsciente.

2.1.1.1. Conteo.

La teoría del conteo hace uso de símbolos como representaciones de la cantidad. Sin embargo, es frecuente encontrar que para muchos estudiantes la cantidad es identificada con el símbolo, ejemplo de lo anterior se observa al determinar la cantidad correspondiente a tres unidades, es frecuente que se identifique con su representación (3) en el sistema hindú-arábigo (o III en el sistema romano de numeración...), situación que genera confusión ya que la cantidad es el resultado que se obtiene al realizar el conteo y el símbolo es “una forma de representarla”.

2.1.1.2. Aritmética

El uso del signo igual (=) genera interpretaciones diferentes. En algunas ocasiones se interpreta como una “acción física” que busca hallar el resultado de una operación: $3+2=5$; otros llevan a que se interprete como el puente que identifica a dos expresiones: $5+4=4+5$.

La idea extendida entre los estudiantes que comienzan con el álgebra de que el signo igual es la "señal de hacer algo" antes que un símbolo de la equivalencia entre los lados

izquierdo y derecho de una ecuación (Kieran, 1980) viene indicada por su renuencia inicial a aceptar proposiciones tales como $4+3=6+1$. El pensar que el lado derecho debería indicar el resultado -esto es, $4+3=7$ - les permite dotar de significado a ecuaciones tales como $2x+3=7$, pero no a ecuaciones tales como $2x+3= x+4$. (Kieran, 1989, p. 231).

2.1.1.3. Álgebra.

El uso de letras en las expresiones algebraicas hace que “algunos estudiantes” confundan su uso. Es frecuente interpretar ab como $a + b$; $-ab$ como $-a + b$; $a + a$ como a^2 a cambio de $2a$. El uso repetitivo de algunas letras (x, y) como variables hace que se genere interpretaciones incorrectas; como en la expresión $3t = 5$, en la que no se identifica a t como variable.

Una problemática que acrecienta la dificultad en la interpretación adecuada de las expresiones algebraicas es la que hace uso de símbolos que no están presentes de forma explícita, lo que conlleva al estudiante a confundir los conceptos, estableciendo supuestos pre-establecidos.

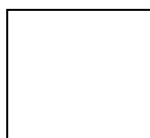
La metáfora del álgebra como lenguaje, es este acercamiento semiótico, se entiende como un sistema de representación que se ocupa del significado de las escrituras algebraicas, además de considerar el carácter instrumental de los signos del álgebra, lo que sugiere la necesidad de considerarla como una actividad más de los alumnos, y los signos, como instrumentos específicos de esa actividad (Palarea , 1999, p. 3).

Las raíces de índice mayor a 2 son expresadas en forma explícita, mientras que en la raíz cuadrada no se usa. Las siguientes expresiones $\sqrt{4}$; $\sqrt[3]{8}$; $\sqrt[4]{16}$; han de ser interpretadas en igual forma, aún cuando en la primera expresión no aparece el índice radical (según convencionalismos pre-establecidos por doctos en la materia) lo que causa en el estudiante la sensación de que los conceptos “aparecen” de forma inesperada.

Los coeficientes numéricos y los exponentes, diferentes de 1, son usados explícitamente en los términos algebraicos, mientras que el 1 no se escribe; situación que causa confusiones: $3m^2$, es interpretado como $3 \times m \times m$; mientras que se pretende que el estudiante interprete a t como $1t^1$, fundamentando dicha interpretación en convencionalismos pre-establecidos entre especialistas en las matemáticas, y que por ende, son desconocidos por el estudiante.

El uso de términos idénticos en situaciones diferentes (diferentes entornos), contribuye en la confusión a la que se enfrenta el estudiante en matemáticas (y otras ciencias). Así, se aprecia al hacer uso del término **cuadrado**, que adquiere diversas connotaciones (D' Amore, 2004).

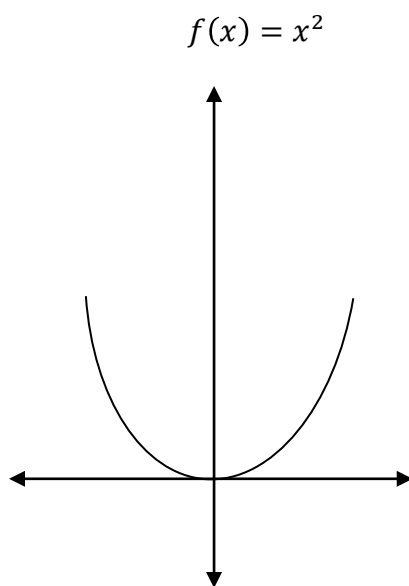
-Una primera acepción (por iniciar en alguna temática), es la interpretación geométrica en la que se identifica al cuadrado como el polígono regular de cuatro lados (con una significativa serie de propiedades).



-Una segunda acepción es la que tiene que ver con la interpretación aritmética, en la que el cuadrado de una cantidad es el producto de la cantidad por ella misma:

$$3^2 = 9$$

-En el pensamiento variacional se interpreta el cuadrado de una variable como una función real.



-En la Teoría de números se puede establecer el concepto de cuadrado como la suma de números impares:

$$n^2 = \sum_{i=1}^n (2i - 1)$$

2.1.2. Errores conceptuales en Ciencias Naturales

Uno de los objetivos del estudio de las Ciencias Naturales es que los estudiantes sean capaces de tener ideas adecuadas en cuanto a la construcción y justificación del conocimiento científico (Totorikaguena, 2013); no basta con la simple memorización de las explicaciones dadas en clase por el profesor.

Viennot (1976), citado por Totorikaguena (2013), establece que las principales dificultades en esta área de conocimiento están relacionados con planteamientos lógicos, convincentes y duraderos. Es por ello que las habilidades que se desarrollan con el estudio de las Matemáticas, tienen un impacto directo sobre otras áreas de aprendizaje ya que según lo establecido por Godino & Batanero (1996), se considera que la matemática es una actividad humana que se interesa por la resolución de situaciones problemáticas, ya sean del mundo físico, social o del propio dominio de la misma. Por lo tanto, es posible analizar situaciones y fenómenos propios de las Ciencias Naturales; a continuación se presentan algunos ejemplos, en los cuales es necesario tener una estructura lógica y organizada, teniendo en cuenta que las dificultades que presentan los estudiantes pueden ser explicadas como una falta de coordinación entre los diferentes registros (Oviedo, *et al*, 2006) o por dicotomías entre el lenguaje científico y el lenguaje cotidiano.

2.1.2.1. Conceptos de genética

En los últimos años, en este campo han evolucionado significativamente conceptos como: desarrollo de individuos transgénicos, secuenciación de genomas de diversas especies, manipulación genética, pruebas de paternidad, entre otros; generando un auge de información al respecto y una dicotomía entre el lenguaje científico y el cotidiano.

Algunos estudiantes presentan grandes confusiones respecto a la información genética de los individuos, esto se debe en parte al lenguaje cotidiano en el que se expresan frases como “es sangre de mi propia sangre”, lo que dificulta la concepción centrada en que la molécula responsable de la transmisión de la información genética es el ácido desoxirribonucleico (ADN) y se reafirma la concepción relacionada con la sangre como elemento portador de la información genética. Para prevenir estas ideas previas o poder cambiarlas es fundamental una “alfabetización científica” por parte de los profesores (Totorikaguena, 2013).

2.1.2.2. Fotosíntesis

Totorikaguena (2013) refiere el trabajo de Pombo & Duch (1984), en el cual se pretendía identificar los principales errores conceptuales en el aprendizaje del proceso de fotosíntesis (fundamental en la alimentación de las plantas y otros individuos autótrofos). Se encontró que casi la mitad de los estudiantes y profesores encuestados, no consideraban de vital importancia la presencia de la clorofila para llevar a cabo la fotosíntesis, tampoco consideraban que los hidratos

de carbono eran producto de este proceso. El mecanismo de alimentación de las plantas es bastante importante para la supervivencia de muchas especies, pero para los estudiantes esto no es fácil de comprender ya que no es un proceso evidente para ellos. Es necesario emplear diferentes representaciones para llegar a comprender correctamente este y otros procesos metabólicos.

De igual manera, es común que los estudiantes confundan el proceso de fotosíntesis con el de la respiración aeróbica, ya que ambos procesos utilizan el dióxido de carbono y el oxígeno. Son reacciones contrarias en las plantas, pero suelen ser confundidas con cierta facilidad.

2.1.2.3. Reacciones metabólicas

Para un estudiante de educación básica secundaria, no es fácil comprender la forma en que se presenta la energía en los organismos vivos, ya que los métodos de enseñanza tradicional de la ciencia la hacen ver como una estructura física que une dos átomos, generando la idea de una simple función molecular y alejando la conceptualización que establece al metabolismo como el conjunto de reacciones químicas que se dan en un cuerpo o en una célula. Estas reacciones pueden ser anabólicas o catabólicas; las primeras se caracterizan por requerir un gasto energético y las segundas por producir energía mediante procesos como la digestión de los alimentos o la respiración celular.

Lo anterior, no es de fácil comprensión para los estudiantes, es necesario recurrir a varios tipos de representaciones para que se apropien de este conocimiento y lo puedan llevar a la práctica mediante la resolución de situaciones problema.

