



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN PSICOLOGÍA
RESIDENCIA EN NEUROPSICOLOGÍA

**RELACIÓN ENTRE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS
Y EL RENDIMIENTO EN MATEMÁTICAS
EN ALUMNOS DE BACHILLERATO**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN PSICOLOGÍA**

P R E S E N T A

MA. LILIA GUERRERO SÁMANO

JURADO DEL EXAMEN DE GRADO

DIRECTORA: DRA. ERZSEBET MAROSI HOLCZBERGER

COMITÉ: DR. RODRIGO ERICK ESCARTIN PÉREZ

DRA. BLANCA ESTELA HUITRÓN VÁZQUEZ

DRA. DULCE MARÍA BELÉN PRIETO CORONA

DRA. JUDITH SALVADOR CRUZ

MÉXICO D.F. A DICIEMBRE DEL 2009.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Dedico este trabajo a mi mamá por enseñarme lo más valioso de mi vida:

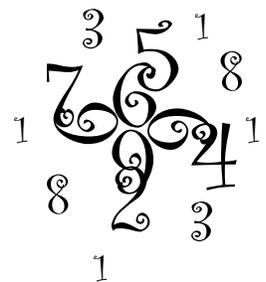
*A orar por el pan de cada día,
a esforzarme por la mantequilla,
a agradecer la mermelada
y a compartir mi pan.*

*A la memoria de Rodrigo Hoppensteadt Gómez Pezuela † que aportó a mucha alegría,
paciencia y disposición, dejando una estela de emociones con sus ganas de aprender y vivir.*

Agradezco a Dios

por las pizzas calientes

que a veces me manda en vez del pan.



AGRADEZCO PROFUNDAMENTE:

A *mi Mamá* por su cariño en palabras y a *Eduardo* por su cariño en colores y por ser las personas que más amo en el mundo.

A mis hermanas: *Yareth, Claudia y Alejandra* por seguir creciendo juntas; y a *Lety y Karla* por soportar mis manchas mientras intentaba aprender NΨ.

A *Dra. Erzsebet* por su paciencia y consejos que me hacían pensar en una manera más relajada de vivir. Por ayudarme a concretar mis ideas, por las revisiones y aportaciones a esta tesis y a muchos de mis trabajos durante mi estancia en el postgrado.

Al Dr. Erick por su revisión y sugerencias a la parte metodológica de esta tesis.

A Mis Profesores: *Dra. Guille, al Dr. Mario, al Dr. Jorge, a la Dra. Belén y la Mtra. Lulú*, por compartir su conocimiento, supervisión y sugerencias durante estos años de aprendizaje.

Al *Dr. Vicente Guerrero*, por sus mágicas clases.

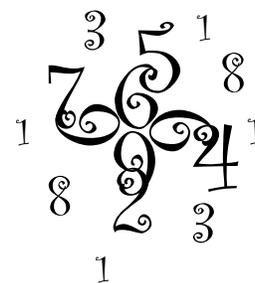
A mis hermanas NΨ: *Sulema y Martha*, por ser unas mujeres admirables y sostener el hilo de mi entusiasmo para que pudiera reconocer el camino de regreso.

A mis primas NΨ que me adoptaron como hermana: *Ana, Ely, Índira, Gaby Lety, Gaby y Nath*. Confío en los lazos que construimos sean tan fuertes que nos mantengan creciendo, riendo y trabajando juntas por mucho tiempo.

A *Alejandro Martínez Pérez y a Nora Gavira Durón* por interesarse en mi trabajo cuando aún no tenía ni pies ni cabeza. Por sus sugerencias y por motivarme para seguir adelante. Agradezco infinitamente la amistad que se ha creado y “las pizzas” que cada uno trajo a mi vida.

A los alumnos de psicología que formaron el equipo de evaluadores, por demostrar que se puede trabajar juntos sin importar la institución educativa en la que se estudie. Por apoyarme en la parte fundamental de este proyecto con su trabajo, interés, disposición, entusiasmo y ganas de aprender.

*Patricia Guzmán Martínez
Liliana Yecelia Gutiérrez Agis
Jorge Roberto Marin González
Estrella Sarai Rafael Secundino
Elizabeth Denisse Guzmán Pérez
Rodrigo Hoppensteadt Gómez Pezuela
David Alejandro Mondragón Rojas
Francisco Javier Granados López
Fernando Alberto Valdivia Marín
Elizabeth Montes de oca Reyes
Miguel A. Preciado Figueroa
Alberto Alfredo Cosío Cerón*



A Las Autoridades del Plantel 8 De La ENP "Miguel E. Shultz", por confiar e interesarse en mí trabajo, facilitando su realización dentro de las instalaciones:

Ing. Raymundo Velázquez Martínez, Director.

Arq. Ángel Huitrón Bernal, Secretario General.

Mtra. Arcelia Moreno Agraz, Secretaria de Asuntos Escolares.

I.Q. José Alberto Martínez Alcaraz, Secretario Académico.

Biol. Esther de la Paz Pérez Farca, Secretaria de Servicio y Apoyo a la Comunidad.

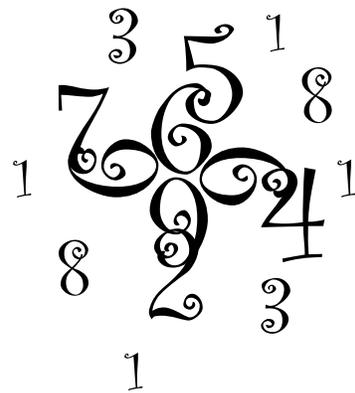
A mis amigos de Prepa 8:

a *Gerardo Servín* por seguir siendo, después de quince años, mi hermano y padre, aún en los momentos en que eres tú el que necesita ser cuidado y escuchado.

a *Susana Sánchez*, por tu ejemplo de ganas de vivir y de aprender, y ser una gran madre espiritual para mi.

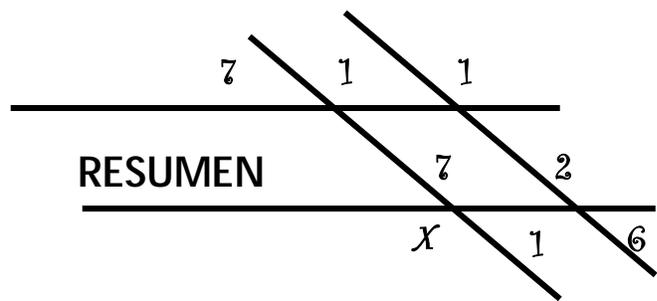
a las profesoras del colegio de Psicología del plantel: *Lili, Ma. de Jesús, Carolina, Alejandra y Coral*, por prestarme su espacio y hacerme sentir que todavía pertenezco a él.

A los alumnos que colaboraron en esta investigación.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	8
1.1 ANTECEDENTES.....	9
1.1.1 Rendimiento Académico.....	11
1.1.2 Factores que intervienen en el Rendimiento Académico.....	12
1.2 FUNCIONES EJECUTIVAS.....	28
1.2.1 Las Funciones Ejecutivas.....	28
1.2.2 Sustrato Neuroanatómico de las Funciones Ejecutivas.....	32
1.2.3 Desarrollo de las Funciones Ejecutivas.....	33
1.2.4 Deficiencias de las Funciones Ejecutivas.....	35
1.3 HABILIDADES MATEMÁTICAS Y DE CÁLCULO.....	38
1.3.1 Las habilidades matemáticas durante el desarrollo de la humanidad.....	38
1.3.2 Desarrollo de habilidades matemáticas.....	39
1.3.3 Procesamiento aritmético.....	40
1.3.4 Neurofisiología del cálculo.....	47
1.3.5 Dificultades en el Aprendizaje de las Matemáticas.....	51
METODOLOGÍA.....	55
2.1 Objetivos	56
2.2 Hipótesis	56
2.3 Método.....	57
2.3.1 Participantes.....	57
2.3.2 Instrumentos.....	58
2.3.3 Procedimiento.....	68
RESULTADOS.....	71
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	84
DISCUSIÓN.....	85
CONCLUSIÓN.....	94
REFERENCIAS.....	97
ANEXO 1.....	101
ANEXO 2.....	112
ANEXO 3.....	116
ANEXO 4.....	122
ANEXO 5.....	126



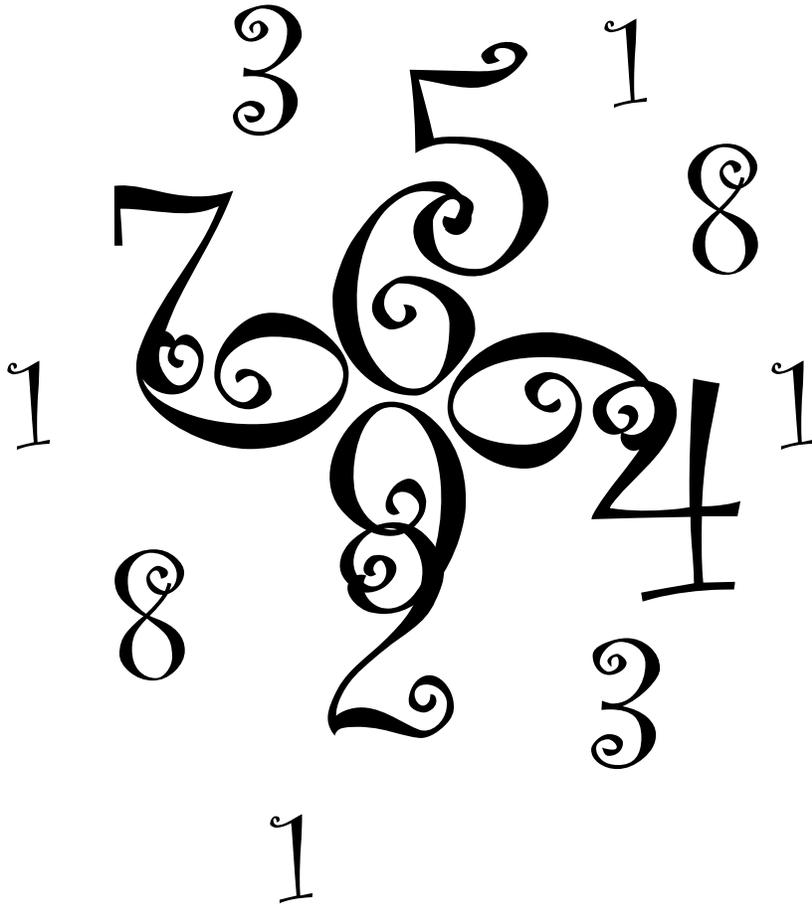
El rendimiento académico es el resultado del aprendizaje suscitado por la intervención pedagógica del profesor y producido en el alumno (Montero, Villalobos y Valverde, 2007) y por el nivel de logro que puede alcanzar un estudiante en una o varias asignaturas (Barceló, Lewis y Moreno, 2006). En algunas ocasiones los alumnos no son capaces de autorregular su comportamiento para el aprendizaje, lo cual repercute directamente en el aprovechamiento de asignaturas que requieren de una rápida y eficiente adaptación de estrategias de solución de problemas.

Las Funciones Ejecutivas (FE) son un concepto que se refiere a los procesos cognoscitivos necesarios para planear y dirigir la conducta, el lenguaje, los movimientos, la percepción, etc. (Muñoz y Tirapu, 2004); éstas participan regulando prácticamente todas las habilidades cognoscitivas, incluyendo las habilidades matemáticas como la percepción de cantidad, el cálculo, y la aritmética (Ardila, Galeano y Rosselli, 1998, en Ardila y Rosselli, 2002).

El objetivo del presente trabajo fue determinar la relación práctica existente entre las Funciones Ejecutivas y el rendimiento en matemáticas en alumnos bachillerato; para lo cual se realizó un muestreo no probabilístico entre los alumnos inscritos en 5º año del plantel 8 de la ENP. La muestra final quedó conformada por 14 alumnos (6 hombres y 8 mujeres, 9 del turno matutino y 5 del vespertino) en quienes se evaluó el dominio de la información y habilidades para resolver ejercicios basados en programa de la asignatura "Matemáticas IV", mediante una prueba construida expresamente para este objetivo. También se evaluaron las

habilidades cognoscitivas generales, las Funciones Ejecutivas y los Hábitos de Estudio, mediante los siguientes instrumentos: Test de Colores y Palabras-STROOP, Test de la Torre de Londres, Test de Clasificación de tarjetas de Wisconsin-WSCT, Escala de Inteligencia Weschler para Adultos (WAIS-III) y la Encuesta de Hábitos y Actitudes Hacia el Estudio.

Las puntuaciones obtenidas se examinaron por medio de un análisis de correlación de Pearson y la prueba Kruskal-Wallis, seguida del test de múltiple comparación de Dunn's como prueba post hoc. Las correlaciones encontradas se explican en dos sentidos: las que muestran relaciones entre los hábitos de estudio y las habilidades de lenguaje y la aritmética básica; y las que relacionan los conocimientos específicos del área matemática, con las Funciones Ejecutivas. El análisis comparativo entre grupos mostró que los alumnos considerados de alto, medio o bajo rendimiento en matemáticas difieren significativamente entre sí, en cuanto dos indicadores de Funciones Ejecutivas: a) el tiempo necesario para ejecutar una tarea que requiere planeación (incluyendo el tiempo para planear la estrategia antes de comenzar la tarea); y b) el número de errores en una tarea que requiere habilidad para desarrollar y mantener las estrategias de solución de problemas. De esta manera, se comprobaron las hipótesis planteadas, concluyendo que al existir un alto rendimiento en Matemáticas, medido por el número de aciertos de una prueba, se presentan adecuadas habilidades de memoria de trabajo, solución de problemas de alto orden, sostenimiento de la atención, planeación, comprensión y consolidación de la información verbal; además de adecuada flexibilidad cognoscitiva, que se manifiesta por medio de la inhibición y modulación de las respuestas impulsivas, el uso de la retroalimentación del medio, y la generación, selección y modificación de las estrategias para la resolución de problemas.



INTRODUCCIÓN

	7	1	1
1.1 ANTECEDENTES		7	2
	X	1	6

Uno de los objetivos primordiales de las instituciones educativas consiste en promover un alto rendimiento académico; en México existen serios problemas a nivel educativo y el logro de dicho objetivo se encuentra muy por debajo del nivel deseable. En un reporte realizado conforme al Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes referente a los estándares educativos en las áreas de: lectura, matemáticas y ciencias, México se ubica por debajo de la media (Robles, 2004); obteniendo el lugar 34 de entre 41 países participantes en el 2003 (Fuentes, 2004).

El bajo rendimiento se agrava cuando se trata de asignaturas que requieren de las habilidades matemáticas. Según un artículo del periódico La Jornada (La Jornada On line, <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2008/08/20>), los resultados de la prueba ENLACE¹ revelaron que casi la mitad de los estudiantes del tercer año de Bachillerato a nivel nacional carecen de las habilidades necesarias en matemáticas; en promedio, el 46.6% de los egresados del nivel medio superior obtuvieron la calificación "insuficiente"; el 37.8 % obtuvo una nota "elemental"; 12.2 %, "bueno", y sólo 3.4 % alcanzó el nivel "excelente".

En la Escuela Nacional Preparatoria (ENP), las asignaturas del área de las Matemáticas, están catalogadas como de alto índice de reprobación; en las Tablas 1.1 y 1.2 se presentan los porcentajes de reprobación en el periodo 2001-2008, para las asignaturas Matemáticas IV, Matemáticas V, Matemáticas VI (Escuela Nacional Preparatoria, 2008); se puede observar que es la materia de

¹ENLACE es una de las herramientas fundamentales del Sistema Educativo Nacional que permite explicar avances o limitaciones para sustentar procesos de planeación y toma de decisiones para mejorar la calidad educativa y atender criterios de transparencia y rendición de cuentas.

Matemáticas IV, seguida por Matemáticas V, la que mayor reprobación tiene tanto en cursos ordinarios como exámenes extraordinarios.

**Tabla 1.1 Índices de Reprobación en Matemáticas en cursos Ordinarios
Plan 1998, Bachillerato**

ASIGNATURA	MATEMÁTICAS IV	MATEMÁTICAS V	MATEMÁTICAS VI (ÁREA 4)	MATEMÁTICAS VI (ÁREA 1 Y 2)	MATEMÁTICAS VI (ÁREA 3)	TEMAS SELC DE MATEMÁTICAS	ESTADÍSTICA Y PROBABILIDAD
2001	41%	36%	24%	23%	19%	17%	13%
2002	42%	39%	30%	26%	25%	14%	19%
2003	41%	37%	28%	27%	29%	21%	21%
2004	39%	33%	19%	24%	21%	17%	12%
2005	38%	32%	16%	21%	20%	14%	11%
2006	38%	32%	20%	20%	20%	15%	11%
2007	36%	33%	25%	20%	24%	16%	12%
Promedio	39%	35%	23%	23%	23%	16%	14%

**Tabla 1.2 Índices de Reprobación en Extraordinarios por Asignatura
Plan 1998, Bachillerato**

ASIGNATURA	MATEMÁTICAS IV	MATEMÁTICAS V	MATEMÁTICAS VI (ÁREA 1 Y 2)	MATEMÁTICAS VI (ÁREA 4)	MATEMÁTICAS VI (ÁREA 3)	ESTADÍSTICA Y PROBABILIDAD
2001	81%	74%	72%	74%	64%	62%
2002	81%	81%	77%	67%	60%	63%
2003	92%	75%	76%	67%	66%	78%
2004	89%	91%	76%	50%	68%	83%
2005	82%	82%	78%	48%	55%	84%
2006	86%	87%	72%	64%	58%	81%
2007	78%	75%	67%	63%	58%	64%
Promedio	84%	81%	74%	62%	61%	74%

El porcentaje general de reprobación en la ENP en las asignaturas del área de matemáticas en el periodo comprendido del 2006 al 2008, fue del 29% en cursos ordinarios, y del 72% en exámenes extraordinarios (ver tabla 1.3). En el plantel 8 "Miguel E. Shultz" Durante el ciclo escolar 2007-2008, en cursos ordinarios la reprobación fue del 28% y en exámenes extraordinarios del 83%.

Tabla 1.3 **Porcentaje de reprobación por plantel en las asignaturas de matemáticas**

Plantel	Ordinarios			Extraordinarios		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008
1	29%	32%	29%	80%	69%	70%
2	30%	30%	29%	78%	68%	74%
3	38%	34%	43%	75%	65%	72%
4	41%	43%	43%	86%	72%	72%
5	31%	28%	29%	81%	73%	75%
6	21%	21%	23%	76%	69%	71%
7	29%	30%	29%	86%	85%	87%
8	29%	28%	29%	86%	83%	83%
9	33%	34%	34%	80%	69%	72%
Reprobación general 29%			Reprobación general 72%			

1.1.1 *Rendimiento Académico*

Para comprender mejor ésta alta reprobación es importante abordar primero algunos puntos relacionados con el rendimiento académico, el cual puede definirse como el resultado del aprendizaje suscitado por la intervención pedagógica del profesor y producido en el alumno (Montero, Villalobos y Valverde, 2007); o bien, por el nivel de logro que puede alcanzar un estudiante en una o varias asignaturas (Barceló, Lewis y Moreno, 2006).

Al hablar de rendimiento académico, debe haber correspondencia entre el comportamiento del alumno y los comportamientos institucionalmente especificados que se deben aprender en ese momento escolar (Fuentes, 2004); por ello el rendimiento académico puede observarse desde dos perspectivas (Robles, 2004):

- 1.- El rendimiento ideal, que tiene que ver con el éxito de los estudiantes según las intenciones educativas; y
- 2.- El rendimiento problemático, que presenta mayor incidencia en las asignaturas del área físico-matemáticas; que se manifiesta como reprobación o bajo rendimiento académico, y que en algunas ocasiones termina con el fracaso escolar del alumno y de la propia Institución

educativa, al engrosar los porcentajes de deserción y por ende los resultados en torno a la eficiencia de los servicios educativos.

El rendimiento académico no es el producto analítico de una única aptitud (Montero, Villalobos y Valverde, 2007), ni se basa en relaciones lineales entre variables (Miñano, Cantero y Castrejón, 2008); más bien, es el resultado sintético de una suma (nunca bien conocida) de elementos que se relacionan directa, indirecta y recíprocamente entre sí, actúan en y desde la persona que aprende, incluyendo en esta relación factores institucionales, pedagógicos, psicosociales y sociodemográficos (Montero, Villalobos y Valverde, 2007).