2.1.2.4. Simbología de género

Se presenta confusión al representar el sexo de las especies con los símbolos ♀ y ♂. Con el primero se hace referencia a las hembras de una especie y con el otro los machos. Estos símbolos también se utilizan para representar a hombres y mujeres. Fueron otorgados a cada uno de los Dioses Griegos. El círculo con la cruz que se extiende hacia abajo simboliza a Venus (Afrodita), la Diosa del amor y la belleza, y es un símbolo de feminidad. El símbolo de Venus representa a la Mujer. El círculo con la fecha adjunta simboliza a Marte (Ares en Griego), el Dios de la guerra, y es un fuerte símbolo de masculinidad. Este símbolo representa al Hombre o al macho de diferentes especies.

2.1.2.5. Representaciones en Química Inorgánica

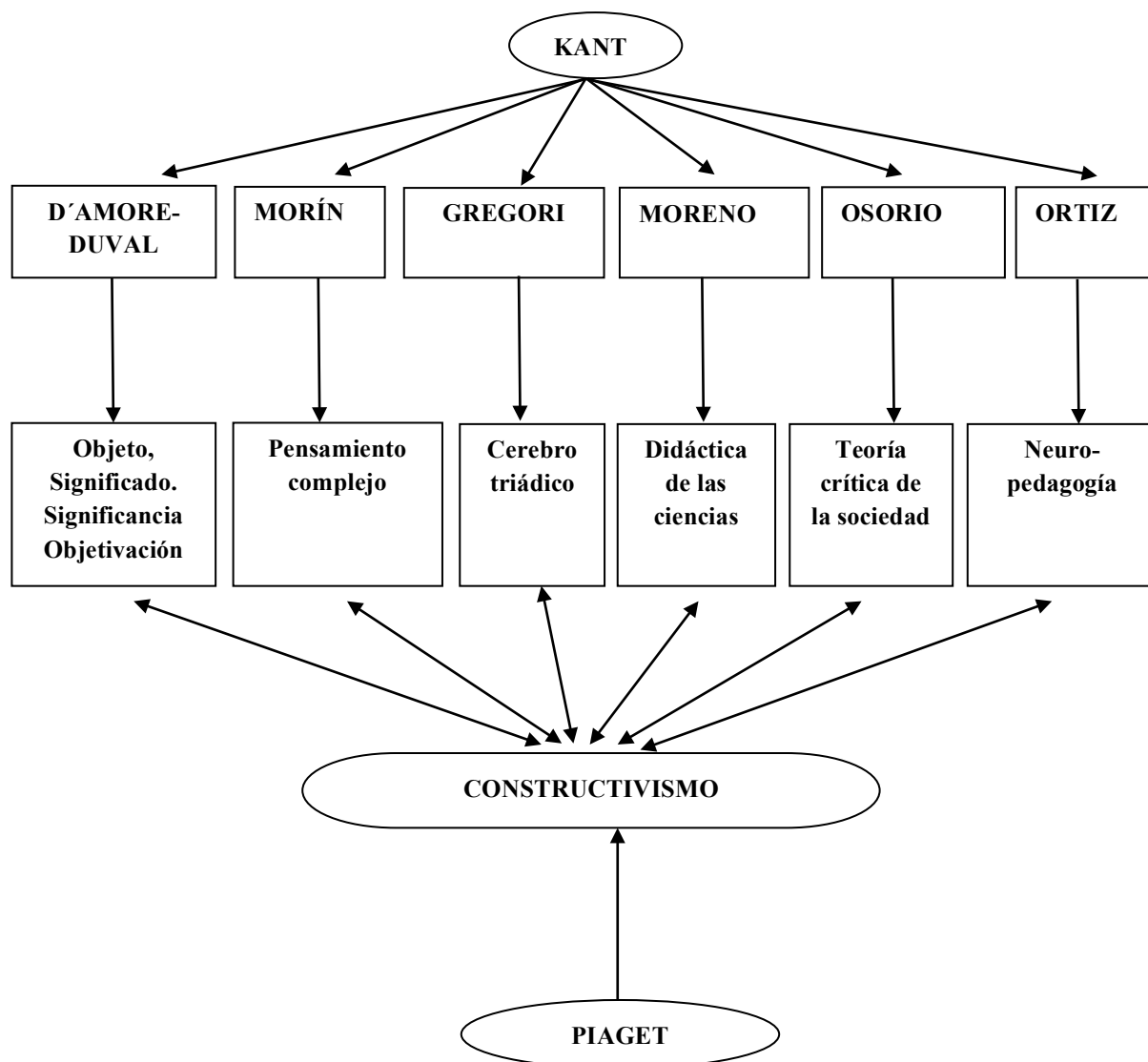
Una de las dificultades más grandes para aprender química inorgánica es comprender como funciona la nomenclatura, una forma de representar los elementos químicos y el establecimiento de componentes a partir de diferentes enlaces. La tabla periódica brinda una gran cantidad de información de cada elemento químico representado de forma sintética, es importante comprender que esta información es una Representación Semiótica de una realidad que se da a nivel atómico y no la realidad como tal.

Se puede representar el elemento del Carbono con la letra C, pero no quiere decir que la letra C sea el Carbono sino una forma de representarlo semióticamente.

En el caso de la física es importante realizar actividades que faciliten la verdadera comprensión por parte de los estudiantes, pues para ellos se puede convertir en un “formulismo” en que para calcular determinadas magnitudes, basta con aplicar una fórmula y operar algunos valores.

2. 2. Representaciones Semióticas.

¿Por qué hacer uso de las Representaciones Semióticas en los procesos de enseñanza – aprendizaje en Matemáticas y Ciencias Naturales? Para responder a este interrogante es conveniente analizar las concepciones logradas en diversas investigaciones y propuestas realizadas por Bruno D´amore y Raymond Duval (Representaciones semióticas); Luis Moreno Armella (Epistemología constructivista y Didáctica de las ciencias); Sergio Néstor Osorio (Teoría Crítica de la sociedad); Alexander Ortiz (Didáctica y Pedagogía del cerebro) y Waldemar De Gregori (Cerebro triádico). Todos ellos enmarcados en las concepciones deterministas de Jean Piaget y Emanuel Kant, tal como se observa en el esquema N°1, donde se pretende resumir los fundamentos teóricos de dichos autores que contribuyen a fortalecer la perspectiva de hacer uso de las Representaciones Semióticas en los procesos de enseñanza-aprendizaje en el actual mundo globalizado y complejo (Morín).



Esquema N°1. Fundamentos teóricos que fortalecen el uso de las Representaciones Semióticas en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Ya desde la reflexión kantiana del significado de representación (en la carta de Kant a Hertz en 1772) se ponía de manifiesto la necesidad de establecer la relevancia que tiene el sujeto en el proceso de interpretación, significado y significancia del objeto en tanto que éste afecta al estudiante. Así mismo, deja plasmada la idea en el reconocimiento que ha de hacerse de la

representación del objeto (como se nos es dada) fundamenta la forma como determinamos la conceptualización del objeto (Representaciones Semióticas).

De igual manera, el hecho de interponer al sujeto como gestor de su propio conocimiento al reconocerlo como el “afectado” en el proceso de interiorización del conocimiento, sugiere la idea de un proceso fundamentado básicamente en el constructivismo. A lo largo del proceso histórico ligado a la investigación en educación, para la educación y desde la educación, se vislumbra la permanente preocupación de los investigadores en analizar los procesos de aprendizaje para lograr determinar cómo se adquiere un concepto, reflexión que en su momento llamo la atención al mismo Kant:

Las representaciones sensibles representan las cosas tal como ellas aparecen, las intelectuales, tal cual ellas son. Sin embargo, ¿cómo es que estas cosas nos son dadas, si no lo son del modo según el cual nos afectan, y si tales representaciones intelectuales se basan en nuestra actividad interior; de ¿Dónde proviene el acuerdo que ellas deben tener con los objetos, que, sin embargo, no son producidos por ellas? ¿Cómo es que mi entendimiento puede formarse por sí mismo, totalmente a priori, los conceptos de las cosas, con los cuales las cosas deben necesariamente concordar?; cómo puede él establecer la posibilidad de los principios reales, con los cuales la experiencia debe adecuarse fielmente, y que, sin embargo, no dependen en modo alguno de ella?”(Kant, 1772, p. 3).

Para D'Amore (2006), es preocupante el sentido que en algunas instituciones quiere dársele a la enseñanza de las Matemáticas. Surge la idea de poner de manifiesto la necesidad de ampliar el uso de los niveles de significación para que sea el mismo sujeto quien desarrolle (construya) su propio conocimiento; situación que amerita involucrar el uso de diversas Representaciones Semióticas en busca de una conceptualización encaminada a la aprehensión del objeto (entendimiento) en la realidad en la que tiene sentido dicho concepto del objeto.

Sin embargo, es frecuente que en diversas instituciones se pretenda establecer los procesos de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas y las Ciencias Naturales (especialmente las Matemáticas), como simples prácticas de información en las que se pretende “instruir” en el uso de objetos y procesos de forma casi dogmática; haciendo que el estudiante identifique objetos que no le significan nada, ya que no son el producto elaborado de sus análisis y no le han permitido generar una representación mental.

En nuestra concepción, es el hecho de que en el seno de ciertas instituciones se realizan determinados tipos de prácticas lo que determina la emergencia progresiva de los “objetos matemáticos” y que el “significado” de estos objetos esté íntimamente ligado con los problemas y a la actividad realizada para su resolución, no pudiéndose reducir este significado del objeto a su mera definición matemática (D'Amore & Godino, 2006, p. 14).

En la enseñanza de las Matemáticas y de las Ciencias Naturales se hace necesaria una perspectiva multimodal, en la que se propicie la construcción de diferentes representaciones mentales a partir de específicas y bien orientadas Representaciones Semióticas, con el fin de facilitar el proceso de aprendizaje de los estudiantes (Tamayo, 2003). El modelo de educación tradicional tiene aún gran influencia en la enseñanza de las Matemáticas y las Ciencias Naturales, por lo que actualmente, es común encontrar que los procesos de enseñanza-aprendizaje se realicen de manera repetitiva y por tanto memorística, lo cual dificulta un desarrollo cognitivo por parte de los estudiantes, quienes están limitados en su capacidad de análisis y desarrollan antipatía y falta de motivación frente a estas áreas de conocimiento.

Las Representaciones Semióticas han de ser consideradas como cualquier noción, signo o conjunto de símbolos que significan algo del mundo exterior o interior. Podemos representar con nuestra mente algo que percibimos con los sentidos generando representaciones mentales. Estos procesos que no pueden desligarse, ya que a partir de las Representaciones Semióticas que se realicen del objeto de estudio, se han de generar las representaciones mentales por parte del estudiante. Este proceso de interpretación y análisis de conceptualizaciones puede conjugarse como el uso de representaciones internas y externas. Tamayo (1999) establece que hay representaciones externas como mapas conceptuales, diagramas, dibujos y palabras (con propósitos de comunicación, generalmente producidos por acciones intencionadas). Estas representaciones externas se denominan Representaciones Semióticas y son fundamentales en el proceso de aprendizaje que realiza una persona.

Las representaciones internas se determinan a nivel “mental” como conceptos, nociones, creencias, fantasías, modelos mentales propios que realiza quien está aprendiendo (el estudiante). Acercarse a un concepto y abordarlo desde diversos ámbitos permite una mejor comprensión del mismo y se manifiesta presente en toda actividad humana en la que interviene el lenguaje, desde las más sencillas labores hasta las más encumbradas. Aprender a usar un cubierto (cuchara, tenedor, cuchillo,...) resulta indispensable y se perfecciona su aplicación con el uso “repetitivo” en la manipulación así como volar un sofisticado avión requiere de un “adiestramiento práctico” intensivo. En los anteriores ejemplos se adquieren los procesos por medio de la “práctica”; es decir, se hace una Representación Semiótica basada en la simulación permanente de procesos reales (Tamayo, 1999).

La obtención del conocimiento requiere de elaborados procesos mentales que se originan en los estímulos que llegan al cerebro por medio de la percepción de los sentidos, es decir, de las Representaciones Semióticas que de los elementos del entorno se realizan, las cuales están sujetas al error, ya sea de percepción o de interpretación (representaciones mentales). Así pues, el uso de las Representaciones Semióticas no puede ser de ninguna manera una acción accidental; debe ser intencional para facilitar el desarrollo de las representaciones mentales en los estudiantes, pues como la afirma Morín:

Un conocimiento no es el espejo de las cosas o del mundo exterior. Todas las percepciones son a la vez traducciones y reconstrucciones cerebrales, a partir de estímulos o signos captados y codificados por los sentidos; de ahí, es bien sabido, los innumerables errores de percepción que sin embargo nos llegan de nuestro

sentido más fiable, el de la visión. Al error de percepción se agrega el error intelectual. El conocimiento en forma de palabra, de idea, de teoría, es el fruto de una traducción/reconstrucción mediada por el lenguaje y el pensamiento y por ende conoce el riesgo de error. Este conocimiento en tanto que traducción y reconstrucción implica la interpretación, lo que introduce el riesgo de error al interior de la subjetividad del que ejercita el conocimiento, de su visión del mundo, de sus principios de conocimiento (1999, p.5).

Se vislumbra en la posición de Morín una tendencia hacia el constructivismo, al indicar que cada individuo “ejercita el conocimiento de su propia visión del mundo”, lo que puede llegar a interpretarse como: ser gestor de su propio conocimiento.

El cerebro es un elemento de predominante importancia en los procesos de enseñanza-aprendizaje mediados por Representaciones Semióticas, por lo que es conveniente, establecer la forma en que desempeña sus funciones. Las dinámicas cerebrales, fundamento de la teoría del cerebro triádico de Gregori (2002), determinan los procesos de comprensión de los objetos de estudio mediante la activación que las Representaciones Semióticas efectúan al cerebro, para que allí se generen las propias representaciones mentales de los estudiantes. Producir conocimiento requiere de la actividad permanente del cerebro, por lo que es conveniente vislumbrar el esquema de las funciones cerebrales en tanto a procesos matemáticos. El conocimiento matemático y el desarrollo de los procesos algorítmicos activan diversas regiones cerebrales, las que a su vez, a

partir de las dinámicas tricerebrales, generan representaciones mentales que influyen en diversos aprestamientos matemáticos, como se observa en el gráfico N°1.

TRIADIZACIÓN DE LA MATEMÁTICA

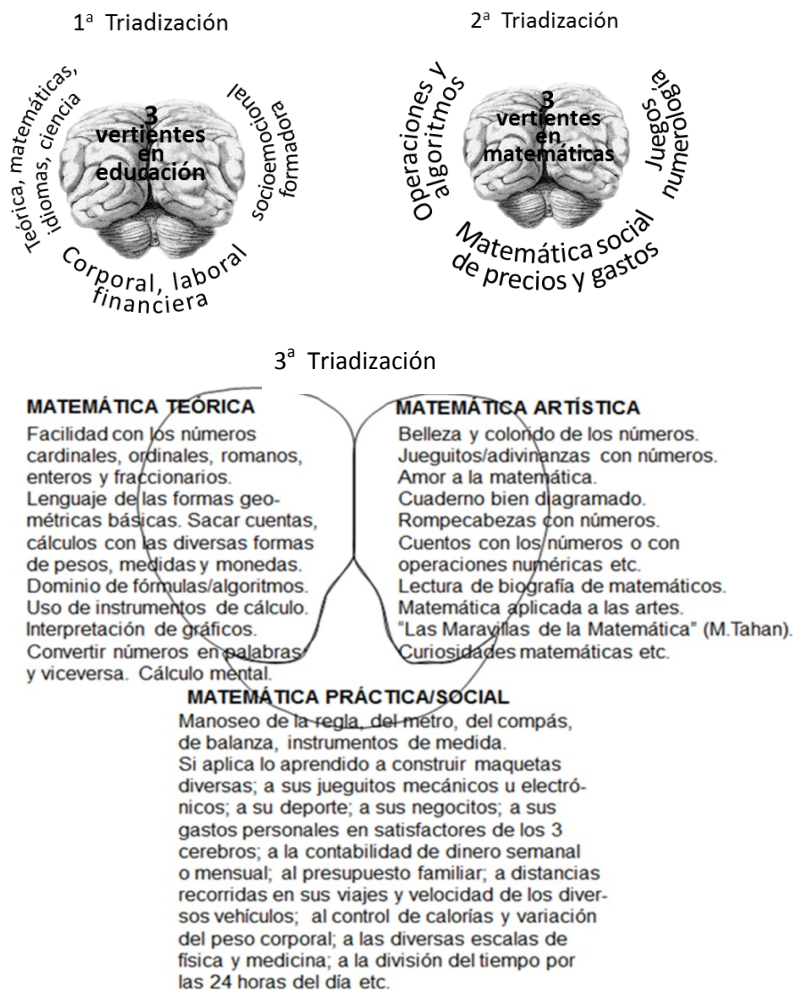


Gráfico N°1: Triadización de la matemática. (Gregori, 2014, p. 26).

A partir de lo observado en el gráfico N°1, es posible determinar que la Matemática puede ser dividida en tres grandes categorías que están relacionadas directamente con la dinámica tricerebral planteada por Gregori (2002). Es posible identificar tres tipos de herramientas didácticas acordes con ello; la matemática teórica, artística y práctica social. Las cuales

estimularían diferentes dinámicas cerebrales (izquierdo, derecho y central, respectivamente) actuando como Representaciones Semióticas para ocasionar conexiones sinápticas en el cerebro humano.

En los procesos de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas y las Ciencias Naturales, por su carácter científico (abstracto), los estudiantes han de identificar un lenguaje de estructuras y símbolos propios con los que ha de acercarse a los objetos de estudio. Dichos símbolos y estructuras se convierten en las Representaciones Semióticas que impresionan el cerebro del estudiante, quien ha de construir sus propias representaciones mentales del objeto para cotejarlas con otros estudiantes, estableciendo un diálogo de saberes en los que se construye el conocimiento científico común. La orientación y el acompañamiento en el proceso de aprendizaje del conocimiento científico será determinante en la construcción colectiva de los nuevos saberes.