Como el rendimiento puede ser afectado por gran variedad de factores, encontrar una medida válida es un reto. Los indicadores más utilizados han sido las calificaciones y las pruebas objetivas o test de rendimiento creadas ad hoc. Las calificaciones constituyen el criterio legal y social del rendimiento académico de un alumno, pero éstas puedan presentar errores o sesgos, porque la forma de evaluar la decide el profesor muchas veces con criterios subjetivos, así que hay que tener presente que las calificaciones poseen un valor relativo como medida de rendimiento porque no existe un criterio estandarizado para todos los centros educativos, todos los cursos y todo el cuerpo docente (Montero, Villalobos y Valverde, 2007).

1.1.2 Factores que intervienen en el Rendimiento Académico

Ya que son múltiples los factores que interactúan en el rendimiento académico, cualquier modelo razonable sobre aprovechamiento escolar debe considerar, un amplio arreglo de factores de índole cognitivo, afectivo, motivacional, somático y ambiental que pueden entrar en juego en esta compleja red de interacciones (Macías, y Hernández, 2008). Estos factores los podemos agrupar

en tres grandes categorías: externos al individuo, los individuales y los que intersectan a los dos anteriores.

Dentro de los factores externos se consideran variables como el sexo, el nivel económico del grupo familiar, el tipo de colegio, la práctica docente, el nivel educativo de los padres (Montero, Villalobos y Valverde, 2007), las experiencias que viven los niños dentro de sus salones de clase (Schweinle, Turner y Meyer, 2008). Sin embargo, a nivel de intervención es muy difícil concebir que una institución educativa pueda hacer algo para cambiar algunas de estas variables (es el caso del nivel socioeconómico). Por el contrario, al encontrar relaciones significativas con otro tipo de variables que se pueden modificar dentro de la institución educativa o en el estudiante (como los factores institucionales y pedagógicos), es relativamente más sencillo sugerir cambios (Montero, Villalobos y Valverde, 2007).

Los factores individuales que participan para que el estudiante ejecute con efectividad los comportamientos que propiciarán su rendimiento académico son de muy diversa índole, los más comunes se pueden clasificar, según Fuentes (2004), en cuatro grandes grupos: a) comportamientos precurrentes temáticos, b) comportamientos instrumentales, c) comportamientos organizacionales, d) condiciones orgánicas y e) factores motivacionales.

a) Los comportamientos precurrentes temáticos son los contenidos académicos que requiere aprender el estudiante según los planes y programas de estudio; éstos, distinguen dos elementos básicos, uno que indica la acción que se debe ejecutar y como debe realizarse; y el otro que señala el objeto de aprendizaje.

b) Los comportamientos instrumentales se refieren a las acciones, generalmente encadenadas conformando un procedimiento, que el estudiante lleva a cabo

para aprender lo requerido. De acuerdo con su complejidad, los comportamientos instrumentales se pueden clasificar en tres grupos: comprensión del lenguaje oral o escrito, organización y aplicación de la información requerida y aplicación de técnicas de estudio.

c) Los comportamientos organizacionales estructuran las actividades académicas de acuerdo a un tiempo, lugar y orden adecuado para cada estudiante y para cada actividad, además asegurarse de contar con los materiales y medios necesarios para realizar dichas actividades. Así, estos factores son necesarios para ejecutar los comportamientos académicos de manera efectiva y posibilitan la ejecución completa y correcta de los comportamientos académicos.

d) Las condiciones orgánicas son los indicadores de que el organismo del estudiante se encuentra en óptimas condiciones; como lo serían las condiciones de salud, estado energético, buen funcionamiento sensorial y neurológico.

e) Los factores motivacionales indican la motivación que tiene el estudiante para ejecutar los comportamientos académicos.

En cuanto a los factores puramente externos o que se intersectan con los factores personales, Montero, Villalobos y Valverde (2007) mencionan como ejemplo los siguientes:

- a) Los factores institucionales, que son las características estructurales y funcionales que difieren en cada institución y su grado de influencia sobre el estudiante; los que confiere a la institución educativa peculiaridades propias.
- b) Los factores pedagógicos, que se refieren a la función y estrategias que utiliza el profesor para facilitar el aprendizaje de sus alumnos.

- c) Los factores psicosociales que consideran las conexiones que se dan entre la persona y la sociedad y que influyen en el rendimiento, como la motivación, la ansiedad, la autoestima en contextos académicos y la percepción que el estudiante tiene del "clima académico".

Los factores que nos atañen dada la problemática de este trabajo son los de tipo individual; de los cuales primeramente se abordará la inteligencia como un factor propio del individuo que desempeña un rol esencial en el éxito escolar (Cupani y Gnavi, 2007). Al respecto, Montero, Villalobos y Valverde (2007) determinaron la existencia de una relación significativa moderada entre aptitudes diferenciales (inteligencia) y rendimiento académico. Como un intento de avanzar en el entendimiento de estas relaciones, en diversas investigaciones se ha tratado de establecer el orden causal entre la inteligencia y el rendimiento académico, encontrándose que la inteligencia es precedente en este orden; así, la inteligencia o las aptitudes diferenciales aparecen como un predictor y/o moderador del alto rendimiento académico.

Dependiendo de la perspectiva teórica con la que sea abordada, la inteligencia puede verse como una capacidad global o conjunto de capacidades o habilidades, tal como Schweinle, Turner y Meyer (2008) la abordaron y la estudiaron en función al nivel de reto de la tarea a realizar, para comprender cómo es que se construye una experiencia óptima en una clase de matemáticas. Los autores encontraron que si se incrementa el reto cuando los niños tienen pocas habilidades, puede dar como resultado una disminución en el afecto positivo y una eficacia reducida; sin embargo con habilidades medias o altas incrementar el reto no necesariamente resulta en reducción de la eficacia o el afecto.

Sin embargo, en la mayoría de los casos la inteligencia deja sin explicación a una proporción de varianza adicional del rendimiento académico, que es

estadísticamente significativa, por lo que se ha hipotetizado que variables motivacionales podrían explicar una parte de esta varianza desconocida (Miñano, Cantero y Castrejón, 2008). Montero, Villalobos y Valverde (2007) pretendieron explicar dicha varianza estudiando la relación entre un indicador de rendimiento académico (calificación final en cursos) y un conjunto de factores institucionales, pedagógicos, psicosociales y sociodemográficos, en una muestra de alumnos de tercer año de la carrera en la universidad de Costa Rica. Los resultados obtenidos revelaron que el rendimiento académico no sólo depende de la capacidad intelectual de la persona, sino también de ciertas destrezas emocionales para manejarse a sí mismo y a su entorno, y de algunas características de la labor docente.

Por su parte, Miñano, Cantero y Castrejón (2008) encontraron que tanto en el área de matemáticas como en el área de lengua, dos variables motivacionales, las atribuciones causales (causa que el alumno encuentra para su logro o fracaso escolar) y el autoconcepto académico de los alumnos, contribuyen a explicar el rendimiento académico, más allá de lo que ya lo hacen las propias aptitudes intelectuales. Tanto el rendimiento en lengua como en matemáticas se encuentra relacionado a la variable atribuciones causales, solamente que en el caso de lengua se vincula a causas externas e incontrolables (profesor), mientras que en el caso de las matemáticas se refieren a causas internas y controlables (esfuerzo). En el área de lengua obtienen significación las variables aptitud verbal, atribución del fracaso al profesor y autoconcepto verbal. En matemáticas, son relevantes las aptitudes numéricas, aptitudes espaciales, la atribución del fracaso a la falta de esfuerzo y al autoconcepto matemático. Así, las aptitudes siguen teniendo el poder predictivo más elevado de todas las variables incluidas, sólo que se observó que en el caso de matemáticas las aptitudes llegan a explicar el 40.7% de la varianza total, produciendo las atribuciones y el autoconcepto un incremento del 16.7%. Por el contrario en el área de lengua, la aportación inicial de las aptitudes es considerablemente

menor: 21.2% de varianza explicada; en este caso, las atribuciones y el autoconcepto añaden un 21.1%, por lo que el peso de las variables motivacionales en esta área se iguala prácticamente al de las habilidades intelectuales y es significativamente mayor al aportado por aquellas en el área de matemáticas. Esta diferencia en la varianza explicada, pone de manifiesto que las habilidades intelectuales suelen tener una mayor influencia en la adquisición de conocimientos de tipo procedimental (como es el caso de las Matemáticas) que en los de tipo declarativo conceptual (como en lengua).

Muchos estudios ponen de manifiesto la asociación significativa entre la motivación y el rendimiento, que es fundamental puesto que la integración de los elementos cognoscitivos y motivacionales es necesaria para tener una visión completa del proceso de aprendizaje en el contexto escolar, así como para comprender las dificultades que aparecen en el proceso de aprendizaje y se reflejan en el rendimiento académico (Miñano, Cantero y Castrejón, 2008). La motivación no es innata ni constituye un rasgo de personalidad, sino un constructo elaborado a través de las experiencias de aprendizaje (Cervini y Gosende, 2008) que puede surgir del propio proceso de aprendizaje y del gusto por conocer, o de las consecuencias (de aceptación o rechazo) que otorgan los compañeros, los maestros o los padres cuando el estudiante ejecuta los comportamientos de aprendizaje esperados. Sin embargo, lo usual es que las fuentes de motivación no se centren en las condiciones y situaciones intrínsecamente académicas, si no en el escape o la prevención de consecuencias desagradables no académicas (Fuentes, 2004).

Los alumnos no son entidades que poseen "motivaciones" genéricas por objetos genéricos sino que éstas se definen de manera sutil y compleja en función de contenidos u objetos a aprender junto con los contextos; así, un estudiante puede estar motivado para estudiar historia, pero no matemáticas, por lo que la

motivación conduciría al compromiso con tareas académicas específicas, el cual está estrechamente relacionado al alto rendimiento académico (Cervini y Gosende, 2008).

Se han encontrado diversas variables que se relacionan a la motivación, y en ese sentido contribuyen al rendimiento académico; por ejemplo, algunas características personales del estudiante como el nivel de ansiedad (Montero, Villalobos y Valverde, 2007), el logro previo (Cervini y Gosende, 2008), las atribuciones causales que hacen los alumnos acerca de su rendimiento (Miñano, Cantero y Castrejón, 2008), el interés del alumnado y su nivel de aspiraciones (Montero, Villalobos y Valverde, 2007), entre otras. Al respecto de estas tres últimas, se puede decir que generalmente los alumnos atribuyen el éxito a causas internas y estables, mientras que el fracaso se atribuye a externas e inestables (Miñano, Cantero y Castrejón, 2008), y que en la medida en que un alumno muestra más interés por lo que realiza y sus aspiraciones se ejecutan a sus posibilidades, estará más motivado y esto redundará en un mejor aprovechamiento académico (Montero, Villalobos y Valverde, 2007).

En cuanto a la influencia de la ansiedad sobre el rendimiento académico, Macías-Martínez y Hernández-Pozo (2008) observaron una relación en forma de campana entre ansiedad y desempeño en matemáticas, por lo que alumnos muy ansiosos o muy poco ansiosos da como resultado el bajo rendimiento.

Un constructo motivacional fuertemente predictivo del rendimiento académico es la autoeficacia, que se refiere a la confianza que poseen las personas en sus habilidades para realizar exitosamente una tarea, es una variable que ayuda a explicar si un individuo tendrá iniciativa, perseverará y tendrá éxito en una determinada acción. Pérez, Cupani y Ayllón (2005; en Cupani y Gnavi, 2007) observaron la contribución predictiva de las aptitudes, las creencias de autoeficacia y los rasgos de personalidad en el rendimiento académico en

lengua y matemáticas, evidenciando que la aptitud cognitiva es el predictor de mayor impacto sobre el rendimiento académico en el nivel educativo medio, tanto para el rendimiento en lengua como en matemáticas y, que en menor medida, la autoeficacia también contribuye.

El autoconcepto es otra de las variables motivacionales que influyen en el rendimiento, puesto que es una estructura cognoscitiva que contiene imágenes de lo que somos, deseamos ser y manifestar ante los demás. Son creencias subjetivas que se han incorporado a través de la percepción, interpretación y evaluación de lo que otros nos comunican acerca de nosotros mismos. Estos pensamientos guían nuestro actuar, pues dan origen a nuevas cogniciones y sentimientos que afectan la conducta posterior (Villarreal, 2001). Para crear el autoconcepto se interrelacionan tres instancias: autoimagen (visión que la persona tiene de sí mismo), imagen social (lo que la persona cree que los demás piensan de ella) e imagen ideal (cómo le gustaría ser); entidades importantes ya que la discrepancia entre cómo es y cómo le gustaría ser determinan la autoaceptación que proporciona la confianza necesaria para el logro de metas académicas que redundará en el rendimiento académico (Montero, Villalobos y Valverde, 2007).

El autoconcepto general puede ser dividido en dos componentes: autoconcepto académico y autoconcepto no académico. El académico puede dividirse a su vez en áreas específicas según el dominio específico: español, matemáticas, ciencias, etc. (Cervini y Gosende, 2008).

Diversas investigaciones han coincidido en constatar la existencia de una asociación significativa entre el logro académico y el autoconcepto académico; así como el rol de esas variables en el logro escolar de diferentes materias. Estas asociaciones son robustas cuando se trata de calificaciones escolares y menos fuertes cuando se refieren a test estandarizados.

Específicamente, el autoconcepto en matemáticas parece ser un predictor de logro más fuerte que en otras materias, tal vez como consecuencia de la mayor importancia que tiene la motivación en esta disciplina (Cervini y Gosende, 2008).

Villarreal (2001) realizó una investigación para encontrar la relación entre autoconcepto y rendimiento académico, confirmando que el autoconcepto de un alumno se ve afectado por el rendimiento académico alcanzado y la posición académica que ocupa él dentro de su curso; además que éste rendimiento lleva al profesor a desarrollar una mejor opinión sobre el estudiante, que a su vez, afecta tanto al autoconcepto como al rendimiento. Así, el autoconcepto influye en el logro directa o indirectamente creando interés para el aprendizaje, sobre todo en los grados avanzados de la escuela, cuando el alumno ya ha sido expuesto al aprendizaje del dominio específico. A medida que aumenta la intensidad del autoconcepto, más alto será el rendimiento y por supuesto también el progreso del aprendizaje (Cervini y Gosende, 2008).

Otros estudios acerca del efecto de las variables afectivas sobre el logro escolar se basan en la idea de que cuanto mejor sea la actitud del alumno con respecto a un área curricular particular, más alto será el nivel del logro que alcance. Algunos síndromes actitudinales detectados en los estudiantes tienen origen en las creencias sociales (Barbero, Holgado, Vila y Chacón, 2007), tal es el caso de la orientación "matemático-fóbica" que es dominante en la cultura occidental (Gavira, 2007) y que favorece que se presenten sentimientos de frustración y ansiedad en un número considerable de estudiantes (Macías-Martínez, Hernández-Pozo, 2008).

Barbero, Holgado, Vila y Chacón (2007) estudiaron la posible incidencia que tienen los hábitos de estudio y las estrategias de aprendizaje en conjunto con las actitudes sobre el rendimiento académico en matemáticas; los autores

encontraron que independientemente de las actitudes, tanto los hábitos de estudio como las estrategias de aprendizaje mejoran sutilmente el rendimiento académico.

Por su parte, Castillo, Rodríguez, Hernández y García (2005) evaluaron el efecto de los hábitos de estudio sobre el rendimiento académico en alumnos de nuevo ingreso al nivel medio superior del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario N° 1 en Torreón, Coahuila. Los resultados obtenidos permitieron identificar diferencias significativas en el tiempo dedicado a la solución de problemas de matemáticas (hábito de estudio), de física y de inglés, observándose una relación entre esta variable y el índice de reprobación. En esta investigación, se obtuvieron diferencias en relación a las categorías: razonamiento y solución de problemas matemáticos, razonamiento y solución de problemas de física y, razonamiento y solución de problemas de inglés. Para los problemas de matemáticas y física, se observó que a mayor número de horas dedicadas al estudio mayor porcentaje de reprobación; en el caso del inglés, a mayor número de horas dedicadas al estudio de este idioma, mayor proporción de aprobación. Los autores concluyeron al respecto, que en el caso de física y matemáticas lo importante no es el número de horas dedicadas al estudio sino la calidad del uso del tiempo para la resolución de problemas de estas áreas; es probable que los que dedican mayor número de horas al estudio, lo hacen precisamente por su falta de comprensión del tema. En comparación, se necesita un mayor número de horas para estudiar inglés por ser un idioma ajeno a su idiosincrasia, así, aquellos quienes dedican un mayor número de horas a su estudio, tienen mayor probabilidad de aprobar.

Los hábitos facilitan el proceso de aprendizaje porque provocan en el estudiante actos repetitivos que le llevan al logro de las metas de aprendizaje (Castillo, Rodríguez, Hernández y García, 2005); mientras que una estrategia

propicia el aprendizaje porque requiere de cierta planificación de las habilidades en una secuencia dirigida a un fin (Barbero, Holgado, Vila y Chacón, 2007). En conjunto, estas dos habilidades llevan a los estudiantes hacia el logro de metas académicas pero por medio de una participación activa en su proceso de aprendizaje, monitoreándolo y regulándolo para orientarlo hacia el logro de resultados. Cuando los estudiantes están orientados hacia el aprendizaje y el logro, muestran creencias positivas hacia sus habilidades, organizan su material de estudio tratando de relacionarlo con el conocimiento previo, manejan su tiempo y ambiente de estudio de forma adecuada y perseveran a pesar de las dificultades encontradas en su proceso de aprendizaje; en pocas palabras autorregulan su aprendizaje, lo cual es importante ya que generalmente los estudiantes no son del todo conscientes de la relación entre el conocimiento en sí y el proceso de apropiación que experimentan (Santos y Castañeda, 2008) y encuentran dificultad en reportar lo que sucede con ellos durante el proceso de estudio.

Valle, Núñez, Cabanach, González, Rodríguez, Rosario, Cerezo y Muñoz (2008) definen el aprendizaje autorregulado como un proceso activo en el cual los estudiantes establecen su objetivo y permiten el aprendizaje al monitorear, regular y controlar sus cogniciones, motivaciones y conductas en función de los aprendizajes. Estos autores mencionan que para este estilo de aprendizaje es indispensable tomar en cuenta: a) la autorregulación metacognitiva, que es el grado de alerta, conocimiento y control que el estudiante mantiene sobre sus actividades de estudio; b) el grado de organización y manejo del ambiente y tiempo de estudio; c) las estrategias de organización, que son la manera en que el estudiante organiza los materiales para facilitar el aprendizaje; y d) la elaboración de estrategias que son el grado en que el estudiante trata de organizar el nuevo conocimiento alrededor de conocimiento ya aprendido. En el trabajo de investigación que estos autores realizaron, clasificaron a los

estudiantes como más o menos autorreguladores para identificar posibles perfiles de aprendizaje autorregulado en una muestra de estudiantes universitarios. Los resultados indicaron que diversas variables motivacionales y cognoscitivas se encuentran implicadas en la autorregulación. Dentro de las motivacionales, las metas de aprendizaje y auto eficacia son dos variables que explican en baja medida la autorregulación; mientras que las creencias de autoeficacia incrementan la motivación al aprendizaje y disminuyen la ansiedad durante este proceso, aprovechando mejor las oportunidades que se les presentan. Los alumnos clasificados como expertos autorreguladores en contraste con los inexpertos, pueden desarrollar mayor motivación al contacto con tareas académicas.

En relación a las variables de naturaleza cognoscitiva, la elaboración y organización de estrategias son las dos variables que más contribuyeron a la explicación de la autorregulación. Al comparar a los alumnos con un aprendizaje autorregulado alto con los de aprendizaje autorregulado bajo, los autores observaron diferencias en el aprovechamiento académico. Los alumnos de mayor autorregulación, mostraron un alto aprovechamiento, mientras que los que mantenían un aprendizaje autorregulado bajo, mostraron un bajo aprovechamiento. Aunque estas diferencias no fueron significativas al comparar el grupo de estudiantes de bajo aprendizaje autorregulado, con el de aprendizaje intermedio.