Durante el aprendizaje de una ciencia, los estudiantes son introducidos en un mundo conceptual y simbólico. Este mundo no lo construye el estudiante solo: necesita la interacción con los compañeros y maestros. Entonces, al poner en juego sus concepciones previas y las que se van construyendo, alcanza a vislumbrar las limitaciones de sus propias ideas. El proceso de asimilación y acomodación de las distintas estructuras conceptuales de la ciencia, incluye los procesos dialógicos
(Moreno, 1998, p. 427)

Tanto las Ciencias Naturales como las Matemáticas, son áreas en las que se estudian fenómenos del entorno y conceptos abstractos, por lo tanto se hace necesario el uso de diferentes

Representaciones Semióticas con el fin de facilitar la conceptualización por parte de los estudiantes.

El acercarse al conocimiento científico a través de Representaciones Semióticas, favorece en el estudiante la definición de parámetros propios del contexto en que le son presentados los objetos de estudio. Las representaciones mentales que genere el estudiante estarán ligadas a la intencionalidad de quien le ha aportado las Representaciones Semióticas, por lo que es conveniente tener claro que el uso de estas últimas conllevarán al conocimiento científico pre-establecido e intencionado por el profesor, o por el sistema.

Acorde con el funcionamiento del cerebro y de sus repuestas a los estímulos que activan las dinámicas cerebrales, se generan elementos comunicativos que sirven a la vez de Representaciones Semióticas, establecidas como elementos del lenguaje con el que se comunican los seres humanos. Este tipo de representaciones activarían la dinámica tricerebral⁶, iniciando con el cerebro izquierdo, lógico-matemático y estimulando funcionalmente, tanto en el derecho como en el central.

Estas nuevas acepciones de las representaciones conllevan al desarrollo y maduración de los procesos mentales, fundamentales en los procesos de enseñanza-aprendizaje, permitiendo que el estudiante contribuya al desarrollo de su propio conocimiento.

⁶ A partir de Gregori, (2002) la dinámica tricerebral, se define como el funcionamiento del cerebro humano.

Todos los procesos cognitivos, los sensoriales, los representativos y los racionales, pero especialmente la memoria, la imaginación, el pensamiento y el lenguaje, utilizados de manera creativa, armónica y coherente en la actividad y en la comunicación del ser humano con sus semejantes y con el medio que le rodea, contribuyen a estimular el desarrollo de la inteligencia (Ortiz, 2009, p. 39).

2.3. Incidencia de las Representaciones Semióticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales.

Un dispositivo es una herramienta que facilita una acción o un proceso, en el caso de la enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas y de las Ciencias Naturales, las Representaciones Semióticas son los dispositivos necesarios para los procesos de aprendizaje abstracto de la realidad, ya que facilitan el transporte de las representaciones del mundo real o de las ideas del docente. Sin embargo, en ocasiones su uso no se hace de forma consciente, lo cual limita el sentido de su existencia ignorando su importancia.

La enseñanza de las Ciencias Naturales en todos los niveles académicos, tuvo un cambio a partir de 1957, luego del lanzamiento del primer satélite artificial por la unión soviética, pues a raíz de ello, se dio la necesidad de impulsar el desarrollo científico y tecnológico. Una de las estrategias empleadas en dicho desarrollo fue el incremento de material didáctico para la enseñanza de las Ciencias Naturales. Como parte de este gran proyecto, se reunieron psicólogos y científicos para

debatir temas relacionados con las características de las ciencias, el aprendizaje de los estudiantes y los métodos de enseñanza de los docentes (Candela, 1991).

En la década de los sesenta tuvo gran impacto la concepción de **aprendizaje por descubrimiento**, planteada por Piaget y difundida por Jerome Bruner (Dr. en psicología de la Universidad de Harvard), cuyos estudios se basaron principalmente en generar cambios en la enseñanza superando los modelos reduccionistas y el aprendizaje memorístico centrado en la figura del docente, lo que impedía el desarrollo de las potencialidades intelectuales de los estudiantes.

El aprendizaje por descubrimiento tenía como objetivo enseñar el método científico mediante actividades experimentales de los estudiantes, permitiendo así su capacidad para descubrir de manera autónoma e inductiva conceptos científicos. Esta concepción iba totalmente en contra de la enseñanza tradicional basada en la transmisión de conceptos por parte del docente.

En 1977 Yager y Penich mostraron los resultados de una evaluación nacional sobre la enseñanza de las Ciencias Naturales en Estados Unidos, en la cual se evidencia que a pesar de los esfuerzos realizados por el cambio de paradigma en este tipo de enseñanza, se mantiene en las escuelas la formación tradicional de transmisión de información, evaluación basada en la repetición de contenidos y la falta de incidencia de lo que los estudiantes piensan al respecto (Candela, 1991).

A partir de 1980, comenzaron a fortalecerse las propuestas relacionadas con organizar los contenidos a partir de problemas que surgen en la relación entre la ciencia y la sociedad. Sin embargo, las diferencias en la estructura, en el lenguaje y en la presentación de contenidos no generaron en los estudiantes la esperada motivación para el estudio de las ciencias.

En vista de que no se presentaba un cambio positivo en la enseñanza de las ciencias, fue necesaria una revisión a fondo de los planteamientos educativos sustentados en años anteriores. Se cuestionó el mito del cientificismo que planteaba la superioridad del conocimiento científico frente a otros tipos de conocimiento, el empirismo y la objetividad en el estudio de las ciencias.

A partir de lo anterior, Kuhn (1985) plantea un cambio de paradigma a través del cual mediante revoluciones científicas se transforme la interpretación de la realidad. Posteriormente, el constructivismo tomó fuerza en este tipo de enseñanza, pretendiendo que los estudiantes descubrieran fenómenos por sí mismos.

El concepto de modelo está recibiendo una mayor atención en la epistemología, a raíz, entre otras cosas, de las investigaciones específicas en psicología del aprendizaje, ciencia cognitiva y didáctica de las ciencias, que lo han señalado como un concepto poderoso para entender la dinámica de la representación que tanto científicos como estudiantes se hacen del mundo (Izquierdo, 1999, citado por Galagovsky, L. y Adúriz-Bravo. 2001).

Cuando se ve al docente como un experto en el tema y al estudiante como un novato en ciencia, se evidencia una brecha muy grande entre el lenguaje científico y el lenguaje cotidiano, lo cual puede llevar a una falta de motivación en los estudiantes (Galagovsky, Bonán & Adúriz-Bravo, 1998). Por lo tanto es necesario llevar al estudiante a apropiarse del lenguaje científico. Pues aprender ciencia implica manejar el lenguaje y las Representaciones Semióticas de ella.

A partir de lo planteado por Gonzaga, et al., (2011), la utilización de herramientas computacionales es muy importante en procesos de aprendizaje de las Matemáticas y de las Ciencias Naturales, ya que puede facilitar el contacto de los objetos de estudio y las formas de representarlos. De igual manera, establece que es posible determinar relaciones entre diferentes Representaciones Semióticas provenientes de diversos registros a lo largo de las diferentes experiencias de aprendizaje de los estudiantes.

El uso de las Representaciones Semióticas ha de estar fundamentado en la intencionalidad, y debe ser tomada en cuenta en los procesos de planeación, es decir que no es conveniente usar indiscriminadamente dichas representaciones, ya sea que se establezca una que altere la dinámica tricerebral, o varias que impresionen por separado a cada dinámica cerebral.

En relación al problema de comprensión y su relación con la traducción entre diferentes representaciones, se argumenta que, desde un punto de vista ontosemiótico, el problema no es si hay que introducir una sola representación de

un objeto o más de una, ni qué traducciones o relaciones entre representaciones hay que tener en cuenta. El problema está realmente en determinar si las representaciones introducidas facilitan la realización de la práctica que interesa que forme parte del significado global del alumno o no, en saber si aumentan o disminuyen la complejidad semiótica y también en saber si producen o no conflictos semióticos innecesarios (Font, et al. 2007, p. 16).

Teniendo en cuenta los anteriores razonamientos y teorías en las que se resalta el desarrollo del pensamiento humano, la forma en que cada individuo se apodera y empodera de los objetos de estudio y sus conceptualizaciones, especialmente en el conocimiento científico, se evidencia la necesidad de articular los modelos empleados, el lenguaje y la experimentación como tipos de Representaciones Semióticas empleadas en los procesos de enseñanza aprendizaje, preponderantemente en Matemáticas y Ciencias Naturales. Las herramientas didácticas como los modelos, el lenguaje y la experimentación actúan como Representaciones Semióticas facilitando la comprensión de los estudiantes.

Las Matemáticas tienen como fundamento la estructuración del pensamiento lógico y su aplicación en la resolución de problemas. En el desarrollo del pensamiento matemático se busca que el estudiante haga conjeturas y generalizaciones, que reflexione y que particularice, que argumente y que pruebe. Esto se hace realmente necesario al emplear el método científico, pues implica observación, cuestionamientos, planteamiento de hipótesis, experimentación, análisis y conclusiones. En las Ciencias Naturales es muy importante tener en cuenta el método científico,

como proceso que involucra las dinámicas tricerebrales en los procesos de construcción del conocimiento.