Al parecer, los alumnos poco autorreguladores presentan una incapacidad para organizar sus actividades académicas, una alta tendencia a posponer sus tareas, un alto nivel de desatención, distracción y desinterés por lo académico, se desaniman y deprimen con frecuencia, son inconstantes en sus propósitos, algunos se muestran apáticos, etc. La neuropsicología ha desarrollado toda una conceptualización en torno a las Funciones Ejecutivas que en gran medida se

refieren a problemas similares a los que se acaban de describir; el poco desarrollo de estas habilidades podrían ser algunas de las causas de la problemática de estos estudiantes asociadas a bajo rendimiento académico (Valle, Núñez, Cabanach, González, Rodríguez, Rosario, Cerezo y Muñoz (2008).

Barceló, Lewis y Moreno (2006) analizaron las Funciones Ejecutivas en una muestra de estudiantes de ingeniería de la universidad del norte de Barranquilla, Colombia, que presentaron bajo y alto rendimiento académico. Para evaluar estas funciones utilizaron una entrevista semiestructurada, un test de fluidez verbal fonológico y semántico, el test de Wisconsin, el test de Stroop y el Test Breve de Inteligencia de Kaufman (K-BIT). Los resultados indicaron que los grupos no presentan diferencias en su ejecución en el Wisconsin, en el Stroop, ni en la prueba de matrices del K-BIT; sólo se encontraron diferencias en dos de de las escalas del test fonológico y en la prueba de vocabulario del K.BIT, lo que repercute en las diferencias encontradas en el C.I. compuesto, y que podrían tener que ver con la velocidad de pensamiento, del procesamiento de la información y de la categorización, la cual también forma parte de las Funciones Ejecutivas. A partir de estos resultados, se concluyó que el rendimiento académico no está directamente relacionado con déficits a nivel de las habilidades ejecutivas, pero sí podría estarlo a nivel del lenguaje y de los antecedentes familiares, psicológicos y académicos en estos estudiantes.

En la Escuela Nacional Preparatoria (2008) la reprobación se ha podido visualizar como un problema multifactorial, en que se han determinado principalmente dos factores asociados: los alumnos y los docentes. Siendo el factor alumno comparable a los factores individuales descritos anteriormente, y el factor docente como parte de los factores externos al individuo.

En cuanto al primer factor, se ha observado que el poco interés hacia el estudio de la materia, la carencia de hábitos de estudio y los conocimientos previos insuficientes son determinantes para la reprobación. En relación a los docentes, son el estilo y las estrategias de enseñanza, la comunicación en el aula, las formas de evaluación y la vida colegiada, las situaciones asociadas.

Para abordar estos dos factores y mejorar el rendimiento académico en matemáticas, la ENP ha puesto en marcha el "Programa Institucional Para el Fortalecimiento del Aprendizaje de las Matemáticas", que plantea estrategias encaminadas a abordar las principales problemáticas relacionadas con los alumnos y los docentes. Las estrategias para incidir en los alumnos abarcan la reprobación en cursos ordinarios y en exámenes extraordinarios. Para cursos ordinarios se han planteado las siguientes estrategias:

- Fomento y difusión al programa de asesorías permanentes,
- material didáctico, ejercicios y problemas,
- cursos de nivelación por periodo,
- talleres complementarios de ejercicios,
- considerar la participación de alumnos expertos como asistentes de profesor,
- enseñanza complementaria en línea,
- utilizar problemas y ejercicios para fomentar el aprendizaje independiente.

Para la aprobación de exámenes extraordinarios:

- Modificar las guías de estudio para examen extraordinario,
- talleres intensivos para preparar el examen,
- material de apoyo en línea,
- uso de cuadernillos y listas de problemas realizados por los profesores.

Las estrategias dirigidas a los docentes son:

- Fomento al trabajo colegiado,

- rescatar la experiencia docente,
- ampliar la participación en los Seminarios de Análisis y Desarrollo de la Enseñanza.

Dirigirse principalmente al factor docente podría ser poco eficiente, ya que como lo mencionan Huitrón y Martínez (2003) "es el propio alumno quien debe decidir qué desea hacer con su vida y tomar conciencia del compromiso que ha adquirido con la institución que lo aceptó, y a partir de ello crear la motivación para solucionar sus problemas de reprobación; y es hasta entonces que los profesores y las autoridades deben intervenir para guiar la decisión tomada por el estudiante". Para que se inicie esta conciencia, es necesario inculcar en el alumno el valor de la responsabilidad, y si posteriormente se le enseñan estrategias de aprendizaje, se podría pensar que resolverá sus problemas, dado que un alumno que sabe estudiar, tiene ideas más claras sobre lo que debe aprender; pues como comentan Santos y Castañeda (2008) el compromiso directo e intencional de los estudiantes en su proceso de aprendizaje mejora su desempeño.

Y es precisamente cuando el estudiante se compromete, cuando comienza el aprendizaje autorregulado, que como lo definen Valle, Núñez, Cabanach, González, Rodríguez, Rosario, Cerezo y Muñoz (2008) es un proceso activo en el cual los estudiantes establecen su objetivo y permiten el aprendizaje al monitorear, regular y controlar sus cogniciones, motivaciones y conductas en función de los aprendizajes. En este tipo de aprendizaje, indudablemente participan las Funciones Ejecutivas como su sustento cognoscitivo, puesto que son habilidades de orden superior que le permiten a una persona conseguir un objetivo o solucionar un problema; requiriendo por una parte, de un diseño lógico y planificado de una serie de estrategias que le faciliten la consecución de este objetivo y/o la solución del problema; por otra parte requiere de la

capacidad de observar críticamente ese proceso, revisar si las estrategias de solución son las adecuadas, corregir los errores y modificar las acciones y comportamientos. Por supuesto que el adecuado establecimiento de estas funciones necesita del desarrollo de unos procesos madurativos y cognoscitivos que logran completarse hacia los 16 años si se dan las condiciones biológicas, sociales y ambientales adecuadas. Cuando estas condiciones no se presentan, se corre el riesgo de no desarrollar adecuadamente las Funciones Ejecutivas y la persona tendrá problemas en su desempeño conductual, social y cognoscitivo (Barceló, Lewis y Moreno, 2006).

1.2 FUNCIONES EJECUTIVAS

1.2.1 Las Funciones Ejecutivas

El término Funciones Ejecutivas (FE) es usado para describir la capacidad que nos permite controlar y coordinar nuestros pensamientos y conductas (Blakemore y Choudhury, 2006); esta capacidad sirve para organizar la conducta a través del tiempo y posponer las demandas inmediatas para poder cumplir metas a largo plazo. De esta manera se pueden organizar actividades, sostener la atención y persistir hasta completar una tarea, al igual que manejar las emociones y monitorear nuestros pensamientos para trabajar más eficientemente (Dawson y Guare, 2004).

Diversos autores han propuesto modelos que conceptualizan a “la Función Ejecutiva” como un mecanismo unificado; mientras que otros proponen una naturaleza no unitaria de “las Funciones Ejecutivas”, entendiendo que este constructo aglutina múltiples funciones. Actualmente, términos como ‘funcionamiento ejecutivo’ o ‘control ejecutivo’ hacen referencia a una serie de habilidades cognoscitivas (Pineda y Merchan, 2003), mismas que participan en la optimización de los procesos orientados hacia la resolución de situaciones complejas, novedosas, imprevistas o cambiantes (Muñoz y Tirapu, 2004; Tirapu, García, Luna, Roig y Pelegrín, 2008-II), y que realizan predicciones de las consecuencias a las que puede conducir cada una de las soluciones imaginadas. Estas habilidades incluyen la orientación y adecuación de los recursos atencionales, toma de decisiones, inhibición voluntaria de respuestas, memoria de trabajo (Blakemore y Choudhury, 2006), anticipación, selección de metas, organización, planeación, monitoreo, control de tiempo y uso de la retroalimentación del ambiente (Pineda y Merchan, 2003; Tirapu, García, Luna, Roig y Pelegrín, 2008-II).

Muñoz y Tirapu (2004) mencionan que las FE son habilidades cognoscitivas de alto nivel y las definen como “los procesos que asocian ideas, movimientos y acciones simples y los orientan hacia la resolución de situaciones complejas”.

Estos autores las agrupan en componentes como:

- Las capacidades necesarias para formular metas.
- Las facultades implicadas en la planificación de conductas y las estrategias para lograr los objetivos.
- Las habilidades implicadas en la ejecución de los planes.
- El reconocimiento del logro/no logro y la necesidad de alterar la actividad, detenerla y generar nuevos planes de acción.

Por su parte, Dawson y Guare (2004) incluyen las siguientes habilidades dentro de las FE:

- *Planeación*: Habilidad para crear un mapa del camino hacia la meta; además involucra el inicio de la toma de decisiones discerniendo en qué enfocar nuestra atención y en qué no.
- *Organización*: La habilidad para hacer arreglos o tomar un lugar de acuerdo con un sistema.
- *Administración del tiempo*: La capacidad para estimar cuánto tiempo se tiene, cómo utilizarlo y cómo establecer los límites en su uso; se encuentra involucrado el sentido de que el tiempo es importante.
- *Atención sostenida*: Es la capacidad para mantener atención en situaciones o tareas a pesar de las distracciones, cansancio o aburrimiento.
- *Memoria de trabajo*: Habilidad para sostener información en la mente mientras se desarrollan tareas complejas; implica la incorporación de destrezas para trazar sobre el aprendizaje pasado o experiencias y aplicarlo a la situación actual o para realizar proyectos en el futuro.

- o *Metacognición*: La habilidad retrospectiva y de observarse a sí mismo en una situación para ver cómo ha solucionado los problemas; incluye las habilidades de automonitoreo y autoevaluación (se pregunta ¿cómo lo estoy haciendo? o ¿cómo lo hice?).

Las habilidades anteriores ayudan a crear una imagen o patrón de la meta a la que se quiere llegar y los recursos que se necesitan a través del camino para lograrlo, así como para recordar el patrón de la meta a través del tiempo aunque existan otros eventos que pudieran distraernos de la meta, o pese a que ésta se encuentre todavía muy lejana.

Para lograr las metas, se necesitan también otras habilidades ejecutivas que ayudan a guiar o modificar nuestra conducta:

- o *Inhibición de respuesta*: La capacidad para pensar antes de actuar, para demorar o inhibir una respuesta mientras se evalúan los factores asociados. Esta habilidad nos ayuda a resistir la urgencia para decir o hacer algo sin tomar el tiempo para evaluar la situación y la forma en que nuestra conducta podría impactar en ella.
- o *Autorregulación del afecto*: La habilidad para manejar emociones a favor de lograr metas, completar tareas, o controlar y dirigir la conducta.
- o *Iniciación de tareas*: La habilidad para comenzar una tarea oportunamente, sin excesiva procrastinación (posponer las tareas).
- o *Flexibilidad*: La habilidad para revisar planes para enfrentar los obstáculos, contrariedades, nueva información o errores; involucra la adaptabilidad al cambio de condiciones.
- o *Persistencia en la directriz de una meta*: La capacidad para establecer metas y continuar sus acciones, lograrlas y no cesar ante las distracciones de los intereses que compiten con las mismas (Dawson y Guare, 2004).

No existe un modelo único que permita explicar las FE; sin embargo, actualmente se acepta que el constructo “Funciones Ejecutivas” no constituye un concepto unitario, sino la combinación de diversos procesos (Tirapu, García, Luna, Roig y Pelegrín, 2008-I) que trabajan en conjunto y se encuentran ligados a su vez a distintas regiones cerebrales en general y a la corteza prefrontal en particular (Tirapu, García, Luna, Roig y Pelegrín, 2008-II).

Uno de estos modelos es explicado por medio de la *Teoría del Sistema Atencional Supervisor (SAS)*, que plantea la existencia de un sistema que se activa ante tareas novedosas para las que no existe una solución conocida y, por lo tanto, es necesario planificar las diferentes etapas de la acción, tomar decisiones e inhibir una respuesta habitual en la que la selección rutinaria de operaciones no resulta eficaz.

Este sistema puede impedir una conducta perseverante, suprimir las respuestas a los estímulos no relevantes y generar acciones nuevas en situaciones en las que no se desencadena ninguna acción rutinaria. Este segundo proceso de selección requiere, además, la presencia de un mecanismo de retroalimentación que proporcione información al sistema sobre las modificaciones que se deben realizar en los esquemas según las demandas de la tarea. El sistema supervisor participaría en al menos ocho procesos diferentes, entre los que se incluirían la memoria operativa, la monitorización, el rechazo de esquemas de acción inapropiados, la generación espontánea de esquemas, la adopción de modos de procesamiento alternativos, el establecimiento de metas, la recuperación de información de la memoria episódica y el marcador para la realización de intenciones demoradas (Burgess y Robertson, 2002 y Tirapu, García, Luna, Roig y Pelegrín, 2008-II).

1.2.2 Sustrato Neuroanatómico de las Funciones Ejecutivas

Actualmente, se considera a la corteza del lóbulo frontal como el principal, más no único, sustrato anatómico subyacente a las FE; esta área es la porción más anterior de la corteza cerebral y está al frente del surco central (Rains, 2004; Dawson y Guare, 2004). Hart y Jacobs (1993) mencionan algunas funciones críticas del lóbulo frontal en la regulación de la información y la conducta:

- Decide lo que hay que atender y lo que hay que hacer.
- Provee continuidad y coherencia a la conducta a través del tiempo.
- Modula las emociones y la conducta interpersonal para satisfacer los requerimientos tanto del ambiente interno como externo.
- Monitorea, evalúa y ajusta la conducta.

Los tres segmentos en que la neuroanatomía clásica divide a la superficie cortical del lóbulo frontal son: el segmento motor, el segmento premotor y el segmento prefrontal; los dos primeros están relacionados con funciones sensoriomotoras, mientras que el segmento prefrontal participa en la regulación tanto de las actividades sensoriomotoras como cognitivas (Rains, 2004), y en la elaboración de planes para guiar la conducta, el lenguaje y la cognición (Fuster, 2000).

A su vez, el segmento prefrontal se divide en tres regiones: corteza prefrontal dorso lateral, corteza prefrontal medial y corteza prefrontal orbital o ventral (Rains, 2004). Las regiones *prefrontales dorso laterales* son esenciales para la memoria de trabajo, la atención, la planeación y la inhibición de movimiento; mientras que las regiones *prefrontales ventral y medial* juegan un papel importante en el procesamiento relacionado con una recompensa o castigo y en la toma de decisiones (Dawson y Guare, 2004).

1.2.3 Desarrollo de las Funciones Ejecutivas

Las funciones ejecutivas no se encuentran presentes al momento del nacimiento, sino que se van desarrollando a lo largo de la infancia y adolescencia, comenzando y terminando aproximadamente a los 5 y 15 años de edad respectivamente. Este desarrollo se realiza de manera paralela al cerebro y a otras habilidades de pensamiento, socialización y emociones; es influenciado tanto por los genes, que van a determinar el sustrato biológico, como por el ambiente que va a fortalecer y moldear las habilidades (Dawson y Guare, 2004).

Tabla 1.4 **Desarrollo de tareas que requieren de las Funciones Ejecutivas en la adolescencia** (Dawson y Guare, 2004).

RANGO DE EDAD	TAREA A DESARROLLAR
Sexto grado de primaria y secundaria	<ul style="list-style-type: none"> • Ayuda con las labores de casa, tanto en sus responsabilidades diarias como en tareas ocasionales que puede tomarle entre 60 y 90 minutos completar • Puede cuidar a sus hermanos menores para obtener un pago • Usa un sistema para organizar las tareas escolares como un libro, cuaderno etc. • Sigue un programa o plan escolar, incluyendo los cambios que indica el profesor en el plan • Planea y realiza proyectos a largo plazo incluyendo las tareas que se deben hacer y el tiempo razonable en que se deben llevar a cabo; se le podría requerir llevar a cabo múltiples planes simultáneamente • Planea su tiempo incluyendo las actividades después de la escuela, tareas en casa, responsabilidades familiares y estima el tiempo aproximado que necesitará para completar cada tarea ajustando los planes para lograrlo • Inhibe romper las reglas en ausencia de la autoridad
Preparatoria	<ul style="list-style-type: none"> • Maneja efectivamente la tarea escolar día con día, incluyendo completarla y el manejo del tiempo para realizarla • Asigna tiempo de estudio para el examen, creación y seguimiento de una línea del tiempo para un trabajo a largo plazo y hace ajustes en sus esfuerzos y calidad de trabajo como respuesta a la retroalimentación del profesor o de otras personas • Establece y refina metas a largo plazo y hace planes para lograr la meta. Si la meta es entrar a una determinada carrera en la universidad, el chico puede seleccionar adecuadamente las asignaturas que favorecerán su ingreso a esa carrera universitaria • Participa en actividades extracurriculares • Puede llevar a cabo los procesos necesarios para su ingreso a la universidad; o bien, realizar los trámites necesarios para buscar empleo después de la graduación • Hace un buen uso de su tiempo libre, inclusive puede obtener empleo o buscar actividades recreativas durante el verano • Inhibe conductas imprudentes y peligrosas (como usar drogas, tener relaciones sexuales sin protección o conductas vandálicas)

En la tabla 1.4 se presenta una breve descripción de los tipos de tareas que los adolescentes llevan a cabo durante el desarrollo de las Funciones Ejecutivas.

Blakemore y Choudhury (2006) recopilaron información acerca de la relación entre la consolidación de las FE y los cambios neuroanatómicos durante la adolescencia. Mencionan que se ha demostrado el incremento de volumen de materia gris en el lóbulo frontal durante la infancia, hasta llegar a una meseta que ocurre alrededor de los 12 años en niños y 11 años en niñas; momento en que ocurre un excesivo aumento en el número de sinapsis, debilitando las señales eléctricas en esta área a causa de la interferencia que produce dicho exceso. Lo anterior resulta en una perturbación importante para el desarrollo cognoscitivo en esta etapa de la vida.

Es hasta después de un periodo de podado neural a mitad de la adolescencia cuando las conexiones sinápticas excedentes son eliminadas mediante un proceso de refinamiento; resultando en un decremento en la densidad de la materia gris que se acelera durante la adultez entre los 20 y los 30 años, mientras que el volumen de materia blanca continúa incrementando hasta los 60 años, provocando una mejoría en las habilidades de pensamiento que dependen del lóbulo frontal.

Debido a que el desarrollo de la corteza prefrontal continúa durante la adolescencia, las habilidades cognoscitivas relacionadas cambian o maduran en esta etapa; como ejemplos se encuentran, el control inhibitorio, la rapidez en el procesamiento, la memoria de trabajo, la toma de decisiones, la habilidad de atención selectiva y la solución de problemas (Dawson y Guare, 2004).

Mientras que FE se terminan de desarrollar hacia la mitad de la adolescencia, los padres, maestros y otros adultos responsables de ellos compensan el

desarrollo incompleto, representando el papel de estas funciones hasta que comienzan a confiar más en las habilidades autoregulatorias del adolescente, lo que se ve reflejado en las oportunidades y opciones que se establecen en su medio y que no se presentaban durante su infancia (como obtener un permiso para manejar, elegir una escuela o las materias opcionales durante la secundaria o bachillerato, etc.).

Los adultos responsables de la crianza compensan las FE de dos maneras (Dawson y Guare, 2004):

- Siendo directivos: estableciendo directamente límites y reglas.
- Estructurando el ambiente: establecen en el ambiente imágenes o palabras que les ayudan a estructurar su conducta.

Si los adultos compensan las FE mediante un estilo demasiado permisivo o directivo, es probable que cuando el chico llegue a la adolescencia y se enfrente a un ambiente menos estructurado al que estaba acostumbrado, no utilice adecuadamente las habilidades autoregulatorias, aunque tenga el desarrollo neural que se requiere para ello. Viéndose reflejada esta situación en el aprovechamiento escolar, sobre todo de asignaturas que requieren de una planeación, organización e inhibición conductual conciente que les permita encontrar estrategias adecuadas para solucionar problemas; como es el caso de las matemáticas.

1.2.4 Deficiencias de las Funciones Ejecutivas

Es razonable pensar que puedan existir tantos cuadros de alteraciones en las FE como combinaciones de unidades funcionales y módulos cerebrales que intervienen en ellas. Existen factores neuroanatómicos, psicológicos y neuropsicológicos que se encuentran involucrados en los desórdenes de las FE; sin embargo, no ha sido posible determinar claramente la epidemiología de

éstos, sino sólo estimarlos en poblaciones con problemáticas específicas, como niños con traumatismo cerebral, síndrome fetal alcohólico, meningitis fenilcetonúrica, bajo peso al nacer, hidrocefálea, espina bífida y Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) (Marlowe, 2000).

La reducción o pérdida de las FE afecta a la capacidad del individuo para llevar una vida independiente y socialmente aceptada, limitando su capacidad para gobernar su propia vida y atender a las necesidades de su entorno, recibiendo como consecuencia cierto grado de rechazo social. Las personas con deterioro en el funcionamiento ejecutivo muestran un comportamiento inconsistente con dificultades importantes para organizar y utilizar de forma eficiente las capacidades conservadas (Muñoz y Tirapu, 2004).

En la infancia, las disfunciones ejecutivas pueden no evidenciarse en etapas tempranas de la educación preescolar y primaria, cuando el aprendizaje tiene más pautas y lo asisten los docentes, que asumen el papel auxiliar reemplazando en cierto modo al lóbulo frontal; las dificultades ejecutivas son más aparentes después de los 10 años de edad, cuando las FE facilitan el aprendizaje sistemático y, especialmente después de los 12 años, cuando las exigencias del pensamiento formal implican el mayor uso de abstracciones.

Tabla 1.5 **Elementos del funcionamiento ejecutivo y alteraciones observadas**
(Muñoz y Tirapu, 2004).

Función ejecutiva	Alteraciones observadas
Atención sostenida	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Disminución del rendimiento ✓ Inconstancia
Inhibición de interferencias	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Distracción ✓ Fragmentación ✓ Desorganización de la conducta ✓ Conducta de utilización
Planificación	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Impulsividad ✓ Comportamiento errático
Supervisión y control de la conducta	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desinhibición ✓ Escasa correlación de errores
Flexibilidad conceptual	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Perseveración ✓ Rigidez ✓ Fracaso ante tareas novedosas

En la tabla 1.5 se muestran algunas alteraciones conductuales y cognoscitivas relacionadas a un inadecuado funcionamiento ejecutivo.

Cuanto más se avanza en los niveles educativos, el educando se encuentra cada vez más librado a su propia iniciativa, a la toma de decisiones y a la planificación; por lo que un inadecuado entrenamiento en las FE por parte de los adultos que han asumido el rol de auxiliar ejecutivo, aunado al funcionamiento ejecutivo poco eficiente durante la pubertad y parte de la adolescencia a causa de la sinaptogénesis (Blakemore y Choudhury, 2006), hasta que las redes sinápticas sean refinando mediante el podado neural, podrían favorecer la aparición de dificultades en el aprendizaje escolar, como por ejemplo, el de las matemáticas, las cuales revisaremos en el siguiente capítulo.

1.3 HABILIDADES MATEMÁTICAS Y DE CÁLCULO

1.3.1 Las habilidades matemáticas durante el desarrollo de la humanidad

En el estudio de los procesos cognoscitivos, las habilidades matemáticas habían sido un tema poco abordado, ya que se pensaba que éstas eran secundarias a los procesos de lenguaje; sin embargo, actualmente se ha podido recopilar información que indica que las habilidades matemáticas son inherentes al desarrollo del ser humano y no subordinadas, sino paralelas y en algunos casos, influidas por las habilidades lingüísticas.

El origen de los conceptos matemáticos ha sido rastreado en especies subhumanas (Dansilio, 2008) ya que al nivel más básico, las habilidades matemáticas parece ser una categoría de conocimiento biológicamente determinado (Jacubovich, 2006). Diferentes estudios han argumentado que animales como caballos, ratas, perros, chimpancés, delfines, algunas aves (Ardila y Rosselli op. cit.) y macacos (Dehaene, Molko, Cohen y Wilson, 2004) pueden usar conceptos numéricos y desarrollar operaciones aritméticas simples; por lo que se ha pensado que estas habilidades básicas pudieran ser consideradas como el origen de las habilidades de cálculo encontradas en el hombre actual.

En la antigüedad, los antecesores del *homo sapiens* usaban constructos referentes a proporciones de cantidades durante algunas actividades sociales; después, el hombre prehistórico tuvo la necesidad de representar de algún modo cantidades de objetos (muchos, pocos, etc.), de tal manera que en diferentes culturas se desarrollaron formas y posteriormente palabras para designar cantidades (números naturales) y lugares en un ordenamiento de

objetos (números ordinales) (Ardila y Rosselli, 2002 y Dansilio, 2008). Por su parte, el hombre neolítico revela con sus dibujos y construcciones (es el caso de Stonehenge en Inglaterra) un interés en las relaciones espaciales que prepararon el camino a la geometría (Rebollo, 2006).

La escritura de números apareció tempranamente en la historia de la humanidad y a la par que la escritura del lenguaje; pero algunas culturas (como los Incas), desarrollaron un sistema de representación escrita de los números, aunque no un sistema de representación del lenguaje. Diferentes sistemas de medida fueron desarrollados a partir de dimensiones corporales (pies, brazos, pasos, dedos, manos) y algunas de ellas se siguen ocupando actualmente. La suma, resta, multiplicación y división fueron posibles en el sistema egipcio pero con un sistema diferente al que usamos hoy en día (por ejemplo, la multiplicación y la división estaban basadas en los métodos de duplicar y dividir por la mitad las cifras) (Ardila y Rosselli, 2002).

1.3.2 Desarrollo de habilidades matemáticas

Ya que la habilidad matemática es una capacidad que se encuentra presente desde la infancia temprana, pues es inherente al ser humano (Dobato, 2000; Alonso, 2001; Dehaene, Molko, Cohen y Wilson, 2004) y al igual que en la historia de la humanidad se va desarrollando de lo intuitivo y concreto, hacia lo abstracto (Rebollo, 2006).

Ardila y Roselli (2002) mencionan que durante la infancia se ha observado que el conocimiento numérico, las habilidades aritméticas y de cálculo se desarrollan a través de diferentes etapas; los niveles iniciales del conocimiento numérico son encontrados en los niños preescolares, sin embargo, el desarrollo de los conceptos complejos requiere de una larga trayectoria escolar, pues

para entenderlos se requiere de entender los conceptos más básicos. Las etapas de adquisición de los conceptos numéricos se encuentran asociadas con el lenguaje, percepción y cognición general; por lo que conforme se desarrollan estas habilidades, también se desarrollan las habilidades matemáticas.

1.3.3 Procesamiento aritmético

La habilidad de cálculo requiere de la intervención de diversos procesos, ya que en una simple operación aritmética intervienen un gran número de mecanismos cognoscitivos: de procesamiento verbal y/o gráfico de la información, percepción, reconocimiento numérico, producción de la caligrafía y ortografía numérica y algebraica, representación número/símbolo, discriminación visuoespacial (alineamiento de dígitos en el espacio), memoria a corto y largo plazo, razonamiento sintáctico, mantenimiento de la atención (Dobato, 2000). También intervienen la memoria espacial y las FE (Ardila y Rosselli 2002).

El desarrollo de las operaciones aritméticas comienza con la Representación global de Cantidades, que es la habilidad para distinguir la colección más grande de objetos de la más pequeña.

La *Representación Numérica* se lleva a cabo por medio del lenguaje involucrando un sistema de símbolos; este sistema puede ser dividido en dos grupos: El sistema logográfico que incluye los números arábigos del 0 al 9; y el sistema fonográfico, que provee del nombre de los números (Ardila y Rosselli, 2002).

De manera más detallada, Jacobovich (2006) menciona tres formatos para representar el número: la representación Árábica, la representación Nominal

(oral y escrita) y la representación de la cantidad (modo abstracto ligado a la magnitud representada, independiente a los símbolos convencionales). Cada una de estas representaciones cumple funciones específicas para referir cantidades; por ejemplo, la representación nominal, se utiliza para referirse a conocimientos enciclopédicos como una fecha patria, el nombre de un hospital o una colonia (como "20 de noviembre"); la representación arábica se lleva a cabo por medio de las grafías específicas que representan los números (1, 2, 3, 4, etc.); y por último, la representación abstracta de la cantidad es una representación global. Las representaciones arábica y nominal son específicas de adultos alfabetizados en una lengua dada y con un sistema numérico culturalmente definido, en cambio, la representación abstracta es común encontrarla en niños y adultos no alfabetizados.

Los tres códigos de representación están ligados a objetos externos a través de diferentes procesos de entrada y salida de información que pueden transcodificarse de un formato representacional a otro.

El paso siguiente para el desarrollo de habilidades aritméticas es el *Reconocimiento de los Números*, el cual depende de procesos verbales y reconocimiento perceptual, para lograr la correspondencia nombre-símbolo. El nombre de cada número provee dos tipos de información; por un lado comunica el grupo base al que pertenece (unidades, decenas, centenas, etc.); por otro lado, la posición ordinal del número dentro de su base (Ardila y Roselli, 2002).

El concepto de número se puede considerar la base de las matemáticas y es una compleja abstracción que se interioriza a partir de diversas experiencias. Para poder numerar se necesita la aplicación ordenada de una serie de principios (Miranda Gil-Llario 2001):

- *Correspondencia*: aplicación de un número a cada uno de los objetos que hay que enumerar y sólo un número por objeto.
- *Orden*: elección ordenada de números (primero el 1, luego el 2, etc.) al aplicar en forma de correspondencia a cada uno de los objetos.
- *Cardinalidad*: el valor numérico del conjunto que se cuenta se expresa por el valor cardinal final que lo representa.
- *Irrelevancia del orden de numeración*: la relación entre un determinado objeto y cierto número es irrelevante, pues ese objeto puede contabilizarse en un lugar y posición diferente respecto al resto de los objetos.

El siguiente paso es propiamente el desarrollo de las *operaciones aritméticas*, que consisten en procesos que permiten manipular datos de manera simbólica, que resultarían difíciles e incluso imposibles de manipular en forma real (Miranda Gil-Llario op. cit.).

Dichas operaciones requieren que se hayan adquirido diversas habilidades cognitivas como (Ardila y Rosselli, 2002):

- La discriminación visuoespacial, para organizar los números en columnas y arreglar apropiadamente los espacios entre los números.
- La memoria de trabajo o memoria operativa, que está asociada con la atención sostenida que juega un papel importante en el desarrollo de cualquier operación aritmética.
- La memoria a largo plazo participa en la recuperación de algoritmos o planes de acción para realizar una operación específica. La información que es guardada en la memoria a largo plazo puede ser de dos tipos: 1) información sintáctica, que es el conocimiento de las reglas de los procedimientos numéricos, y 2) la información semántica, como la

comprensión del significado de los procedimientos implicados en la solución de un problema particular.

- Memoria espacial, que apoya en el recuerdo de la posición de los números para resolver operaciones de manera escrita.
- Funciones ejecutivas, que funcionan como mecanismos regulatorios para organizar la información, planear las acciones para resolver las ecuaciones y verificar los resultados.

Para la resolución de problemas, se necesita comprender el formato semántico en el que están redactados, elegir la información relevante, representar el problema, realizar un plan para resolverlo, aplicar las operaciones aritméticas y por último evaluar si el resultado cae dentro de los límites esperados. Las fases de la resolución de problemas matemáticos son:

- Análisis del problema: Se descompone la información contenida en el enunciado del problema.
- Representación del problema: Se deben conectar los elementos aislados en la fase anterior para obtener las relaciones entre dichos elementos.
- Planificación: consiste en elegir la estrategia más adecuada para llegar desde los datos a la solución de un problema. Sobre todo requiere de ir estableciendo submetas y las estrategias parciales para lograrlas.
- Ejecución: Aplicar la estrategia planificada, se debe utilizar la metacognición para valorar en todo momento la manera en que se está llevando acabo el proceso; valorar si cada paso realizado nos acerca al objetivo planteado.
- Generalización del problema: se debe preguntarse si es posible usar ese resultado o la estrategia para resolver otro problema (Miranda y Gil-Llario, 2001).

Como se puede inferir, a medida en que participan más habilidades cognitivas, el proceso se vuelve cada vez más complejo. Para mostrar este proceso aritmético, Dehaene, Molko, Cohen y Wilson (2004) propusieron un modelo al cual llamaron Neuro-funcional o modelo del triple código. Este modelo está conformado por tres instancias representacionales o formatos de información numérica que se pueden manipular mentalmente: a) representación de cantidades, b) identificación de dígitos y c) representaciones verbales (Figura 1.1).

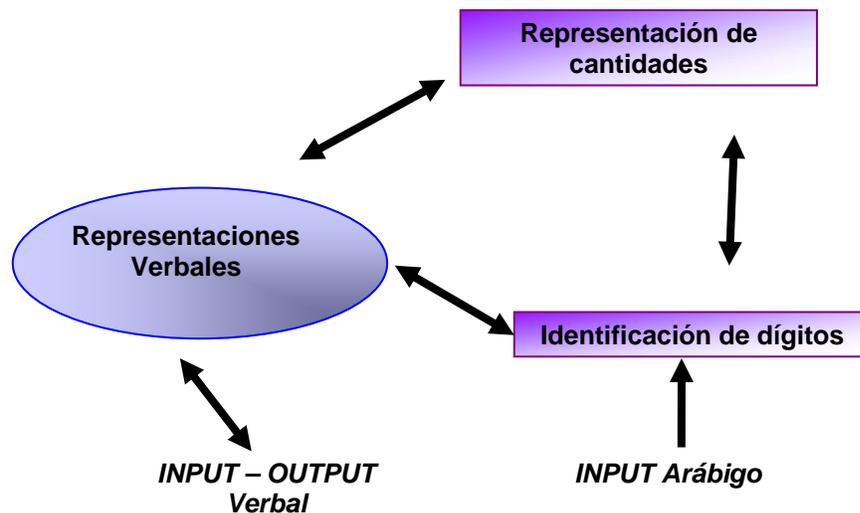


Figura 1.1 Modelo “Neuro- funcional” de Dehaene y Cohen

Del modelo Neuro-funcional se desprenden tres hipótesis:

1.-Existen tres formatos de manipulación mental:

a) Representación analógica de cantidades

- Los números son representados en una línea (analógica);
- esta función se observa ligada a área de la corteza parietal inferior tanto derechas como izquierdas, que se activan en mayor medida durante la realización de tareas de procesamiento cuantitativo,
- dependiendo de la magnitud y distancia numérica, pero no de la modalidad de entrada y salida, ni de la notación utilizada.

b) Representación de números en formato verbal

- Los números se representan como conjunto de palabras y
- el proceso está relacionado a áreas cerebrales de la corteza perisilvianas del hemisferio izquierdo.

c) Representación de números en formato arábigo

- Es la representación de la forma visual arábigo,
- implica procesos de identificación visual.
- Esta función se encuentra relacionada a sectores corticales occipito-temporales inferiores de ambos hemisferios cerebrales.

2.- Existen procedimientos diferentes de transcodificación, como las asemánticas en las que puede haber alteraciones de lectura en voz alta de números arábigos, pero con conservación de las representaciones semánticas subyacentes.

3. Los procesamientos son como recorridos específicos entre códigos fijos de entrada y salida:

- a) *Comparación de magnitudes*: relevo sobre números codificados como cantidades en una línea de números.
- b) *Multiplicación y suma sencillas (tablas)*: Memoria de asociaciones verbales entre números
- c) *Sustracción*: Operación que utiliza la representación de la cantidad
- d) *Operaciones multidígito*: resolución mental a través del uso del código arábigo visual y la representación visual de dígitos alineados.

La principal dificultad que plantea este modelo es el escaso desarrollo del sistema de comprensión, ya que el significado es puramente el aspecto abstracto/cuantitativo y la forma de explorarlo se reduce a la comprensión de magnitudes entre numerales. Jacobovich (2006) adapta el modelo Neuro-

funcional mostrando más detalladamente los procesos que subyacen a las matemáticas y las áreas cerebrales relacionadas con ellos (figura 1.2).

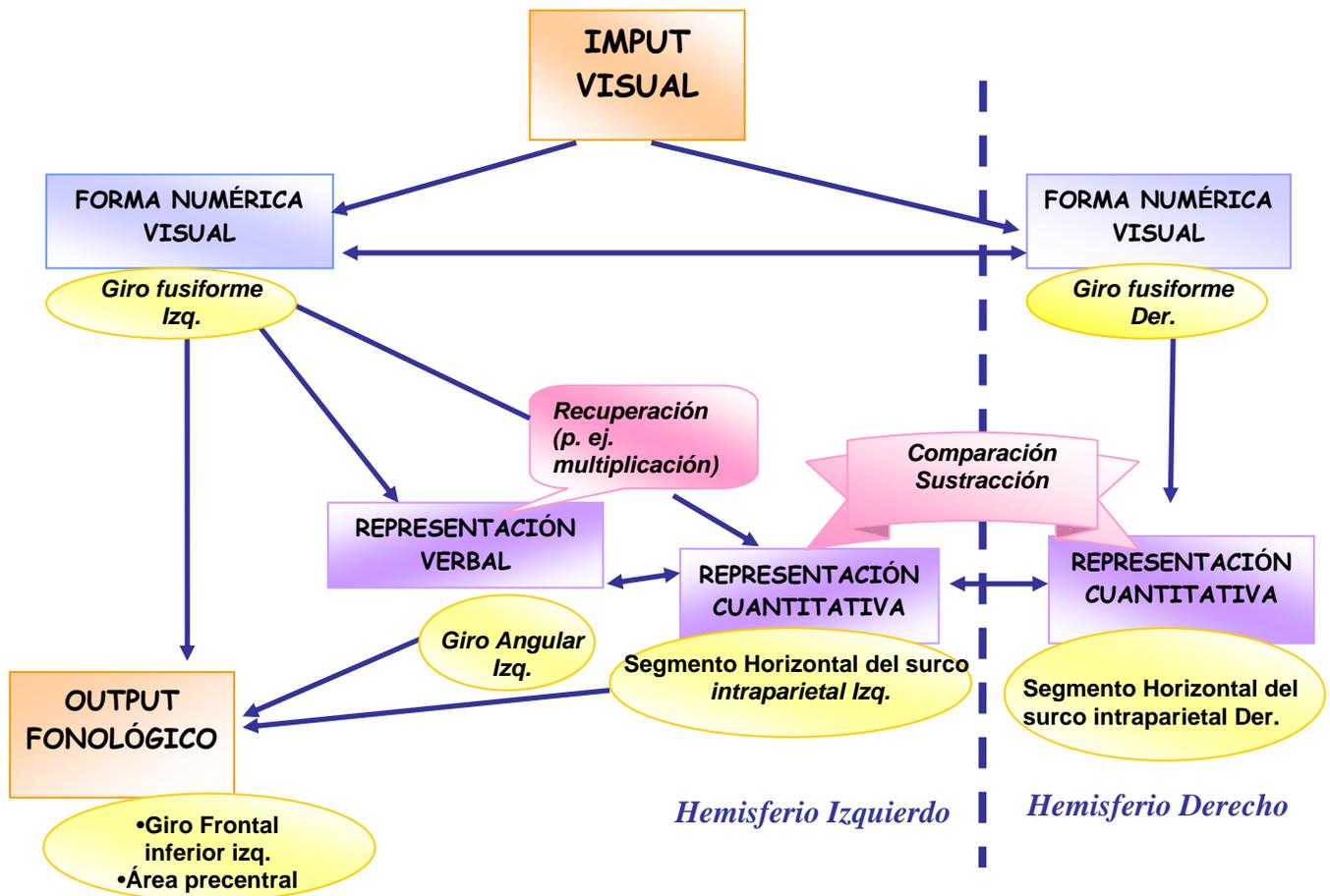


Figura 1.2 Procesamiento aritmético y áreas cerebrales subyacentes.

En el modelo se tienen la entrada y la salida de la información, la forma visual numérica, la representación cuantitativa de ambos hemisferios y la representación verbal numérica del hemisferio izquierdo. La información visual numérica se recibe tanto en el hemisferio derecho como en el izquierdo; en el derecho pasa directamente a la representación cuantitativa; mientras que en el izquierdo sucede primero la representación verbal, luego a la cuantitativa, y después pasa al output fonológico. Sin embargo, para realizar comparaciones o sustracciones, primero se

procesa de forma cuantitativa y paralela en los dos hemisferios, posteriormente se puede o no representar verbalmente el resultado para poderlo expresar de ese mismo modo. En el caso de la multiplicación, es necesaria una representación verbal del resultado después de la representación cuantitativa.