Un primer paso sería la observación de fenómenos, que permitan el acercamiento a una representación inicial. En términos de la propuesta que se presentará más adelante sería un “momento real”. Posteriormente, debe hacerse preguntas frente a lo observado, ese cuestionamiento puede estar mediado por la dinámica de funcionamiento del cerebro izquierdo; el planteamiento de la hipótesis sería el paso a seguir. Una forma de comprobar las hipótesis es mediante la experimentación, que corresponde a la activación de la dinámica del cerebro central y mediante representaciones prácticas llegar a verificar la asertividad de la hipótesis. Lo anterior llevaría a que la dinámica de los tres cerebros se articule para llegar a una conclusión determinada.

2.4. El cerebro como órgano central de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

“La educación tiene que cambiar de un modelo conductista a otro compatible con el cerebro cuanto antes”. (Salas, 2003, pág. 1)

Los procesos de aprendizaje de todos los individuos dependen directamente del cerebro como órgano de control y articulación de lo que se percibe a través de los sentidos, de las experiencias y los procesos bio-culturales de los seres vivos. Es por ello que se hace necesaria una toma de conciencia frente a su funcionamiento. Sería imposible hablar de aprendizaje sin reconocer la importancia del cerebro en el desarrollo de todos los procesos cognitivos.

Conociendo que los procesos de enseñanza-aprendizaje son posibles gracias al cerebro como elemento mediador, el individuo se transforma en el gestor y promotor de su propio conocimiento, por tanto es conveniente hablar desde las bases del constructivismo por lo menos en las áreas de Matemáticas y Ciencias Naturales, donde se emplean las Representaciones Semióticas como dispositivos de aprendizaje.

De Zubiría (2009) establece que el cerebro tiene tres funciones universales **conocer, valorar y decidir**. En gran parte de lo que se aprende, por lo menos desde el punto de vista de la educación se es consciente de lo que se hace, esto hace que debamos orientar la enseñanza y el aprendizaje basados en el funcionamiento del cerebro humano. Según el mismo autor, el conocimiento de la

mente re-evolucionará la pedagogía, pues esto da un norte frente a lo que se debe enseñar y el momento (edad de los estudiantes) en el que se debe hacer.

En la labor docente, es pertinente ser conscientes de cómo funciona el cerebro, un órgano complejo, una máquina biológica capaz de recibir estímulos, generar respuestas, pensamientos, percepciones y sueños (Llinás, 2003); de igual manera, es pertinente ser conscientes de cómo se puede generar un ambiente de clase que favorezca el aprendizaje de los estudiantes, no sólo de actividades académicas, sino también de las experiencias de las personas, sus formas de reaccionar ante determinadas situaciones y desenvolverse en un medio social (Salas, 2003).

2.4.1. Cerebro Triádico

Con el fin de comprender el funcionamiento del cerebro de cara al aprendizaje, es decir de cara a una neuropedagogía, acudiremos al modelo desarrollado por el politólogo brasileño Waldemar De Gregori, quien afirma que el cerebro humano presenta tres dinámicas fáciles de identificar y caracterizar, conocido didácticamente como la teoría del cerebro triádico. Se habla de tres procesos mentales concurrentes: antagónicos, complementarios y sinérgicamente interrelacionados⁷.

⁷ *“Son tres procesos mentales distintos, pero interligados, sinérgicos. En ocasiones funcionan más separadamente, pero cuando así pasa se crean patologías para cada lado del cerebro”* (Gregori, 2009, p. 6)

La dinámica del “cerebro derecho” está encargado de dinamizar la comprensión humana desde el punto de vista emocional, tiene su desarrollo en actividades artísticas, espirituales y relacionales (Gregori, 2002). Tiene que ver también, con las representaciones gráficas, la relación con los colores, la creatividad, lo que en términos de esta propuesta de trabajo vamos a llamar Representaciones Semióticas en su momento virtual.

La dinámica del “cerebro central” se caracteriza por dinamizar las actividades vegetativas del individuo, la supervivencia, los instintos relacionados con la reproducción y presenta un comportamiento totalmente involuntario. En términos de las Representaciones Semióticas, las representaciones que se generan en esta dinámica cerebral, son de tipo práctico, las que tienen que ver con tareas manuales, manipulables por el sujeto que están en proceso de aprendizaje.

Y en cuanto a la tercera dinámica cerebral, la del “cerebro izquierdo”, también llamado cerebro lógico, es aquella que coordina procesos analíticos y de pensamiento lógico matemático. Rige también lo relacionado con el lenguaje y la información (Gregori, 2002).

Las tres dinámicas funcionan como una serie de engranajes interconectados que juegan un papel fundamental en todo proceso de enseñanza-aprendizaje al que Gregori denomina antropogía.

Es importante rescatar que a pesar que cada persona tiene una dominancia cerebral diferente, a partir de las tres dinámicas, existe una sincronía entre las tres y todas se involucran en la resolución de conflictos y el diario vivir. Las tres dinámicas se dan mediante la integración en un ciclo cibernético de transformación que abarca el actuar, el sentir y el pensar. Esto se puede evidenciar en el trabajo en el aula, cuando en una clase se priorizan las actividades prácticas, creativas o analíticas (Gregori, 2002). Si nos basamos en estas dinámicas, bien podríamos cambiar la clase magistral de la pedagogía tradicional por un tipo de aprendizaje que pone en circulación la capacidad tricerebral de nuestro cerebro para construir conocimientos, competencias y habilidades prácticas, emocionales e intelectuales tal y como lo expone Osorio en el seminario alemán latinoamericanamente apropiado (Osorio, 2010, pp.389-410).

Esta articulación integradora también se hace evidente en lo planteado por Ortiz (2009), cuando hace referencia a las tres configuraciones del cerebro: afectiva, cognitiva e instrumental. Lo que corresponde a cerebro derecho, izquierdo y central en concordancia con lo planteado por Gregori (2002).

La formación humana es el proceso a través del cual se configuran las configuraciones cerebrales, formando así sistemas de configuraciones afectivas, cognitivas e instrumentales que le permitan al ser humano crear o modificar las redes y circuitos de comunicación neuronal en función de facilitar el aprendizaje autónomo, auténtico y neuroconfigurador. (Ortiz, 2009. p. 17).

El cerebro tiene la capacidad de utilizar la información que recibe y que almacena, de tal manera que puede relacionarla de manera armónica, sistémica y coherente creando nuevo conocimiento y nuevas redes neuronales, en este caso, creando y construyendo nuevas Representaciones Semióticas de un objeto determinado (Ortiz, 2009).

La motivación y los estados de ánimo son fundamentales en los procesos de aprendizaje, pues la actividad cerebral y las representaciones mentales, emocionales y prácticas, que los individuos realizan, liberan diferentes neuroreceptores, permitiendo que se agilicen las conexiones neuronales que allí se realizan. Por lo tanto, se puede afirmar que el cerebro es un sistema dinámico, un órgano que se transforma a lo largo del tiempo. Dicha transformación depende de la cantidad de conexiones neuronales (sinápsis) que allí se presenten. En términos de Ortiz (2009) *“Para aprender se requiere de un clima de óptimas relaciones interpersonales, y de un ámbito físico enriquecido por aromas, colores y música”*.

El cerebro está compuesto de células neuronales que desempeñan un papel fundamental en el aprendizaje humano, es gracias a ellas que se establecen y desencadenan las conexiones nerviosas en el cerebro. Desde las terminaciones nerviosas que nos permiten captar información mediante los sentidos, hasta la generación de respuestas ante diversos estímulos en el cerebro, impresionan el centro de aprendizaje mediante interacciones que tienen la capacidad de relacionar información previa del individuo con conceptos nuevos y transformar la forma de pensar, sentir y actuar, tal como lo plantea Antunes (2005).

Los seres humanos aprendemos de manera perdurable cuando somos transformados en el centro de la producción del aprendizaje y que éste se construye con las interacciones entre las informaciones que llegan y las que ya poseemos (saberes previos), pasando de una visión sincrética a una visión analítica y después sintética (Antunes, 2005; Citado por Ortiz, 2009, p. 14).

Las neuronas transportan mensajes a través de neurotransmisores, éstos se incrementan cuando los estudiantes están motivados con una clase, cuando están alegres y cuando el docente busca estrategias para que sus estudiantes estén realmente conectados con las temáticas que allí se desarrollan.

3. Relación entre la dinámica tricerebral y las Representaciones Semióticas

Lo que Gregori (2002) y Ortiz (2009) denominan configuraciones afectivas, cognitivas e instrumentales, se relaciona con las diferentes formas como las Representaciones Semióticas realizadas en el acercamiento al objeto de estudio impresionan a cada uno de los cerebros, éstas se complementan y facilitan el proceso de aprendizaje en los estudiantes.

Los seres humanos procesan mediante representaciones mentales la información que reciben, dicho procesamiento se realiza de manera afectiva y continua a través de una serie de interacciones entre diferentes regiones; por ejemplo, el área de Broca, ubicada en el lóbulo frontal es la encargada de la producción del lenguaje y el área de Wernicke, en el lóbulo temporal, es la responsable de la comprensión de los mensajes que se transmiten. Estas dos zonas, indiscutiblemente, deben presentar una fuerte interrelación.