1.3.4 Neurofisiología del cálculo

Para comprender los procesos neuropsicológicos y neuroanatómicos que subyacen las dificultades del aprendizaje de las matemáticas se puede acudir a la neuropsicología cognoscitiva, que es una disciplina científica que aprovecha la información procedente de pacientes con lesión cerebral, para conocer mejor las redes neuronales que subyacen los procesos cognitivos. El objetivo es buscar independencia entre los procesos cognoscitivos, por lo que se observa si después de una lesión cerebral una función cognitiva "x" resulta deteriorada, mientras una "y" permanece intacta, lo que indicaría una disociación entre esos procesos y la implicación parcial de redes neuronales diferentes. Si fuera el caso de tener dos pacientes con lesiones en diferentes áreas cerebrales y uno realizara mejor la tarea "A" que implica una cierta habilidad cognoscitiva, pero falla en la tarea "B" que implica una habilidad diferente, mientras que el otro realiza bien la tarea "B" pero no la "A", entonces se habrá encontrado una doble disociación, que indicaría un sustrato neuronal diferente para esas funciones (Coltheart, 2001).

Haciendo uso de la metodología de la neuropsicología cognoscitiva, Alonso y Fuentes (2001), así como Jacobovich (2006) *han* propuesto que se encuentran *comprometidas tres áreas corticales en el procesamiento de números (Figura 1.3):*

- *Giro angular: relacionado con el área del lenguaje de hemisferio dominante y por lo tanto con la recuperación de factores aritméticos que*

resultan de una asociación verbal y la comprensión y expresión de números en formato verbal.

- *Corteza Occipito-temporal ventral medial (Giro fusiforme): relacionada con la producción de números arábigos y la categorización de objetos o palabras escritas (para los dígitos es bilateral, y para palabras es unilateral).*
- *Segmentos Horizontales de los surcos intraparietales de ambos hemisferios: relacionados con la representación abstracta de cantidades.*

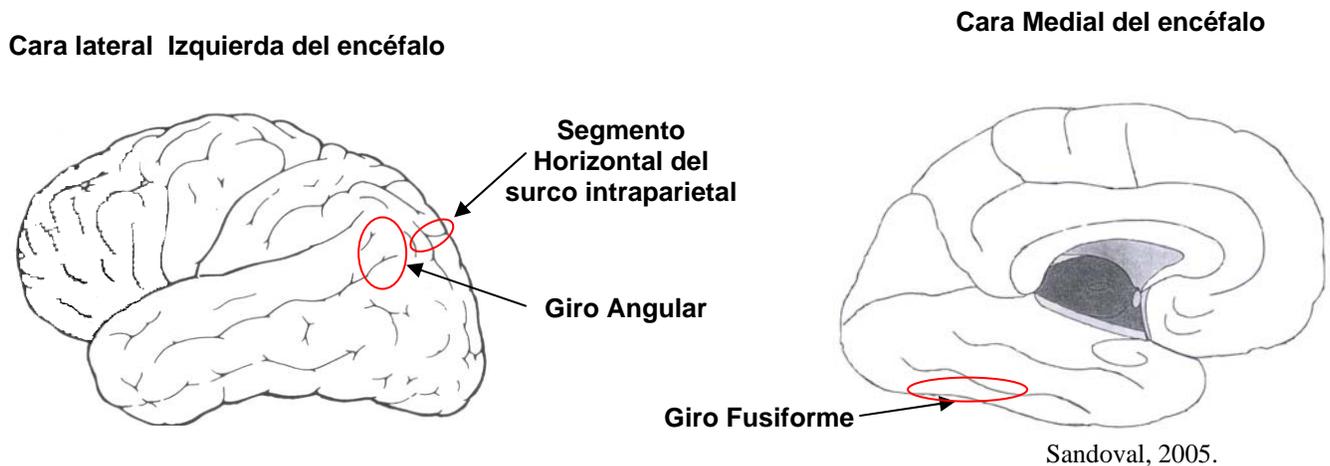


Figura 1.3 Áreas Corticales comprometidas en el procesamiento de los números

Dehaene, Molko, Cohen y Wilson (2004) enumeran diferentes investigaciones en las que se han encontrado dobles disociaciones entre los procesos aritméticos y el pensamiento lógico, la memoria semántica y la memoria de trabajo; además de mencionar una disociación entre los procesos numéricos y el lenguaje. Las conclusiones a las que llegaron fueron las siguientes:

- Ambos hemisferios participan en el reconocimiento de números arábigos, los convierten en cantidades y los comparan, ya que al comparar números usamos representaciones análogas a su tamaño (como se compararían dos volúmenes), por lo que al calcular, se puede llegar sólo a resultados aproximados.

- Sólo el hemisferio izquierdo puede nombrar los números y hacer cálculos exactos, pues para ello requiere del área del lenguaje que además de dar nombre colabora en la recuperación de la información aritmética que se aprendió de manera verbal (cómo las tablas de multiplicar o sumas y restas que se aprendieron mediante automatizaciones verbales) y que se requiere para hacer cálculos exactos.
- La región inferior del lóbulo parietal izquierdo subyace los procesos del cálculo, la comparación de números y la bisección numérica (como cuando se trata de determinar el número que se encuentra entre el 5 y el 7). Sin embargo, esta región no contribuye con la bisección no numérica (¿Qué día está entre el martes y el jueves?), ni con la realización de multiplicaciones y sumas de un sólo dígito, ya que para ello se requiere de la recuperación de conocimientos rutinarios aprendidos verbalmente, en la que participa el circuito córtico-subcortical con áreas perisilvianas izquierdas del lenguaje.
- Al comparar a pacientes sanos por medio de Tomografías por Emisión de Positrones (PET), los autores encontraron que cuando se realizaba una tarea de comparación de números había un aumento de actividad asimétrica en la región intraparietal de ambos hemisferios; mientras que al realizar multiplicaciones la actividad aumentaba sólo en la región intraparietal izquierda.
- Al encontrar una doble disociación entre la aritmética elemental rutinaria y los procedimientos aritméticos con conocimiento del sentido de los números, se concluye que no es uno sólo, sino diferentes sistemas neuronales los que subyacen la aritmética elemental, ya que los procesos de multiplicación y cálculos exactos requieren la participación de la región inferior del lóbulo frontal izquierdo; mientras que el sistema de apreciación de cantidades y adición, requiere de mayor activación en el

surco intraparietal de ambos hemisferios que se extiende anteriormente al surco postcentral y lateralmente a la parte inferior del lóbulo parietal.

Pero el lóbulo frontal participa en las habilidades aritméticas más allá de la creación y recuperación de los componentes verbales; *Ardila y Roselli (2002) mencionan que* pacientes con lesiones prefrontales frecuentemente desarrollan dificultades de cálculo, debido principalmente a dificultades de atención, perseveraciones e inadecuado uso de las matemáticas complejas. Las dificultades de atención repercuten en el mantenimiento de las condiciones de la tarea e impulsividad al responder; las perseveraciones son observadas en la tendencia a continuar presentando la misma respuesta en diferentes condiciones; y el inadecuado uso de las matemáticas complejas, impacta en la inhabilidad para analizar las condiciones de los problemas numéricos y desarrollar un algoritmo para solucionarlos.

Mayor evidencia de la participación del lóbulo frontal en el procesamiento matemático, lo proporcionan Carey, Haut, Reminger, Hutter, Theilmann y Kaemingk (2008) quienes examinaron la materia gris y blanca de diferentes regiones cerebrales por medio de la Morfometría Basada el Voxel (VBM por sus siglas en inglés), para identificar discretas diferencias en el volumen cerebral en niños sobrevivientes a la Leucemia Linfoblástica Aguda (ALL). Los análisis de VBM revelaron que a materia blanca del hemisferio derecho es altamente vulnerable al daño que puede provocar la quimioterapia intensiva para la ALL, observándose reducción de la materia blanca en dos regiones específicas: giro medio y superior del lóbulo frontal derecho. Los sobrevivientes de ALL con esta reducción de la materia blanca presentaron un deficiente desempeño en test de atención, habilidades viso-constructivas, flexibilidad mental y tareas matemáticas, en comparación con el grupo de niños sanos.

1.3.5 Dificultades en el Aprendizaje de las Matemáticas

En algunas ocasiones se presentan dificultades en la adquisición de las habilidades necesarias para el procesamiento matemático (Miranda y Gil, 2001) las cuales se han estudiado desde diferentes perspectivas.

Los primeros estudios se realizaron por neurofisiólogos preocupados por el estudio de adultos con dificultades específicas en el cálculo derivadas de una lesión cerebral. Este *enfoque neurológico* sostiene que la base de las dificultades matemáticas es un déficit o disfunción más o menos constante a nivel neurológico (Miranda, Fortes y Gil, 2000); los sistemas que intervienen en el cálculo pueden verse dañados durante su adquisición (discalculia), o bien, una vez adquiridos (acalculia) (Bermejo, 2006).

Bajo la *perspectiva del desarrollo*, Miranda, Fortes y Gil (2000) mencionan que la estimulación que recibe un niño durante las primeras etapas de la vida puede ser decisiva para evitar o favorecer las dificultades en las matemáticas. Entonces se reformula la "teoría modular" de Fodor, tomando en cuenta la plasticidad cerebral como principio para la adaptación y creación de nuevos módulos, que propone este autor para realizar las diferentes funciones cognoscitivas. Desde este punto de vista, durante el desarrollo del individuo se crean módulos para las habilidades matemáticas y se modifican de acuerdo al aprendizaje mediante la plasticidad cerebral. Ya que en esta teoría se basa el desarrollo de las habilidades matemáticas en el aprendizaje, también es importante revisar el ambiente de aprendizaje, así como el desarrollo cognitivo del niño de acuerdo a la edad.

Desde la *perspectiva educativa* se enfatiza la importancia de los factores de tipo educativo como el currículum, la instrucción y el tipo de materiales que se utilizan en ella.

El punto de vista del *Procesamiento Humano de la Información (PHI)* plantea que si se conocen los procesos mentales que se emplean para realizar una operación se podría comprender mejor cómo y por qué se cometen los errores. Este enfoque a diferencia del neurológico, rechaza etiquetar las dificultades en los procesos cognoscitivos. Así, que Miranda, Fortes y Gil, (2000) realizaron una revisión de las dificultades que presentan los niños con Deficiencias en el Aprendizaje de las Matemáticas (DAM) y que principalmente se observan en dos áreas fundamentales para las matemáticas formales: la recuperación rápida de hechos numéricos y las habilidades para resolver problemas de texto complejos que implican oraciones básicas. En cuanto a las deficiencias para recuperar la información, se piensa que podrían deberse a un escaso conocimiento de los principios de conteo, problemas de memoria de trabajo, problemas de atención o a una combinación de estos factores. A continuación se presenta una serie de factores y la manera como podrían influir en las DAM:

- a) Las deficiencias de atención impiden la utilización de estrategias ordenadas y jerarquizadas para seguir los pasos de un algoritmo, así como para aprovechar al máximo la instrucción escolar.
- b) La impulsividad es otro factor implicado a las DAM, ya que a menudo provoca errores por descuido o la aplicación de una operación indebida con objeto de acabar pronto.
- c) Las deficiencias visuoespaciales como diferenciación figura-fondo, discriminación, orientación espacial y memoria visuoespacial obstaculizan la realización de tareas matemáticas que implican diferenciar entre números, memorizar ordenadamente cantidades, alinear números para

realizar operaciones, ordenar números, comprender el valor de la posición de un número, comprender las relaciones espaciales y reproducir figuras geométricas.

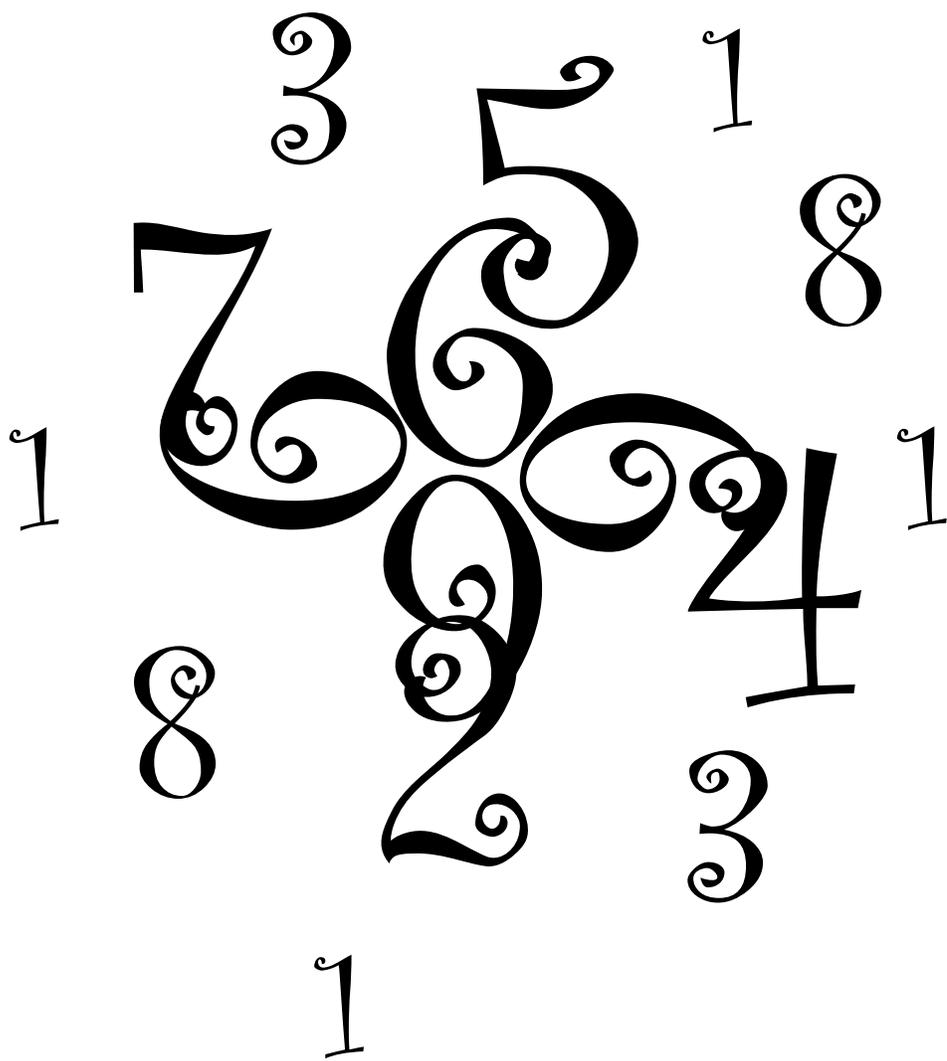
- d) Las dificultades de memoria y procesamiento auditivo se manifiestan al realizar ejercicios orales (cálculo mental) y contar siguiendo una secuencia dada.
- e) La dificultad para mantener información numérica en la memoria de trabajo (aunque no suceda así con información verbal) explicaría el escaso conocimiento de "hechos numéricos" como el reconocimiento rápido de números presentados auditiva o visualmente, dificultades para memorizar y reproducir los grafismos de cada número, dificultades para recordar hechos numéricos o información nueva, incapacidad para recordar una sucesión temporal de números, dificultades para determinar que número va antes o después durante el conteo, realización de cálculos mentales, recordar los distintos pasos implicados en los problemas con varios niveles o varios procesos.
- f) Los problemas en la memoria de trabajo que caracterizan a los alumnos con dificultades para aprender matemáticas, podrían relacionarse funcionalmente con los procesos de orden superior como el sistema ejecutivo de procesamiento central.
- g) Las dificultades en los procesos cognitivos y metacognitivos favorecen el déficit de conciencia acerca de las habilidades, las estrategias y los recursos necesarios para realizar una tarea, fallan en los mecanismos autorreguladores y perseveran en los errores por la aplicación insuficiente de estrategias de autocomprobación del cálculo.

Para resumir este capítulo es importante resaltar que "La habilidad de cálculo" no es propiamente una sola habilidad, ya que está compuesta de varios

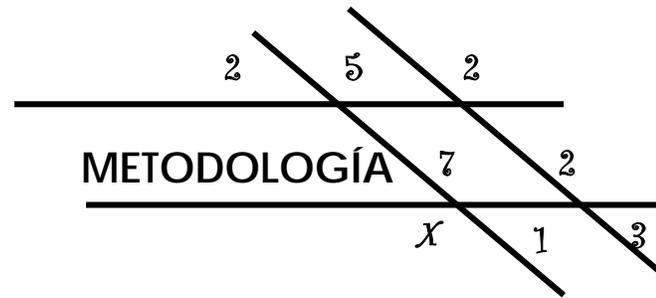
subprocesos que se llevan a cabo en redes neuronales distintas o parcialmente compartidas.

La representación global de cantidades se han observado en animales, niños muy pequeños y personas analfabetas, por lo que parece ser algo innato y tiene como sustento anatómico el segmento horizontal del surco intraparietal de ambos hemisferios; mientras que la representación numérica, el reconocimiento de los números, las operaciones aritméticas y la resolución de problemas, requieren de una larga trayectoria de aprendizaje. A su vez estos procesos pueden dividirse en dos grupos: los que requieren de cálculos exactos y de la participación del lenguaje o recuperación de información verbal; y los requieren de cálculos aproximados como la apreciación de cantidades. El primer grupo necesita la participación de la región inferior del lóbulo frontal izquierdo y del giro angular, mientras que el segundo grupo requiere de mayor activación en el surco intraparietal de ambos hemisferios.

Cuando se presenta alguna dificultad en el aprendizaje de las matemáticas es necesario revisar la ejecución de los diversos procesos cognoscitivos que intervienen en la habilidad de cálculo, los mecanismos de procesamiento verbal y/o gráfico de la información, percepción, producción de la caligrafía, ortografía numérica y algebraica, discriminación visuoespacial, memoria a corto, a largo plazo y espacial, razonamiento sintáctico, mantenimiento de la atención y por supuesto, las funciones ejecutivas, funcionan como mecanismos regulatorios de las habilidades matemáticas.



METODOLOGÍA



2.1 Objetivos

A continuación se presentan los objetivos de este trabajo:

Objetivo General:

- Determinar la relación entre las funciones ejecutivas y el rendimiento en matemáticas en alumnos de bachillerato.

Objetivo Particular:

- Determinar la existencia de diferencias en cuanto a las Funciones Ejecutivas, entre los alumnos considerados de alto, medio y bajo rendimiento en matemáticas según una Prueba Diagnóstica de Matemáticas¹.

2.2 Hipótesis

- Existe relación entre las funciones ejecutivas y el rendimiento en matemáticas en alumnos de bachillerato.
- Existe diferencias en el desempeño de las Funciones Ejecutivas, entre los grupos de alto, medio y bajo desempeño en matemáticas.

¹ La prueba diagnóstica de matemáticas se diseñó de acuerdo a lo contenidos de la materia “Matemáticas IV” del plan de estudios de la Escuela Nacional Preparatoria. Dicha prueba se explica ampliamente en el apartado dedicado a los Instrumentos utilizados.

2.3 Método

2.3.1 Participantes

Debido a los objetivos expuestos para el presente trabajo, la muestra seleccionada fue no probabilística. Los participantes fueron alumnos inscritos en el plantel 8 "Miguel E. Shultz" de la Escuela Nacional Preparatoria. Como criterios generales de inclusión a la muestra se consideraron los siguientes:

- Estar inscrito en quinto grado de bachillerato.
- Tener una edad entre los 16 y 20 años.
- Que su principal actividad fuera el estudio.
- No tener antecedentes de enfermedades neurológicas o psiquiátricas.
- Que al momento de la evaluación no se encuentre bajo medicación que pueda alterar el funcionamiento del sistema nervioso.

Los participantes se asignaron a tres grupos comparativos: alto, medio y bajo rendimiento en matemáticas; utilizando para ello los siguientes criterios:

Grupo de bajo rendimiento:

- Haber reprobado la materia "Matemáticas IV" durante el ciclo escolar 2006-2007.
- Estar cursando nuevamente la materia "Matemáticas IV" en el ciclo escolar 2007-2008, y haberla reprobado en el primer periodo de dicho ciclo.
- Haber obtenido 0 ó 1 acierto en la prueba diagnóstica de matemáticas.

Grupos de medio y alto rendimiento:

- Haber aprobado la asignatura "Matemáticas IV" durante el ciclo escolar 2006-2007 y haber obtenido en ella una calificación de 6 ó 7, para el

grupo de medio rendimiento; y de 9 ó 10, para el grupo de alto rendimiento.

- Haber obtenido en la asignatura "Matemáticas V" en el primer periodo del ciclo escolar 2007-2008, calificaciones de 7 para el grupo de medio rendimiento; y de 10 para el grupo de alto rendimiento.
- Haber obtenido 2-4 aciertos en la prueba diagnóstica de matemáticas, para el grupo de medio y de 5-15 aciertos para el grupo de alto rendimiento.

La muestra quedó conformada por 14 alumnos, 6 hombres y 8 mujeres; 9 del turno matutino y 5 del vespertino. En la Tabla 2.1 se presenta la distribución de los participantes por turno, género y grupo asignado.

Tabla 2.1 **Participantes**

RENDIMIENTO	TURNO MATUTINO		TURNO VESPERTINO		TOTAL
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	
Bajo	1	1	1	2	5
Medio	1	3	1	0	5
Alto	2	1	0	1	4
					14

2.3.2 Instrumentos

Cuestionario de Datos Personales y Académicos

Este cuestionario es una adaptación del formato que se utiliza en el campus Iztacala de la Residencia en Neuropsicología de la Maestría en Psicología para recopilar datos personales y clínicos de los pacientes que se atienden en dicha residencia. Sin embargo, para los fines de esta investigación se incluyeron

preguntas de tipo académico y se eliminaron las referentes a información clínica (ver anexo 1).

Debido a la necesidad de acortar el tiempo de evaluación de los participantes, este cuestionario se utilizó en vez de una entrevista, con la finalidad de obtener información tanto personal como académica que pudiera considerarse factores de peso en el rendimiento en matemáticas, y pudieran confundir a interpretación del valor de las funciones ejecutivas en dicho rendimiento.

Prueba Diagnóstica de Matemáticas

Esta prueba fue elaborada por la Maestra en Ingeniería Nora Gavira Durón, quien es profesora de matemáticas del plantel 8 de ENP. El instrumento está conformado por 15 reactivos basados en el programa de la asignatura Matemáticas IV del plan de estudios vigente en la Escuela Nacional Preparatoria (ver anexos 2 y 5).

Se incluyeron dos tipos de reactivos, los que necesitan la aplicación de conocimientos que se han revisado tanto en la educación secundaria como en la asignatura de Matemáticas IV y que se requieren para cursos posteriores ("Conocimientos Básicos"); y los referentes a información que sólo se revisa en la asignatura Matemáticas IV y que no se requiere para cursos posteriores ("Conocimientos Específicos").

En la tabla 2.2 se presentan los reactivos, así como las unidades y temas del programa de estudios al que pertenecen.

Tabla 2.2 Reactivos de la Prueba Diagnóstica de Matemáticas

REACTIVO	UNIDAD TEMÁTICA	TEMA QUE REPRESENTA	TIPO DE CONOCIMIENTO
1	2	Sistema de Numeración en base 2	Específico
2	4	Binomios y polinomios, simplificación de términos semejantes, productos notables y factorización.	Básico
3	3	Campos de los números reales, reglas de las matemáticas,	Básico
4	3 y 5	Leyes de los exponentes, racionalización, radicales.	Específico
5	3	Exponentes, productos notables, factorización.	Básico
6	5	Productos notables, potencia de binomios, factorización	Básico
7			Específico
8	5	Factorización, ecuaciones de 2º grado	Básico
9 a	7	Ecuaciones de primer grado	Específico
9 b			
10	8	Sistema de Ecuaciones lineales	Específico
11	1	Conjuntos	Básico
12	3	Notación científica	Básico
13	4	División de polinomios	Específico
14	3	Logaritmos	Específico

Para la calificación de la prueba se tomaron en cuenta tanto los aciertos (15 en total) como la causa de los errores; por lo que en conjunto con la Maestra Gavira se clasificaron en dos tipos los errores; el primer tipo se refiere a la falta de conocimiento del tema, por lo que el alumno no contestó el reactivo o utilizó un procedimiento claramente inadecuada para ese reactivo. Si el error se cometió en un reactivo de conocimientos básicos, se denominó "Error de conocimiento Básico"; si el reactivo era de conocimiento específico, el error se llamó "de conocimiento Específico".

El segundo tipo se refiere a los errores que los alumnos cometieron cuando si conocían el tema, pero les faltaba práctica en los ejercicios, omitieron un

número o un signo al momento de resolver o modificaron el procedimiento obteniendo un resultado equivocado. A continuación se definen dichos errores:

- a) Error de Falta de práctica: el alumno conoce el tema pero se equivocó en el procedimiento y se infiere que lograría resolverlo adecuadamente si practicara más.
- b) Error de procedimiento: el alumno conoce el tema pero intenta resolver el problema con un procedimiento alterno al habitual y el resultado es erróneo.
- c) Error de atención: omite una parte del problema para su resolución.

Encuesta de Hábitos y Actitudes Hacia el Estudio (EHAHE)

Brown y Holtzman (1975) construyeron la primera versión de esta prueba en 1964 con el objetivo de proporcionar a los alumnos de secundaria y preparatoria, una manera sistemática y normalizada para indagar algunos de sus sentimientos y prácticas en relación al trabajo escolar; es una medida de los métodos de estudio, la motivación para el estudio y ciertas actitudes hacia las actividades escolares en las aulas.

Es una prueba tipo Likert con 100 reactivos que presentan cinco opciones de respuesta: rara vez, algunas veces, con frecuencia, por lo general y casi siempre (ver anexo 3). La encuesta se subdivide en dos escalas: Hábitos y Actitudes, y cada una de estas se subdivide a su vez en dos subescalas, las cuales se presentan con sus definiciones en la tabla 2.3.

Tabla 2.3 Escalas de la Encuesta de Hábitos y Actitudes Hacia el Estudio

ESCALA	SUBESCALA	DEFINICIÓN
	Evitación del retraso	Mide la rapidez para terminar los trabajos escolares y la facilidad para concentrarse y no perder el tiempo con distracciones inútiles.
	Métodos de Trabajo	Mide el empleo de estrategias de estudio efectivo; la eficacia para hacer los trabajos escolares y la habilidad para estudiar.
Hábitos de Estudio	Combina las dos calificaciones anteriores (evitación del retraso y métodos de trabajo) con el fin de proporcionarte una medida global de la conducta de estudio	
	Aprobación del Maestro	Mide la opinión acerca de los maestros y de las actividades de éstos en el salón de clase.
	Aceptación de la Educación	Mide la aprobación en relación a las metas, prácticas y requerimientos educativos.
Actitudes Hacia el Estudio	Combina las dos calificaciones anteriores (aprobación del maestro y aceptación de la educación), con el fin de proporcionar una medida global de los sentimientos y creencias acerca de la escuela.	
Orientación Hacia el Estudio	Combina las calificaciones de las cuatro escalas básicas, a fin de mostrar una medida única de tus hábitos y actitudes hacia el estudio	

La adaptación al castellano fue realizada en 1968 por investigadores de la Facultad de Psicología de la UNAM, la cual ha sido revisada por distintos países de Latinoamérica. En México, las normas existentes están basadas en una muestra de 275 estudiantes de primer año de la Licenciatura en Psicología de la UNAM y en 281 estudiantes de preparatoria del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey; los percentiles obtenidos mediante esta prueba, son consistentes con las calificaciones de los alumnos; ya que las calificaciones altas en la EHAHE son típicas de estudiantes que obtienen buenas calificaciones

escolares, mientras que las bajas calificaciones son típicas de alumnos que obtienen bajas calificaciones.

Aunque la EHAHE no es una prueba diseñada para medir funciones cognoscitivas ni ejecutivas en sí mismas –más bien éstas pueden englobarse en los hábitos de estudio-, si puede identificar a los alumnos cuyos hábitos y actitudes hacia el estudio sean diferentes de los alumnos que obtienen calificaciones altas y ayudar a comprender a los estudiantes que tienen dificultades académicas.

Utilizar la EHAHE puede proporcionar a este trabajo un marco importante para la interpretación de los resultados, ya que la percepción del contexto escolar y las conductas relacionadas con éste son sumamente importantes para poder comprender el desempeño académico en cualquier asignatura incluyendo las relacionadas con las habilidades matemáticas. Por lo anterior, el análisis de las puntuaciones crudas no se integrará al análisis estadístico central, pues nos interesan primordialmente el efecto de las funciones ejecutivas sobre el desempeño en matemáticas, pero sí será tomado en cuenta como parte del contexto para la interpretación de los resultados.

Escala de Inteligencia Weschler para Adultos (WAIS-III)

Esta escala creada por David Weschler, ha sido reestandarizada en diversas ocasiones, siendo la última revisión en el 2006. Esta prueba es un instrumento clínico de aplicación individual para la evaluación de la capacidad intelectual de adultos que tienen entre 16 y 89 años de edad. La versión III proporciona datos normativos contemporáneos y mexicanos. Consiste en 14 subpruebas que miden facetas diferentes de la inteligencia y por medio de las cuales se obtienen seis puntuaciones compuestas que resumen el desempeño

cognoscitivo del examinado; sin embargo para los análisis estadísticos sólo utilizaremos las puntuaciones crudas de cada subprueba.

Test de Colores y Palabras- STROOP

Esta prueba fue construida por Golden (2001) en el 1975. Fue diseñada para la detección de problemas neurológicos y cerebrales, y la medición del efecto de interferencia de los colores sobre las palabras, ya que los estímulos del STROOP impactan los niveles básicos de la capacidad del sujeto para clasificar la información de su entorno y reaccionar selectivamente a ella.

La prueba está formada por tres páginas, conteniendo cada una 100 elementos distribuidos en cinco columnas de 20 elementos; la primera página está formada por las palabras "ROJO", "VERDE" Y "AZUL", ordenadas al azar e impresas con tinta negra; la segunda página consiste en 100 elementos iguales ("XXXX") impresos en tinta azul, verde o roja; y la tercera página consiste en las palabras de la primera página impresas en los colores de la segunda mezcladas ítem por ítem. La tarea es, en el primer caso, leer todas las palabras lo más rápido que se pueda; en el segundo caso, identificar los colores; y en el tercer caso, identificar los colores con los que están escritas las palabras. Todas las tareas se realizan contra reloj en un tiempo máximo de 45 segundos.

Esta prueba no tiene normas mexicanas, la versión con que se cuenta incluye normas para población española de edades comprendidas de los 7 a los 80 años de edad, por lo que en el presente trabajo se tomaron las puntuaciones crudas para el análisis de los datos.

Test de la Torre de Londres

El test de la Torre de Londres fue elaborado en 1998 por Culbertson, y Zillmer (1999) y es un instrumento neuropsicológico diseñado para medir la solución de

problemas de alto orden, lo que involucra a la habilidad de planeación que requiere a su vez de las habilidades para conceptualizar los cambios, responder objetivamente, generar y seleccionar alternativas y sostener la atención para llegar a dichas metas. La Torre de Londres es una medida sensitiva en la que se ven reflejadas dichas habilidades de planeación.

La administración de la prueba requiere de dos bases de madera con dimensiones aproximadas de 30 x 6 cm, cada una tiene tres astas en las que caben tres, dos y una fichas respectivamente. Sólo se tienen tres fichas (roja, azul y verde) y la tarea consiste en que el examinado acomode las fichas en las astas reproduciendo el modelo establecido previamente por el examinador. Las reglas principales son realizar el menor número de movimientos posibles de las fichas, no tener más de una ficha fuera de las astas y no intentar poner más fichas de las que caben en cada asta.

Los datos normativos de esta prueba se establecieron mediante una muestra canadiense de sujetos. Para los análisis que se requieren en este trabajo, no se utilizarán ni las puntuaciones estándar ni los percentiles, sólo las puntuaciones crudas.

Test de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin-WCST

El Test de clasificación de tarjetas de Wisconsin fue elaborado por Heaton, Chelune, Talley, Kay y Curtis (1997) y puede ser considerado como una medida de la función ejecutiva, que requiere habilidad para desarrollar y mantener las estrategias de solución de problemas para conseguir un objetivo a través de condiciones que implican cambios de estímulos; también requiere estrategias de planificación, utilización de la retroalimentación ambiental, y modulación de las respuestas impulsivas.

El WCST está formado por cuatro tarjetas llamadas estímulo, que serán la base para la clasificación posterior y, 128 tarjetas-respuestas que contienen figuras de

varias formas (cruz, círculo, triángulo o estrella), colores (rojo, azul, amarillo o verde) y número de figuras (una, dos, tres o cuatro). Para la realización de la prueba se deben colocar ordenadas las cuatro tarjetas-estímulo ante el sujeto y éste debe emparejar las tarjetas-respuesta con las tarjetas-estímulo; la manera en que el sujeto debe emparejar las tarjetas no se le indica, sólo se le menciona si lo hizo correcto o no; de esta forma la persona debe encontrar y cambiar las estrategias para emparejar con éxito las tarjetas.

Los baremos del WCST se desarrollaron con población española de edades entre 6 años 6 meses y 89 años, por lo que al no contar con una estandarización a población mexicana, en la presente investigación se utilizaron las puntuaciones crudas para el análisis de resultados.

Como se puede apreciar, cada prueba o subprueba utilizada mide un conjunto de procesos cognoscitivos más o menos delimitados que se interrelacionan durante la resolución de una tarea, por lo que los diferentes valores obtenidos pueden representar sólo un indicador aproximado de algunos de estos procesos cognoscitivos, sin poder ser aislados del todo de los procesos con los que se relacionan. En el caso del WAIS-III y de la Encuesta de Hábitos y Actitudes Hacia el Estudio, el mismo manual proporciona una breve reseña de las habilidades evaluadas en cada subprueba; sin embargo, el Test de la Torre de Londres, el Test de clasificación de Tarjetas de Wisconsin y el Test de Palabras de STROOP, no son tan específicos, por lo que partiendo de la definición general se ha inferido la parte del proceso o conjunto de procesos a los que podrían hacer referencia los puntajes que se obtienen en cada prueba.

Así, el Test de las Tarjetas de Wisconsin, "...puede ser considerado como una medida de las Función Ejecutivas, que requiere habilidad para desarrollar y mantener las estrategias de solución de problemas para conseguir un objetivo a través de condiciones que implican cambios de estímulos; también requiere

estrategias de planificación, utilización de la retroalimentación ambiental, y modulación de las respuestas impulsivas" (Heaton, Chelune, Talley, Kay y Curtis, 1997, pp. 7). A partir de esta definición, se puede inferir que cada puntuación obtenida en la prueba refleja una parte del proceso o del grupo de procesos intercalados:

- Los Errores No Perseverativos, pueden reflejar un uso inapropiado de la retroalimentación del medio para encontrar y cambiar la estrategia necesaria en la resolución del problema;
- Los Errores Perseverativos, muestran una modulación inadecuada de las respuestas impulsivas perseverativas para lograr la inhibición de las estrategias que están siendo utilizadas y poder cambiarlas o adaptarlas a la solución del problema;
- El Número Total de Errores, puede representar la síntesis de los dos errores anteriores, resultando de ello la inflexibilidad cognoscitiva; y
- Las respuestas Perseverativas son un probable reflejo tanto de la dificultad para modular las respuestas impulsivas, como para definir y cambiar la estrategia de solución del problema.

Por otro lado, el Test de la Torre de Londres está diseñado para medir la solución de problemas de alto orden, lo que involucra a la habilidad de planeación que requiere a su vez de las habilidades para conceptualizar los cambios, responder objetivamente, generar y seleccionar alternativas y sostener la atención para llegar a dichas metas" (Culbertson, y Zillmer, 1998). Así:

- El Número de Movimientos realizados, refleja de manera general las habilidades que mide esta prueba; mientras que,
- El Tiempo de Inicio, muestra la velocidad para generar las estrategias y planear la acción antes de iniciarla;

- El Tiempo de Ejecución se puede considerar como un indicador de velocidad para poner en práctica las estrategias planeadas necesarias al solucionar problemas de alto orden; y
- El Tiempo Total se refiere a la velocidad para generar y llevar a la práctica dichas estrategias.

El Test de Palabras de STROOP evalúa el efecto de interferencia de los colores sobre las palabras, que manifiesta la capacidad del sujeto para clasificar la información de su entorno y reaccionar selectivamente a ella (Golden, 2001).

La puntuación de:

- El ejercicio de lectura de palabras, es indicador de lectura automatizada de palabras;
- El ejercicio de denominación de Colores, es un indicador del reconocimiento y denominación de colores; y
- El ejercicio Color/Palabra, refleja la capacidad de reacción selectiva ante la información relevante e inhibición de la información automatizada.

2.3.3 Procedimiento

El muestreo no probabilístico² se realizó por medio de las bases de datos proporcionadas por el Área de Sección Escolar del plantel 8 de la ENP, de las que se obtuvo una relación de alumnos de quinto grado que aprobaron "Matemáticas IV" en el periodo escolar 2006-2007 con calificaciones de 7 y 10 y que repitieron la misma calificación en la materia de "Matemáticas V" el primer periodo del ciclo escolar 2007-2008. También se obtuvo una relación de alumnos que se encontraban recursando la materia de "Matemáticas IV" y repitieron

² Sampieri, H., Collado, C., y Baptista, P. (2004) mencionan que una muestra No Probabilística es la que no requiere que los participantes se elijan al azar, si no que son elegidos de acuerdo a los objetivos y características de la investigación.

calificación reprobatoria en dicha materia, en el primer periodo del ciclo escolar 2007-2008.”

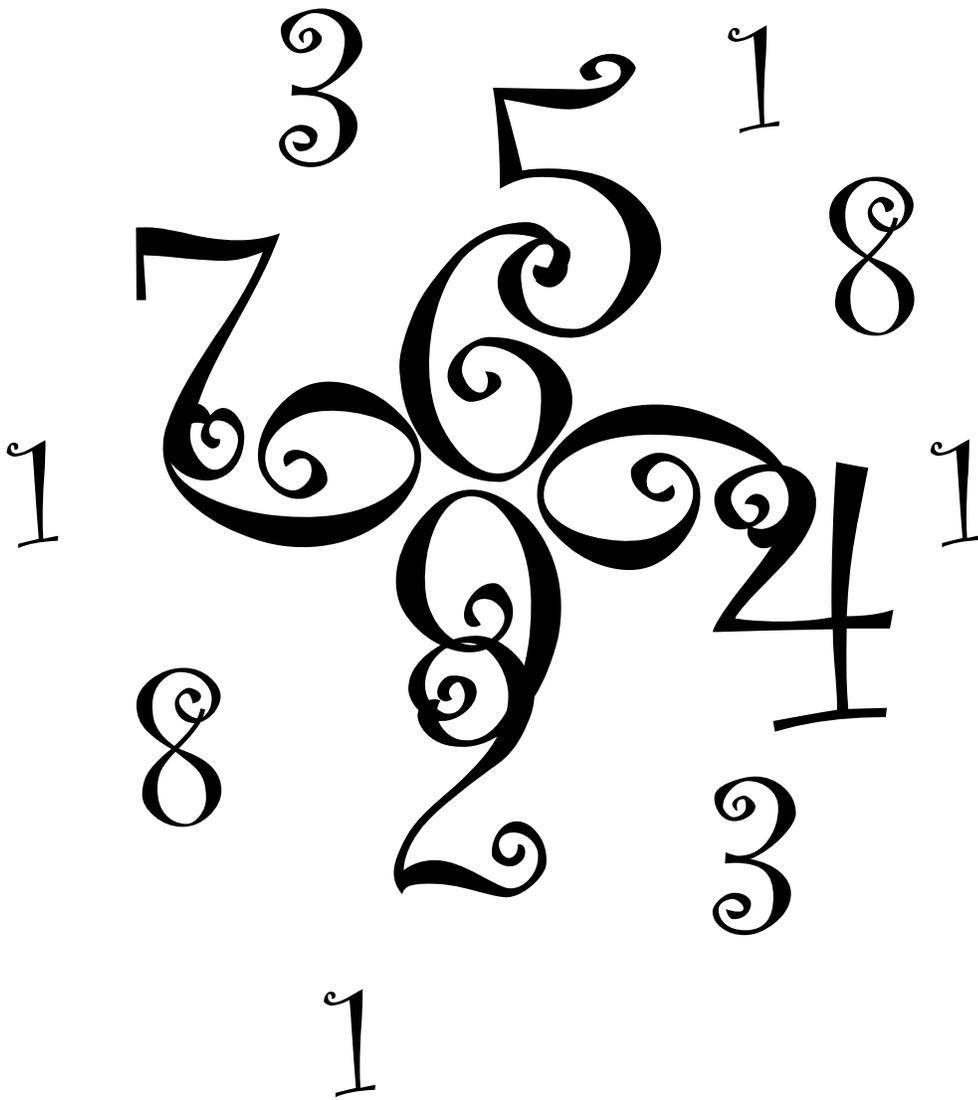
Posteriormente, se visitaron a los alumnos en sus salones de clases con la finalidad de invitarlos a participar en el proyecto, proporcionándoles además una explicación escrita del proyecto y un consentimiento (ver anexo 4), en el que tanto el alumno como sus padres o tutores expresan su acuerdo en participar. El siguiente paso fue citarlos a resolver la Prueba Diagnóstica de Matemáticas, la Encuesta de Hábitos y Actitudes Hacia el Estudio (Brown y Holtzman, 1975), y el Cuestionario sobre sus Antecedentes Personales y Académicos.