En un aula de clase se cuenta con la presencia de estudiantes que tienen diferentes dominancias cerebrales, no todos aprenden de la misma manera. Quienes tienen dominancia cerebral izquierda son personas que tienen facilidad para aprender a partir de mapas conceptuales, esquemas, lectura analítica de texto. Los de dominancia de cerebro derecho, mediante canciones, poesías, creatividad, son más auditivos y los de dominancia central priorizan la experimentación, los modelos y la instrumentalización.

Si durante una clase, se implementan diferentes Representaciones Semióticas según la dominancia cerebral de la tabla a continuación, se puede afirmar que el hecho de impresionar ese cerebro triádico facilitará el aprendizaje. Se hace necesario el uso de las representaciones semióticas como herramienta para facilitar el aprendizaje, más no como el concepto que se quiere transmitir.

A continuación se especifican diferentes tipos de Representación Semiótica en relación con el tipo de dinámica cerebral que impresionan.

Tabla N°2. Dominancia cerebral y tipo de representación más común

Dinámica cerebral	Tipo de Representación semiótica
Con una dominancia Derecha	Modelos o dibujos
Con una dominancia Central	Maquetas
Con una dominancia Izquierda	Número-verbales

Entre mayor número de caminos se tomen para llegar a un concepto y más Representaciones Semióticas se usen para facilitar la comprensión de un concepto, más fácil va a ser para los estudiantes apropiarse del conocimiento conceptual. Gracias al cerebro triádico podemos estudiar un mismo objeto desde diferentes perspectivas, cada una apuntándole a una dinámica tricerebral. Esto ayudará a que los estudiantes sientan mayor motivación por construir nuevo conocimiento, llegando a conclusiones a partir de la propia experiencia y que al contrastar con los referentes

teóricos encuentren coherencia con lo que trabajaron guiados por el docente, logrando un acercamiento al objeto de estudio.

4. Propuesta didáctica

Como todo conocimiento cerebral, el conocimiento humano organiza como representación (percepciones, rememoraciones) las informaciones que recibe y los datos de que dispone. Pero, a diferencia de cualquier otro conocimiento cerebral (animal), el conocimiento humano asocia recursivamente actividad computante y actividad cogitante (pensante), produciendo correlativamente representaciones, discursos, ideas, mitos, teorías; dispone del pensamiento, actividad dialógica de concepción, y de la consciencia, actividad reflexiva del espíritu sobre sí mismo y sobre sus actividades; el pensamiento y la consciencia utilizan necesariamente, uno y otra, los dispositivos lingüísticos-lógicos, siendo éstos a la vez cerebrales, espirituales y culturales. (Morín, 1988)

Las diferentes representaciones mentales que de un objeto se forman en el cerebro humano, constituyen la base fundamental en la conceptualización que un estudiante hace de dicho objeto. Por lo tanto, es conveniente escudriñar diversos procedimientos que permitan la apropiación de variadas Representaciones Semióticas, haciendo uso de estrategias prácticas, emocionales e intelectuales que faciliten al estudiante su aprendizaje y comprensión en los procesos de enseñanza-aprendizaje, especialmente en Matemáticas y Ciencias Naturales.

La propuesta derivada de este proyecto se fundamenta en la adecuada interpretación de cuatro momentos diferentes e inter-relacionados, mediante los cuales se pretende establecer un procedimiento que le permita a un estudiante en Matemáticas y Ciencias Naturales acercarse a los objetos de estudio y apropiarse de su conceptualización, mediante el proceso que se presenta a

continuación.

La enseñanza en Matemáticas y Ciencias Naturales comparte diversas características entre las que cabe destacar la observación del entorno en que se presenta una situación problema o se desarrolla un fenómeno. Dicha observación puede interpretarse como un momento real *en el que el estudiante al relacionarse con un objeto concreto, propio de la realidad circundante, identifica al menos una representación semiótica del objeto de estudio y elabora una primera representación mental, correspondiente a la interacción que se establece entre el sujeto que conoce y el objeto de estudio* (Moreno, 2003, p. 88); es decir, la Representación Semiótica que impresiona al cerebro, de tal manera que este puede generar su propia representación (mental) del objeto de estudio.

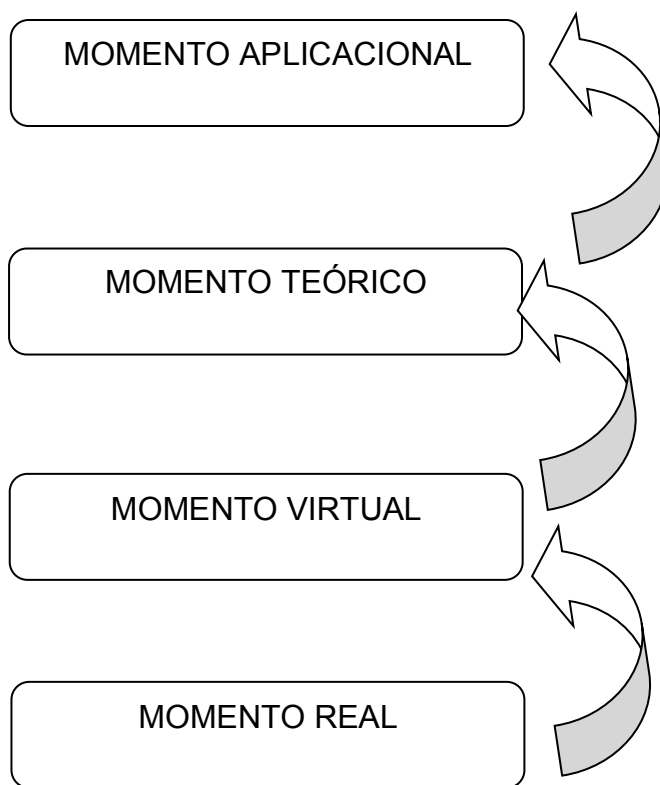
La necesidad de rehacer la imagen que se tiene de un objeto (representaciones mentales) para que otros puedan tener una idea de ella, conlleva a que se haga una nueva representación mental del mismo objeto de estudio, de tal manera que la representación mental se haga de manera intencional a partir de la Representación Semiótica que ayudo en la formación del concepto, en un contexto que puede ser diferente al inicialmente observado (al contexto real), originándose una segunda instancia a la que puede denominarse momento virtual (que es un grado de abstracción que recurre a la representaciones mediante el uso de lenguajes, gráficos, signos y símbolos, lo que puede interpretarse como una Representación Semiótica virtual); en el que a partir de la representación mental desarrollada se origina una nueva Representación Semiótica que ha de servir para idear una realidad o un contexto ausente. Lo anterior se ha de lograr cuando el estudiante haya tenido la posibilidad de identificar características relevantes del objeto de

estudio y haga uso de sus recursos lógico-matemáticos y por tanto lingüísticos para expresar la comprensión abstracta de la realidad.

El cerebro humano hace uso de la capacidad de análisis que posee y establece, siguiendo orientaciones y deducciones lógicas, estructuras formales y abstracciones recurrentes que generan lo que bien podría denominarse momento teórico; instancia en la cual el estudiante establece una estructura firme del conocimiento del objeto de estudio (ésta es, en sentido estricto, una Representación Semiótica que será la base para el manejo científico, formal y matemático de la realidad).

Una vez que el estudiante realiza una clara y adecuada representación mental de un objeto de estudio, se encuentra en capacidad de hacer uso de dicha concepción y reconocer los contextos en los que puede hacer un uso lógico, científico y matemático de la realidad, y por ende, de realizar una comprensiva conceptualización de la misma. Esta instancia de uso del conocimiento en tanto que capacidad representacional, puede considerarse la etapa de manejo efectivo del objeto y podría llamarse momento aplicativo; en el cual el estudiante pone en práctica el conocimiento generado y lo somete a situaciones problema en las que se hace necesario resolverlas.

El siguiente gráfico representa los cuatro momentos mencionados anteriormente para el uso de las Representaciones Semióticas como dispositivo de aprendizaje.



Esquema 2. Momentos para acceder a conceptos mediante Representaciones Semióticas.

La aplicación de los supuestos ontológicos de la semántica realista a la Matemática se corresponde con una visión platónica de los objetos matemáticos (conceptos, proposiciones, teorías, contextos, ...). Según esta posición filosófica, las nociones y estructuras matemáticas tienen una existencia real, independiente de la humanidad, en algún dominio ideal. El conocimiento matemático consiste en descubrir las relaciones preexistentes que conectan estos objetos. (Godino, J. p.8)

Conviene resaltar la idea según la cual, un estudiante que adquiere habilidad y conocimiento en un área específica se convierte en un estudiante destacado, por lo que se hace necesario facilitar el acercamiento a las diferentes manifestaciones e interpretaciones que puede forjar un concepto.

Analizar e interpretar situaciones desde la generación de fenómenos físicos reales, le permite al estudiante escudriñar y verificar en forma práctica las características predominantes de las nociones a las que hace referencia; situaciones a las que puede acceder por medio del establecimiento de semejanzas, diferenciaciones, cotejos, mediciones, etc. Además, en la interrelación real de un concepto con el entorno próximo, se facilita el involucrar al estudiante en un medio altamente motivador, basado en la experimentación y construcción de concepciones generadoras de conocimiento.