Para realizar la evaluación de los participantes se capacitó a doce alumnos de la Licenciatura en Psicología en la aplicación de las pruebas a utilizar. La capacitación fue teórico-práctica en sesiones sabatinas en un periodo seis semanas. Las evaluaciones se realizaron durante los meses de abril y mayo del 2008, asignando a seis evaluadores en el turno de la tarde y seis en el de la mañana los días martes y viernes. Los evaluadores trabajaron en parejas y el tiempo total de evaluación por alumno fue de aproximadamente 7 horas, repartidas en diferentes sesiones de acuerdo al horario disponible de los alumnos y los evaluadores. La principal dificultad que se presentó fue que las evaluaciones se llevaron a cabo en periodo de exámenes y entrega de trabajos del último periodo escolar, esto dificultaba que los alumnos llegaran a las citas y los profesores negaran la salida de sus clases a los alumnos.

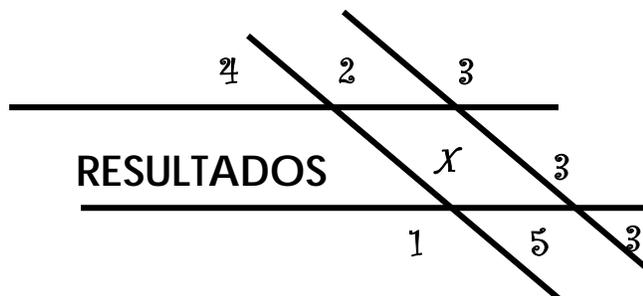
Es importante mencionar que en un inicio se eligieron 45 alumnos, los cuales contestaron el Examen Diagnóstico de Matemáticas; sin embargo al calificar las pruebas se observó que en general el número de aciertos fue muy bajo, dificultando la distribución de los alumnos en los grupos propuestos (alto, medio

y bajo rendimiento en matemáticas) ya que algunos alumnos que originalmente se habían clasificado en el grupo de alto o medio rendimiento, al responder los ejercicios de matemáticas caerían dentro de los de bajo o medio rendimiento; reduciendo el número de sujetos que cumple con los criterios de calificación escolar en las materias Matemáticas IV y V, además de concordar con los aciertos obtenidos en la prueba diagnóstica.

Una vez realizadas las evaluaciones, utilizando las puntuaciones crudas de las pruebas y por medio del programa estadístico SSPS 8.0 para Windows, se realizó un análisis de correlación de Pearson con el fin de observar en forma libre el grado de asociación entre las variables y comprobar la primera hipótesis del presente trabajo. Posteriormente, usando el programa GraphPad Prism, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis, seguida del Test de múltiple comparación de Dunn's como prueba post hoc para, comprobar la existencia de diferencias entre los tres grupos conformados; se optó por esta prueba no paramétrica por contar con pocos casos en cada uno de los grupos, por lo que no fue posible asumir una distribución normal de los datos.



RESULTADOS



Como ya se describió en el apartado de metodología, se utilizaron diversos instrumentos para obtener información personal, académica y de las habilidades cognitivas de los participantes. Tanto el Cuestionario de Datos Personales y Académicos como la prueba Weschler de Inteligencia para Adultos (WAIS-III) funcionaron como filtros para la inclusión de los participantes a la muestra. Todos los participantes obtuvieron un Coeficiente Intelectual de entre 81 y 114 puntos estándar, siendo el promedio general de 96. El promedio por grupos y sus desviaciones estándar se puede observar en la Figura 3.1. En los análisis realizados no se observaron diferencias significativas entre los grupos con respecto al C.I.

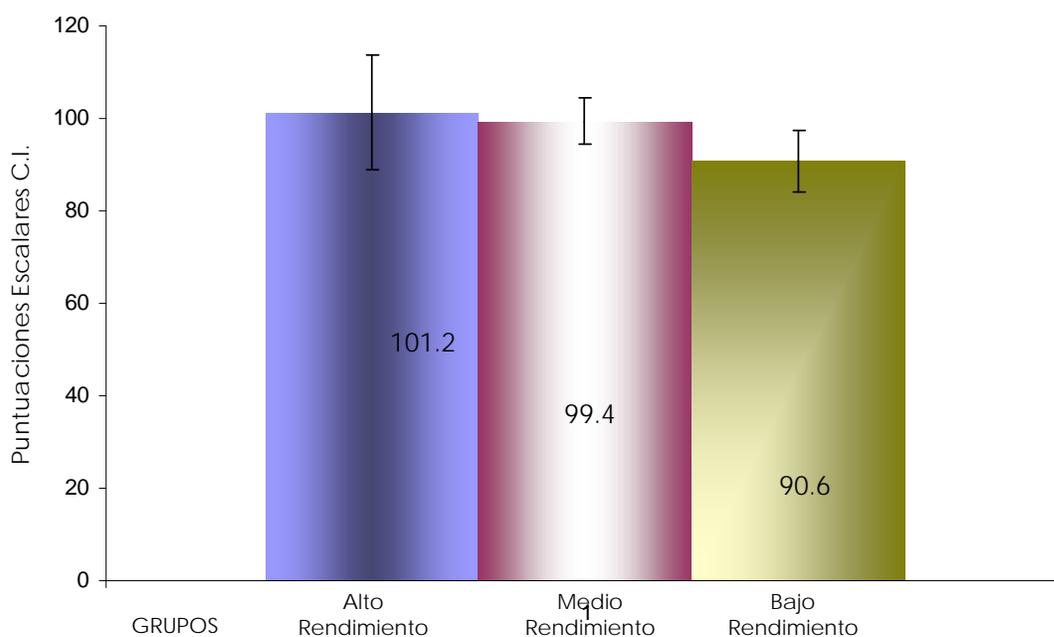


Figura 3.1 Coeficiente de Inteligencia: promedios de los tres grupos

Asimismo, se verificó que los alumnos incluidos no tuviesen antecedentes de enfermedades neurológicas o psiquiátricas, todos reportaron que estudiar era su

principal actividad, ninguno se encontraba bajo medicación que pudiera alterar el funcionamiento del sistema nervioso ni presentó información familiar que pudiera afectar de manera considerable y específica su aprovechamiento en matemáticas.

Una vez confirmada la inclusión de los participantes a la muestra, se retomó el objetivo general de este trabajo: "Determinar la relación entre las funciones ejecutivas y el rendimiento en matemáticas en alumnos de bachillerato". Para cumplir con dicho objetivo, se realizó un análisis de correlación de Pearson con el fin de observar en forma libre el grado de asociación entre las variables.

Tabla 3.1 Asociaciones encontradas entre la Prueba Diagnóstica de matemáticas y los instrumentos que muestran indicadores de Funciones Ejecutivas

VARIABLE		EJERCICIO DE MATEMÁTICAS		
		Aciertos Examen	Error de conocimiento Básico	Error de conocimiento Específico
Torre de Londres	Total de movimientos en Torre	-.554*		.564*
	Tiempo ejecución		.510*	
	Tiempo total		.521*	
Tarjetas de Wisconsin	Errores Wisconsin	-.405*		
	Errores No perseverativos	-.407*		
	Errores Perseverativos	-.401*		
	Respuestas Perseverativas	-.422*		
WAIS-III	Índice de Memoria de Trabajo (MIT.)		-.729**	-.631*
	Aritmética		-.646*	
	Letras y números	.603*		-.750**

Nota: Análisis de Correlación de Pearson *p<0.05, **p<0.01

En la tabla 3.1 se presentan las correlaciones entre los valores de Aprovechamiento en Matemáticas (número de aciertos, errores por falta de conocimiento básico y errores por falta de conocimiento específico de la Prueba Diagnóstica de Matemáticas) y los valores de las pruebas STROOP, Torre de Londres, Tarjetas de Wisconsin y Memoria de Trabajo del WAIS-III.

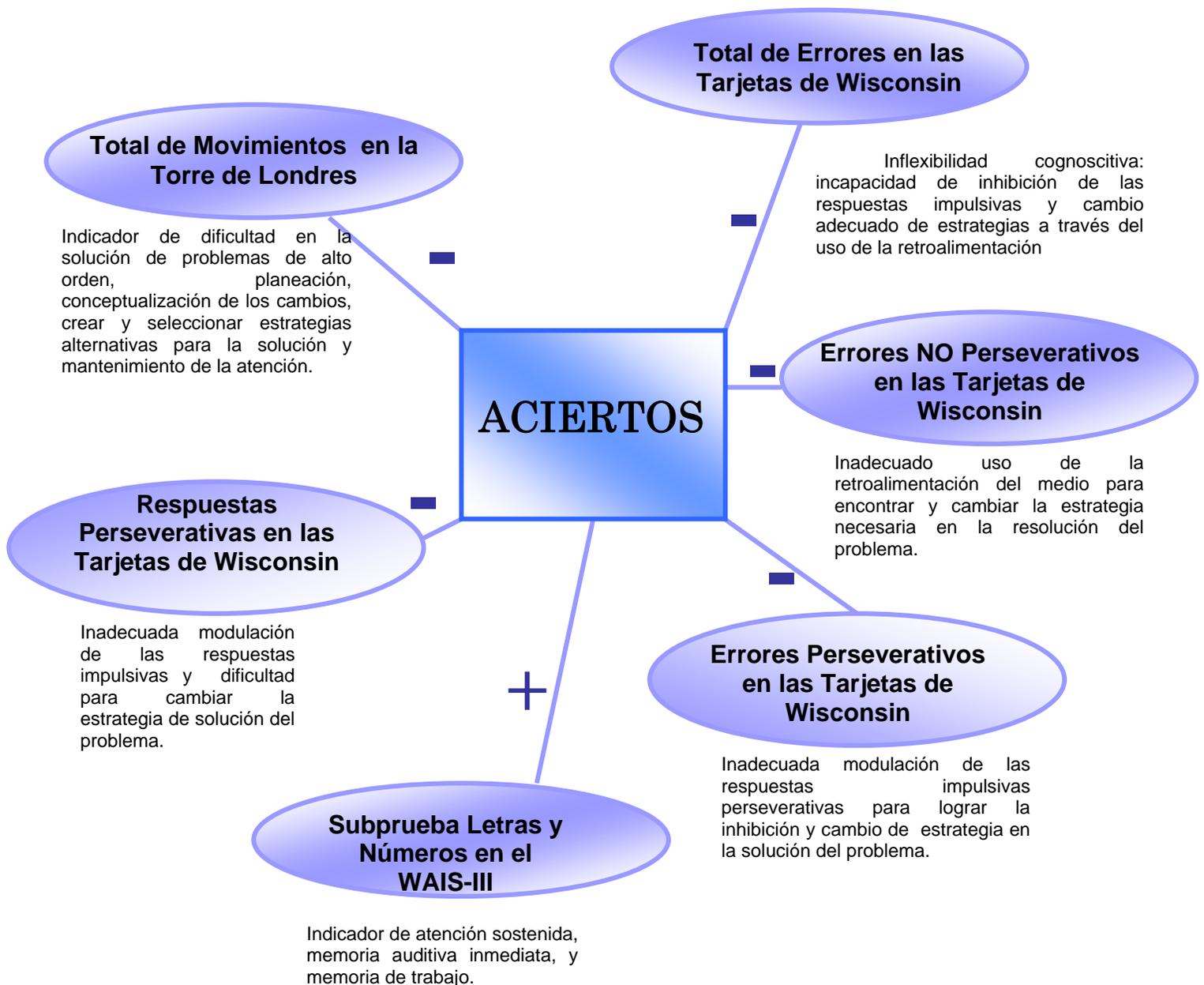


Figura 3.2 Relaciones entre los Aciertos en la Prueba Diagnóstica de Matemáticas e indicadores de Funciones Ejecutivas

En la figura 3.2 se muestran las relaciones que involucran a los aciertos junto con las inferencias acerca del conjunto de procesos que miden cada una de las puntuaciones, indicando con un signo de "+" si se trata de una correlación positiva y "-", si es negativa. Se puede ver que cuando aumenta el número de aciertos en la Prueba Diagnóstica disminuye número de Movimientos en la torre de Londres y el número total de errores (al igual que los errores perseverativos y no perseverativos) y respuestas perseverativas en las tarjetas de Wisconsin. Al aumentar los aciertos, aumentan también el puntaje de la sub prueba de Letras y Números del WAIS-III.

Por tanto, un alumno que obtuvo mayor número de aciertos en la Prueba Diagnóstica de Matemáticas, presenta mejores habilidades de memoria de trabajo, solución de problemas de alto orden, sostenimiento de la tención, planeación, y flexibilidad cognoscitiva, que se manifiesta por medio de la

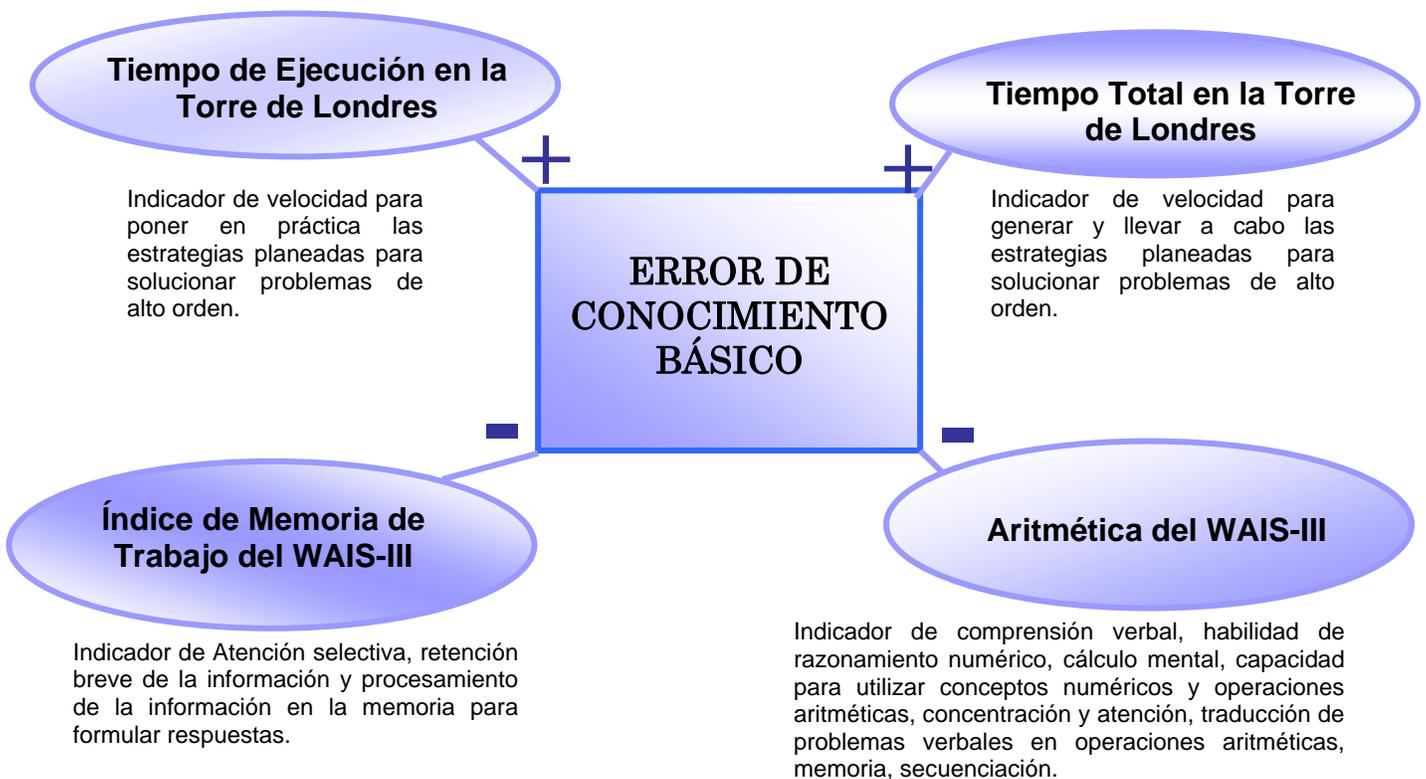


Figura 3.3 Relaciones entre los Errores de Conocimiento Básico en la Prueba Diagnóstica de Matemáticas y algunas Funciones Ejecutivas

inhibición y modulación de las respuestas impulsivas, el uso adecuado de la retroalimentación del medio, y la generación, selección y modificación de las estrategias para la resolución.

Si bien las relaciones encontradas a partir de los Aciertos generan información que apoya la hipótesis planteada, son los errores los que dan mayor sentido a estas relaciones; por ello, en la Figura 3.3 se muestran las correlaciones significativas encontradas a partir de los Errores de Conocimiento Básico de la Prueba de Matemáticas. Estos errores correlacionaron positivamente con el Tiempo Total y Tiempo de Ejecución empleado para los ejercicios de la Torre; y se relacionan en forma negativa con el Índice de Memoria de Trabajo (que integra el proceso de Atención Selectiva y a la Memoria de Trabajo en sí misma) y la subprueba de Aritmética del WAIS-III; de tal forma, cuando un alumno comete este tipo de errores, por lo general emplea más tiempo para

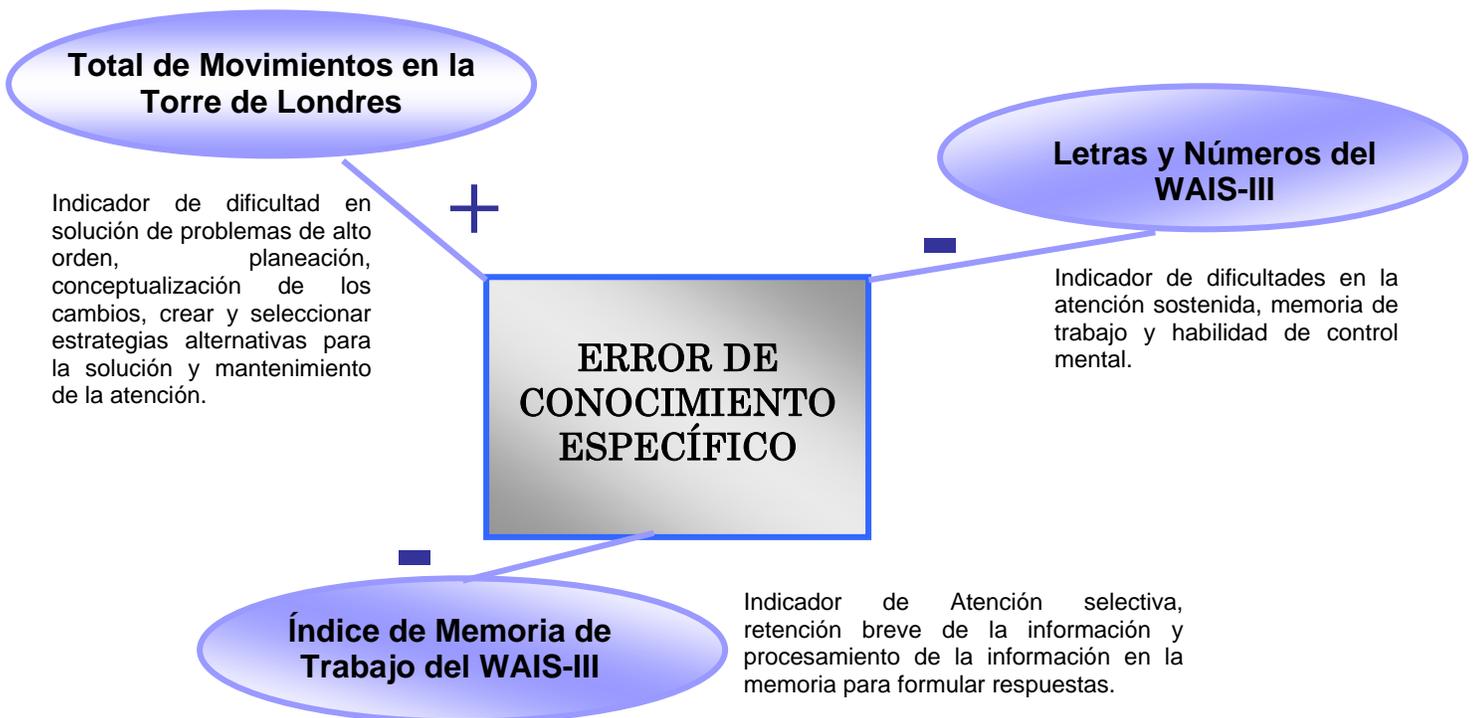


Figura 3.4 Relaciones entre los Errores de Conocimiento Específico en la Prueba Diagnóstica de Matemáticas y algunas Funciones Ejecutivas

generar y llevar a cabo las estrategias necesarias para solucionar problemas de alto orden, además de que se le dificultará seleccionar de manera eficiente los estímulos relevantes y realizar ejercicios de aritmética básica.