Se postula la conversión como el paso crucial en la comprensión. Cuando se le brinda al estudiante una pluralidad de representaciones del mismo objeto matemático, se están brindando mayores posibilidades de comprensión de ese objeto, pero no basta la multi-representación, es decir no es suficiente con representar de diversas maneras un objeto, si no se garantiza mediante el trabajo cognitivo, el reconocimiento del mismo objeto en los diferentes registros (Duval, R. Referido por Neira, G .2013. p.2).

Las diversas representaciones mentales de la realidad en las que se hace uso de las tres dinámicas cerebrales, se pueden convertir, sin lugar a dudas, en posibilidades para la comprensión semiótica de la realidad (Representaciones Semióticas). Es conveniente por lo tanto que se haga uso de una segunda instancia en la que se permita proyectar la realidad, según la interpretación que de ella realice el estudiante, motivando el análisis y deducción de las características fundamentales de los objetos estudiados. Una consecuencia lógica que se espera, después de un acercamiento al concepto dentro del entorno real próximo es la simulación virtual del mismo, situación en la que se pretende establecer las características fundamentales del objeto de aprendizaje y con ello la

determinación “estricta” de los fundamentos teóricos que le sustentan, estableciendo la adquisición de una estructura conceptual fuerte, obtenida a través de las dinámicas cerebrales y de manera especial por razonamiento y no simplemente utilizada a través de situaciones meramente memorísticas.

Relacionar la comprensión conceptual de la realidad con las dinámicas cerebrales y de manera especial con las Representaciones Semióticas, determina una clara manifestación de conocimiento conceptual. El momento aplicativo, en el que el estudiante puede vislumbrar la obtención adecuada del conocimiento y establecer diversos ámbitos de aplicación de los conceptos adquiridos, ayuda a fortalecer los espacios de uso de los preconceptos relativos al mismo, garantiza una proporcionada interpretación y un firme acercamiento conceptual de lo real. Con ello, el estudiante muestra una adecuada apropiación de procesos y conceptos al establecer vivencias que involucran su nuevo conocimiento.

Podemos llamar MOMENTO REAL a los diferentes procedimientos en los que haciendo uso de elementos concretos (tangibles y manipulables), se genera una base fundamental para la realización de una representación mental de la realidad. En este momento, el estudiante tiene la posibilidad de recrear o construir, en forma práctica, un modelo en el que se manifiestan y se representan las características intrínsecas del concepto que posteriormente se va a abstraer. Los procesos cerebrales que se activan son los que impresionan el campo visual y manual, es decir, predominan los cerebros izquierdo y central.

La sensación la define Ortiz (2009, p.16) como “*el efecto inmediato de los estímulos en el organismo (...) y está constituida por procesos fisiológicos simples*”, con lo que se expresa como “*un fenómeno fundamentalmente biológico en el que se destaca el impacto de los estímulos internos y externos a los receptores sensoriales y a la primera etapa del reconocimiento por el cerebro*”. Así mismo describe la percepción como “*aquella parte de la representación consciente del entorno, es la acumulación de la información usando los cinco sentidos*” (2009,18), con lo que deja ver claramente que es un proceso fisiológico primordial que permite que el cerebro pueda hacer una representación del entorno a partir de la inter-acción del mismo con los sentidos; los que a su vez inter-actúan con el cerebro.

El MOMENTO REAL está ligado íntimamente con la relación del estudiante con el entorno al cual tiene posibilidad de acercarse e incluso manipular en forma práctica. Los procesos mentales que intervienen en el momento real son fundamentalmente fisiológicos y requieren del uso de los sentidos, pues son determinadamente sensoriales.

Se denomina MOMENTO VIRTUAL a aquel en el que haciendo uso de diversos procedimientos en los que intervienen herramientas tecnológicas (calculadoras graficadoras o software adecuados) o de otros elementos de graficación o simulación, como elementos mediadores en la adquisición del conocimiento, el estudiante recrea situaciones y características reales mediante simulaciones virtuales que faciliten la visualización (aunque no la manipulación tangible) de fenómenos y particulares, involucradas en los procesos o en el concepto de que se trata. En este momento, el estudiante recurre a su capacidad creativa y a su agudeza crítica, para vislumbrar los aspectos fundamentales y determinantes relativos al conocimiento en mención. Los procesos

cerebrales que se activan en el momento virtual hacen referencia a la memoria y los procesos que la estimulan: fijación o grabación, conservación o retención, reproducción y la imaginación. Las concepciones que presenta Ortiz de cada uno de los procesos en mención se referencian a continuación.

“Los procesos de la memoria y la imaginación pueden ser ubicados en un momento intermedio entre el proceso sensorial y el proceso racional, que se llama proceso representativo o representación, que es la imagen reproducida de un objeto, que se basa en nuestra experiencia pasada” (2009,23).

Las representaciones mentales de la realidad, mediada por instrumentos, acercan a la generalización y con ella a la abstracción, pues *“con el conocimiento representativo se da el primer paso hacia la abstracción y la generalización en el conocimiento de la realidad, aunque la sensopercepción humana posee un cierto grado de generalización, ya que la antesala de este primer paso hacia la misma es el proceso sensoperceptual” (Ortiz, 2009,23)*

El momento virtual se genera a partir del momento real y establece procesos de representación en los que se destacan las generalidades haciendo uso de la memoria que es impresionada por la percepción sensorial.

Se denomina MOMENTO TEÓRICO a los diferentes procedimientos que buscan la adquisición de un concepto o un proceso haciendo uso de referentes memorísticos o de análisis lógico-deductivo (recurriendo en algunas ocasiones a conceptos pre-concebidos). El momento teórico, es en muchos casos, el fundamento único del que se hace uso en el desarrollo tradicional en la

enseñanza de las matemáticas. El pensamiento es el proceso que fundamenta el momento teórico.

El proceso de fijación de los conocimientos en forma determinada y coherente, se establece cuando la objetivación es fijada en el pensamiento. Esta es, propiamente hablando, la Representación Semiótica (conceptual) de la realidad que sirve como dispositivo para el aprendizaje significativo, es decir intencional de las Matemáticas y de las Ciencias Naturales.

Se denomina MOMENTO APLICACIONAL a cada uno de los eventos en los que se aplican los conocimientos para dar solución a situaciones problema. Los procesos relativos al momento aplicativo están íntimamente ligados al pensamiento y la imaginación;

“La solución de problemas es la función básica y fundamental del pensamiento, sin embargo, en la vida y en el proceso de enseñanza – aprendizaje el estudiante se enfrenta a problemas que por sus características intrínsecas su solución se subordina fundamentalmente a la imaginación, lo cual quiere decir que en la solución de problemas los procesos de la imaginación y los del pensamiento están estrechamente relacionados, predominando en algunos casos la imaginación y en otros casos el pensamiento”. Ortiz (2009,34).

El uso de diferentes instancias en el adiestramiento y retención del conocimiento, garantiza una mayor y efectiva apropiación del mismo. Es conveniente hacer uso del mayor número de Representaciones Semióticas en la conceptualización y aplicación de los momentos, así como en el desarrollo de procesos que tienen como objetivo generar estudiantes hábiles en Matemáticas y

Ciencias Naturales, intencionadas forjando una amplia y bien concebida cultura de estas áreas.

Lo anterior establece la necesidad de contar con docentes inquietos con una claridad conceptual, que estén dispuestos a enfrentarse a nuevos retos, entre los que se encuentran entre otros; la generación de problemáticas complejas que permitan la aplicación y creación de diversos momentos, el arriesgarse a la exploración conjunta con sus estudiantes de nuevos y excitantes escenarios que recreen el aprendizaje en Matemáticas y Ciencias Naturales; es decir, se requiere de docentes comprometidos.

CONCLUSIONES - RECOMENDACIONES

Los procesos de enseñanza-aprendizaje en Matemáticas y Ciencias Naturales requieren de dispositivos que ayuden, como herramientas, en la consecución de los objetivos planteados, ya que por su carácter “científico” se establecen a partir de la percepción del entorno. La experimentación basada en el constructivismo también aporta elementos fundamentales en el acercamiento a la conceptualización; es por ello que es conveniente ahondar en la aplicación de las Representaciones Semióticas, consideradas como fundamento pedagógico y didáctico, de manera que en futuras investigaciones se logre generar esquemas prácticos de estudio que permitan propagar su uso.

Al reflexionar acerca de las características inherentes al aprendizaje científico, surgen diversos cuestionamientos que requieren un alto nivel de atención. Uno de estos es el referente a la forma cómo funciona el cerebro triádico en la conceptualización de los objetos de estudio propios de las Matemáticas y las Ciencias Naturales; situación que ha de ser tomada en cuenta por los docentes de dichas áreas del conocimiento al establecer las estrategias pedagógicas que han de implementar en su práctica docente. Las impresiones que generan en el cerebro las Representaciones Semióticas, usadas como dispositivos de aprendizaje, activan las dinámicas cerebrales del cerebro triádico, haciendo que de la percepción se pase a la conceptualización o interiorización de los objetos de estudio.

Si bien es cierto que el análisis del oficio que cumplen las representaciones semióticas ha tenido bastante auge en las matemáticas, siendo tema central para la realización de reconocidas investigaciones por parte de connotados eruditos en el tema (Duval, D'Amore, entre otros), es conveniente realizar una permanente reflexión epistemológica que fundamente su uso en otras áreas del conocimiento científico; estableciendo las bondades de su aplicación así como la forma en que facilita el desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje, situación que se pretende con el presente estudio y que se espera sea profundizado en el futuro por inquietos docentes que propendan por mejorar las prácticas docentes.

Referencias Bibliográficas

- Antunes, (2005). *Educación en las emociones. Nuevas estrategias para el desarrollo de las inteligencias múltiples*. Argentina: San Benito; Citado por Ortiz (2009) en *Cerebro, Currículo y Mente Humana*. Barranquilla, Colombia: Litoral.
- Brumer. J, (1984). *Acción, pensamiento y lenguaje*. España: Alianza Editorial.
- Candela, M., (1991). Investigación y desarrollo de las Ciencias Naturales. *Revista Mexicana de Física*, 37 (Nº3), pp. 512 – 530.
- Carta de la Transdisciplinariedad, (1994). Convento da Arrábida, Portugal, 6 de noviembre de 1994. Comité de Redacción: Freitas, Morin & Nicolescu. Trad. a español: Morles, UCV, Caracas. Recuperado de <http://www.uv.mx/evargas/CienciaSagrada/TextosFundamentales/Carta-Transdisciplinariedad.htm>, el 05 de septiembre de 2013.
- D'Amore, B., (1999). La complejidad de la noética en matemáticas como causa de la falta de devolución. *Universidad Pedagógica Nacional*. Bogotá.
- D'Amore, B., (2004). Conceptualización, registros de representaciones semióticas y noética: interacciones constructivistas en el aprendizaje de los conceptos matemáticos e hipótesis sobre algunos factores que inhiben la devolución. *Uno. Barcelona, España*. 35, 90-106.
- D'Amore, B., (2005). *Bases filosóficas, pedagógicas, epistemológicas y conceptuales de la didáctica de la matemática*. México:Reverté, S.A.

D'Amore B., (2006). Objetos, significados, representaciones semióticas y sentido. In: Radford L., (eds.) (2006). *Semiotics, Culture and Mathematical Thinking*. Número especial de la revista *Relime* (Cinvestav, México DF., México). 177-196.

De Zubiría, (2009). *Enfoques Pedagógicos y Didácticas Contemporáneas*. Colombia: Fundación Internacional de Pedagogía conceptual Alberto Merani.

Declaración Mundial y el Marco de Acción, en el que los firmantes se comprometieron a asegurar una educación básica de calidad a niños, niñas, jóvenes y adultos” (2011 UNESCO).

Duval, R., (1993). Semiosis y noesis, lecturas en didáctica de las matemáticas. SME-CINVESTAV, México. pp. 118-144.

Falla, Ramírez, Uva; Chávez, Plazas, Yuri A.; Molano, Beltrán, Gladys. (2003). *Desplazamiento forzado en Colombia. Análisis documental e informe de investigación en la Unidad de Atención Integral al Desplazado (UAID)* – Bogotá. Tabula Rasa, enero-diciembre, 221-234.

Fernández, M., Rubio, D., González R., Fundora J., Castellanos J., Cubelo O., Arrabal, H., Llanes C., de la Torre, G., Quintana E., Llapur, J. (2008). La formación investigativa de los estudiantes de Medicina. *Educ Med Super* v.22 n.4 Ciudad de la Habana oct.-dic. 2008. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21412008000400005&script=sci_arttext el 12 de julio de 2014

Font, V., Godino, J., & D'Amore, B., (2007). *Enfoque ontosemiótico de las representaciones en educación matemática*. Recuperado de http://www.ugr.es/~jgodino/funciones-semioticas/enfoque_ontosemiotico_representaciones.pdf, el 06 de julio de 2013.

Galagovsky, L.R., Bonán, L. & Adúriz-Bravo, A., (1998). Problemas con el lenguaje científico en la escuela. Un análisis desde la observación de clases de ciencias naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), pp. 315-321.

Galagovsky, L. & Adúriz-Bravo, (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. Argentina: Universidad de Buenos Aires

Gonzaga, I. & Karrer, M., (2011). A Integração de Ambientes Computacionais com os Registros de Representações Semióticas nos Processos de Ensino e Aprendizagem de Matemática. *Dialnet ISSN 1809-0648, N° 23, 2011* , págs. 14-19.

Gregori, W. (2014). *Neuroeducación para el éxito* (copia magnética). Sin publicar a la fecha.

Gregori, W. (2002). *Construcción familiar-escolar de los tres cerebros*. Bogotá: Kimpres.

Habermas, J. (1982) "*Conocimiento e Interés*", Ed, Taurus, Madrid, Ponencia pronunciada con motivo del premio Hegel en Frankfurt, traducida por Guillermo Hoyos Vásquez en la Revista Ideas y Valores, Universidad Nacional, No 42-45, 1973-1975

UNESCO (2011). *Informe de Seguimiento de la Educación Para Todos en el mundo; "Una crisis encubierta: conflictos armados y educación"*. Primera Edición. Francia: Ediciones Unesco.

Izquierdo, (1999). Citado por (Galagovsky, L. y Adúriz-Bravo. 2001) en *Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico*. Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Buenos Aires. Argentina.

Kieran, (1989). El aprendizaje del álgebra escolar desde una perspectiva psicológica. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (3), 229-240.

Ley 115 de 1994. Colombia. Recuperado de

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=292> el 05 de agosto de 2013.

Llinás, (2003). *El cerebro y el mito del yo. El papel de las neuronas en el pensamiento y el comportamiento humanos*. Colombia: Norma.

Mancuso, H., (2004). *Metodología de la investigación en ciencias sociales, lineamientos teóricos y prácticos de semioepistemología*. Argentina: Paidós.

Moreno, L., (2003) *Cognición y computación: el caso de la geometría y la visualización*.

EduTEKA. de Colombia. Recuperado el 20 de mayo de 2013 de

<http://www.eduteka.org/GeometriaVisual.php>

Moreno, L. Waldegg, G. (1998). “La epistemología constructivista y la didáctica de las ciencias: ¿coincidencia o complementariedad?”: Artículo publicado en *Enseñanza de las ciencias*, vol. 16(3) pp. 421-429 Barcelona.

- Morin, E., (2001a; 2001b); Osorio, (2010) CIRET-UNESCO (1995). Informe Delors (1996); en *Conferencia mundial sobre la educación 1998, 2010,*)”.
- Morín, E., (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Barcelona: Paidós.
- Morín, E., (1988). El conocimiento del conocimiento. Libro primero: antropología del conocimiento, Madrid: Editorial Cátedra, pp.220-255.
- Neira, (2013) citando a Duval en el marco del Primer Congreso internacional de Pedagogía, Didáctica y tecnologías de la información en Septiembre de 2013. Universidad autónoma de Colombia.
- Ong, W., (1996). *Oralidad y escritura*. México: Fondo de cultura económica. Lengua y estudios literarios.
- Ortiz, A., (2009). *Aprendizaje y comportamiento basados en el funcionamiento del cerebro humano*. Barranquilla: Litoral.
- Ortiz, A., (2012). *Desarrollo de las configuraciones cognitivas y afectivas del ser humano: La educación basada en la mente y el cerebro*. Barranquilla: Litoral.
- Osorio, S., (2012). Construcción transdisciplinar del conocimiento y emergencia de la Bioética. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- Osorio. S., (2007). La teoría crítica de la sociedad de la escuela de Frankfurt. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 1(1), 104-119.

- Oviedo, L., Kanashiro, A., Nicolau, M., Delpech, N., Benzaquen, M. & Gorrochategui M., (2006). *El rol de las prepresentaciones semióticas en la enseñanza y aprendizaje de la matemática*. Memorias Santa Rosa, La Pampa, Argentina, Agosto de 2006
- Piaget, J. (1991). *Psicología y Epistemología*. Madrid: Ariel.
- Salas, 2003. ¿La Educación necesita realmente de la pedagogía?. *Estudios Pedagógicos (29)*, 155-171. Limache, Chile
- SITEAL, 2010. Informe de tendencias en Latinoamérica. Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina. Recuperado de http://www.siteal.iipe-oei.org/informe_2010.
- Tamayo (1999). Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. *Revista Educación y Pedagogía*, XVIII (45), 37-49.
- Tamayo O.E. & Sanmarti N., (2003). Estudio multidimensional de las representaciones mentales de los estudiantes. Aplicación al concepto respiración. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 1 (1), 1- 16.
- Tamayo, M. (2009). *El proceso de la Investigación Científica*. México: Limusa.
- Totorikaguena, L., (2013). Los errores conceptuales y las ideas previas del alumnado de ciencias en el ámbito de la enseñanza de la biología celular. Propuestas alternativas para el cambio conceptual. Tesis de Grado. Universidad de Euskal Herriko del País Vasco.
- Yager y Penich, (1983). Analysis of the current problems with school science in te USA. *European Journal of Science Education*, 5, 463 – 459.