Los Errores de Conocimiento Específico, correlacionaron positivamente con el número de Movimientos de la Torre y negativamente con el Índice de Memoria de Trabajo y la sub prueba Letras y Números (Figura 3.4). Cuando aparecen estos errores, se observa una mayor dificultad en la planeación, en la solución de problemas de alto orden, en el proceso de selección de los estímulos adecuados, en el sostenimiento de la atención, la memoria de trabajo y

Tabla 3.2 Asociaciones encontradas entre la Prueba Diagnóstica de matemáticas y los instrumentos que miden Funciones Ejecutivas, Hábitos de Estudio y escalas del WAIS-III

VARIABLES		PRUEBA DE MATEMÁTICAS			HÁBITOS DE ESTUDIO						
		Aciertos	Error de Conocimiento Básico	Error de Conocimiento Específico	Error de Atención	Evitación o retraso del estudio	Métodos de trabajo	Hábitos de estudio	Aceptación de la educación	Actitud hacia el estudio	Orientación hacia el estudio
STROOP	Palabra				-.550*	.633*	.670*	.702**			.627*
WAIS-III	Aritmética					-.806**		-.707**	-.845**	-.767**	-.769**
	Información	.570*	-.715**	-.656*	.550*						
	Índice de Comprensión Verbal (I.C.V.)		-.545*		.621*						
	Vocabulario				.624*						
PRUEBA DE MATEMÁTICAS	Error de Conocimiento Básico					.638*					

Nota: Análisis de Correlación de Pearson *p<0.05, **p<0.01

habilidad de control mental; así como también se presentan dificultades para darse cuenta de la necesidad de un cambio de estrategia y crear o seleccionar la estrategia adecuada.

La tabla 3.2 presenta las correlaciones encontradas entre las puntuaciones de las pruebas aplicadas, que proporcionan información adicional para la comprensión de las relaciones hipotetizadas.

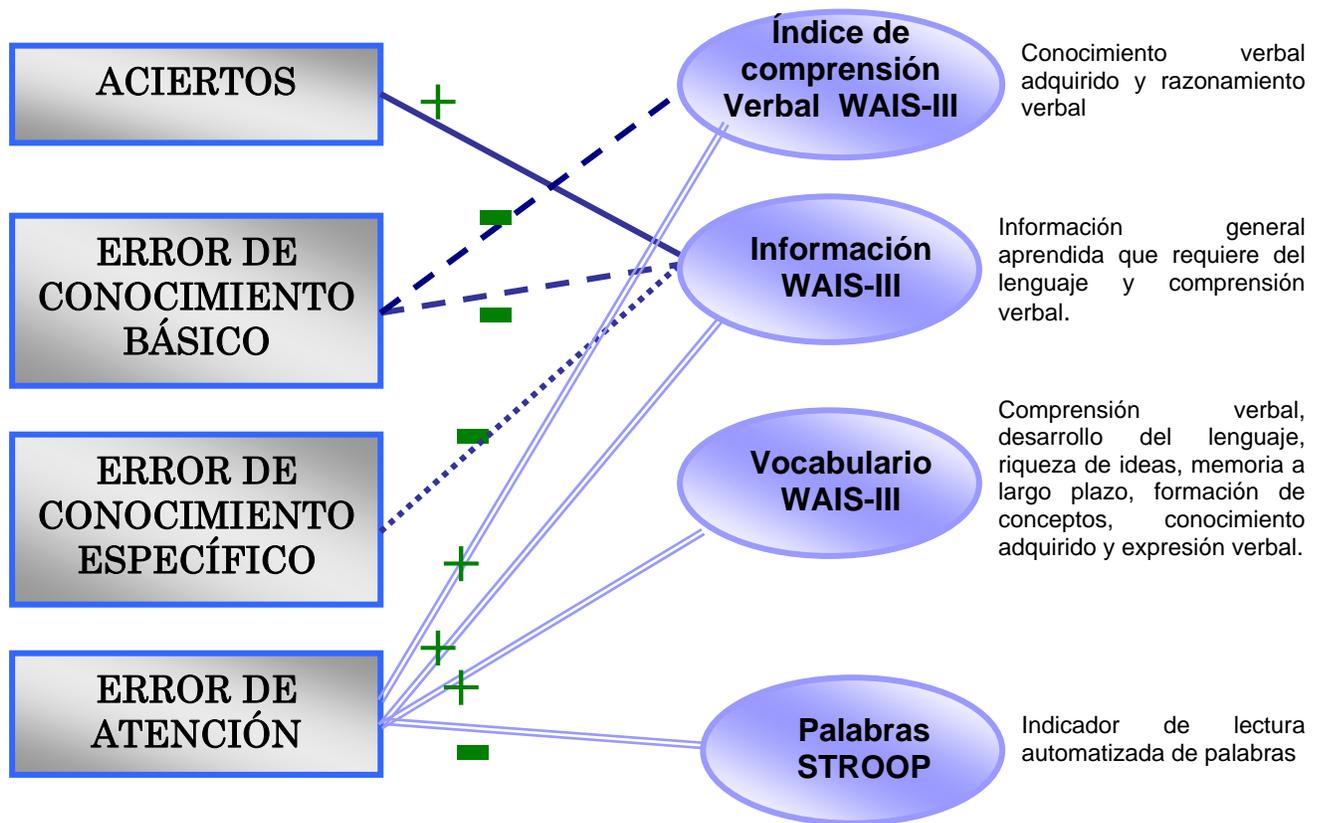


Figura 3.5 Relaciones que muestran la función mediatizadora del lenguaje en las Habilidades Matemáticas.

El primer grupo, que no se remarca en negritas y posteriormente en la Figura 3.5, hace referencia a las relaciones encontradas entre los indicadores de rendimiento en matemáticas (aciertos y errores) y de comprensión de lenguaje

verbal (Información, Índice de Comprensión Verbal, Vocabulario) y de lectura Automatizada (lectura de palabras de la prueba de STROOP); mostrando a mayor número de aciertos, los alumnos presentan mejor comprensión y consolidación de la información verbal que se representa en el conocimiento general.

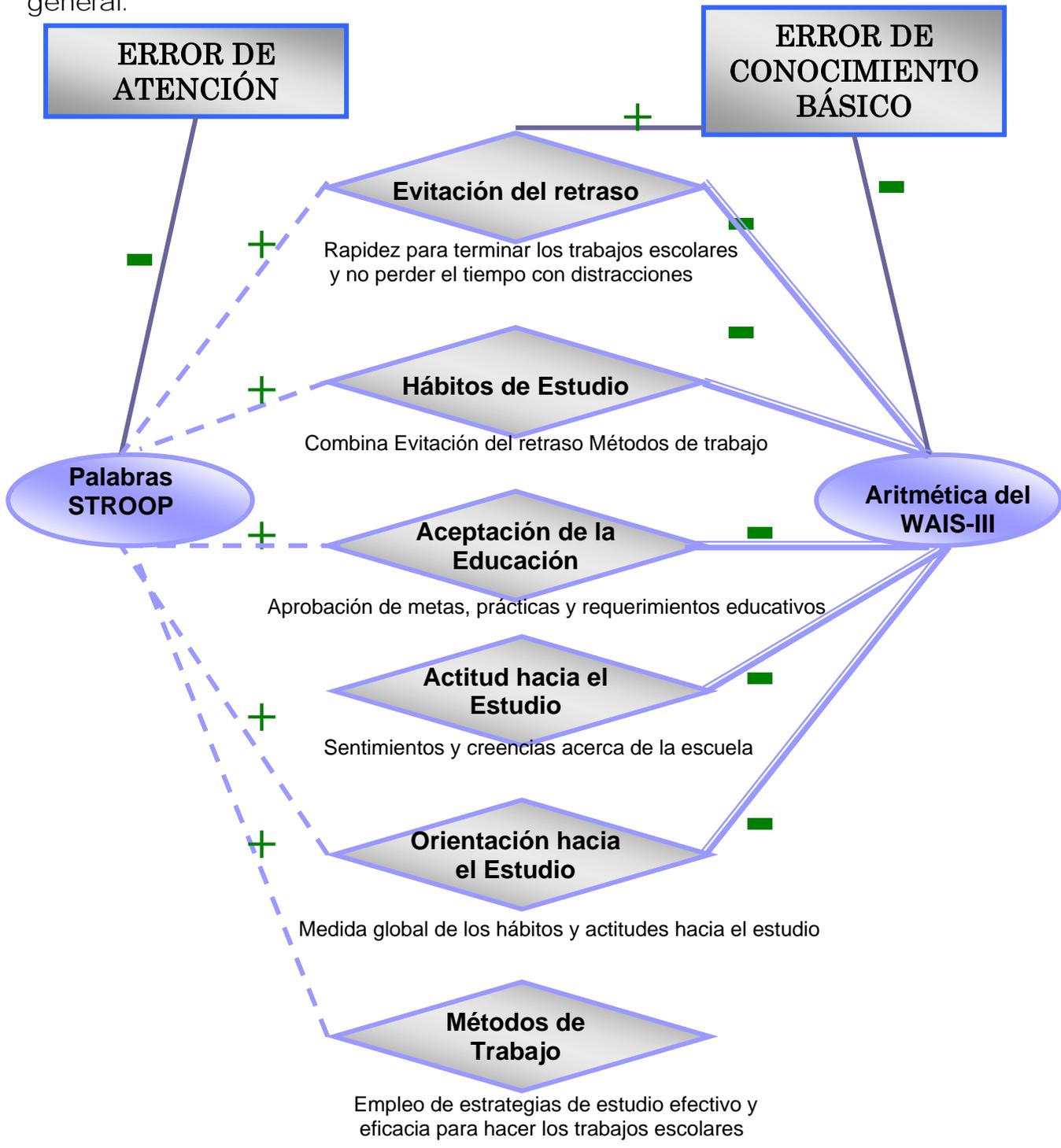


Figura 3.6 Los Hábitos de Estudio en el procesamiento Aritmético y la lectura de palabras.

En el caso de los Errores de Conocimiento Básico y Específico, se observa un decremento de las habilidades verbales cuando éstos aumentan. Los Errores por falta de Atención en el procedimiento, se observaron relacionados positivamente con la subprueba de Información, el Índice de Comprensión Verbal, y la subprueba de Vocabulario del WAIS-III; y negativamente con la subprueba de palabras del STROOP.

El siguiente grupo de correlaciones, marcadas en negritas en la tabla 3.2 y representadas también en la figura 3.6, son las encontradas entre los indicadores de aprovechamiento en matemáticas, la subprueba de palabras de la prueba de STROOP y la subprueba de Aritmética del WAIS-III. La lectura automatizada evaluada por medio del ejercicio de Palabras del Test de STROOP, se encontró relacionada positivamente con varias escalas de la Encuesta de Hábitos y Actitudes Hacia el Estudio (*EHAHE*), dejando ver la importancia de los Hábitos de Estudio para el aprendizaje automatizado de elementos verbales; sobre todo, la capacidad para concentrarse, la rapidez y las estrategias para terminar un trabajo; así como la aprobación de metas, prácticas y requerimientos educativos.

La subprueba de Aritmética correlaciona negativamente con alta significancia ($p < 0.01$) con las escalas de Evitación, Hábitos de Estudio, Actitud hacia la Educación, Actitud hacia el Estudio y la Orientación hacia el estudio. Así, a mayor habilidad para resolver problemas de Aritmética básica, disminuye la rapidez para terminar los trabajos escolares, la habilidad para no perder el tiempo con distracciones, la aprobación de metas, prácticas y requerimientos educativos, los sentimientos y creencias positivas acerca de la escuela, el empleo de estrategias de estudio efectivo y la eficacia para hacer los trabajos escolares.

En la figura 3.6 se presenta también una correlación entre la subprueba de Aritmética y los Errores de Conocimiento Básico, corroborando que dicha prueba contiene elementos de aritmética básica en comparación con la Prueba Diagnóstica que está compuesta por ítems que necesitan de otros procesos que organicen y moderen la conducta dirigida a una meta (como lo demuestran las relaciones encontradas entre los Aciertos y Errores de Conocimiento Específico con algunos indicadores de Funciones Ejecutivas).

Por último, se encontró una correlación positiva entre los Errores de Conocimiento Básico y la Escala de Evitación del Retraso de los Hábitos de Estudio; proponiendo que cuando los alumnos no tienen bien consolidados los conocimientos básicos de aritmética, suelen comenzar más pronto la tarea a realizar.

Por otro lado, partir de los puntajes obtenidos en la prueba diagnóstica de Matemáticas, la muestra fue dividida en tres grupos: alto ($n=4$), medio ($n=5$) y bajo rendimiento en matemáticas ($n=5$), mismos que fueron comparados con la prueba de Kruskal-Wallis, seguida de la *post hoc* de Dunn. De acuerdo con lo anterior, se encontró en primer lugar, que el Tiempo de Ejecución [$K-W_{(3,11)}= 7.311, p<0.05$] y el Tiempo Total [$K-W_{(3,11)}= 8.143, p<0.05$] de la Torre de Londres fueron significativamente mayores en el grupo de bajo que en el grupo de alto rendimiento (Figura 3.7 A y 3.7 B), mostrando que los alumnos con bajo rendimiento tardan más tiempo para generar y llevar a cabo estrategias de resolución de un problema complejo, a diferencia de los alumnos con mejor rendimiento que son más veloces.

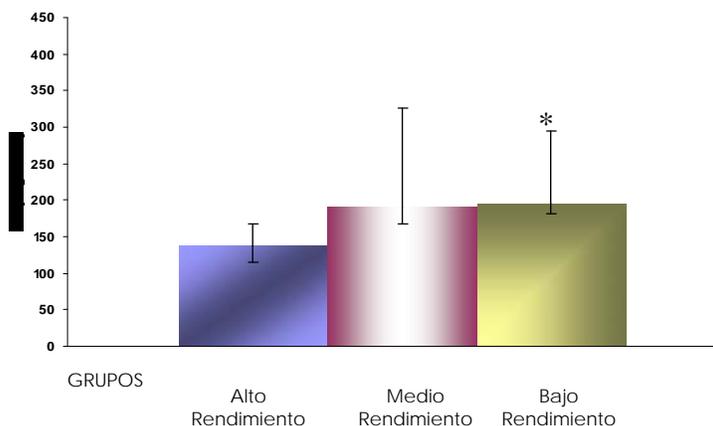
Los Errores registrados en la aplicación de las tarjetas de Wisconsin, presentaron una diferencia significativa entre los alumnos de medio y bajo rendimiento, siendo mayores en el grupo de bajo [$K-W_{(3,11)}= 7.514, p<0.05$] (Figura 3.7 C); así

que al parecer, son los alumnos de medio rendimiento quienes presentan mejor flexibilidad cognoscitiva.

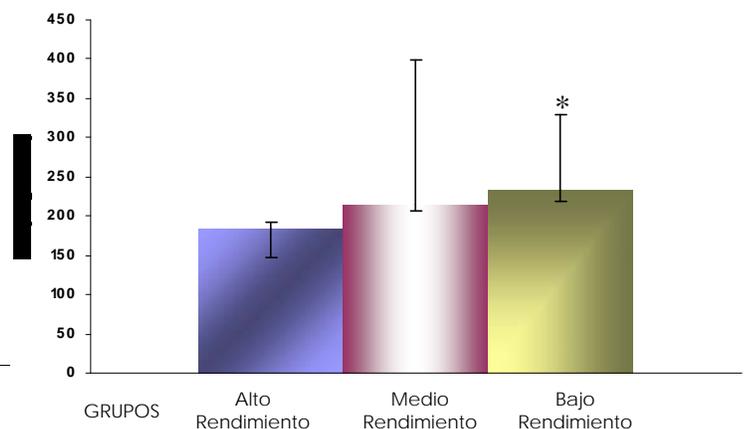
Los errores de conocimiento básico [$K-W_{(3,11)}= 6.581, p<0.05$] y conocimiento específico [$K-W_{(3,11)}= 9.619, p<0.01$] en la prueba diagnóstica de Matemáticas, fueron significativamente más altos en el grupo de bajo rendimiento que en el alto (Figura 3.7 D Y 3.7 E, respectivamente); lo cual es totalmente lógico puesto que a mayor número de errores (básicos o específicos) hay un menor número de aciertos, que fue el parámetro para dividir a los grupos.

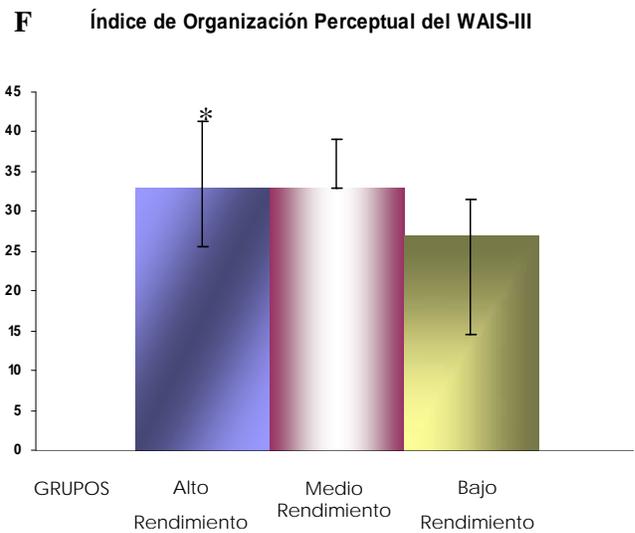
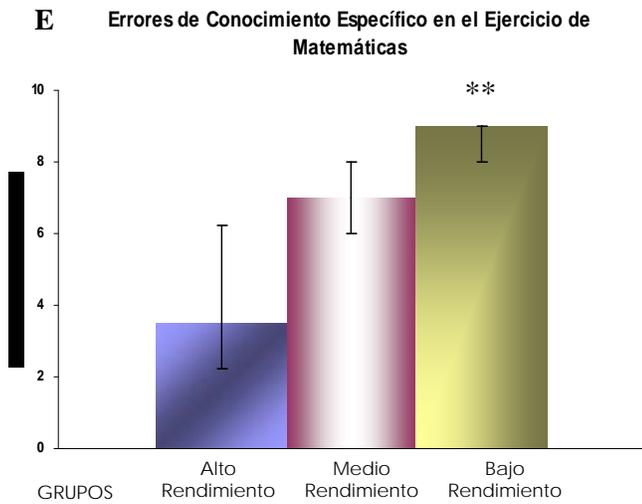
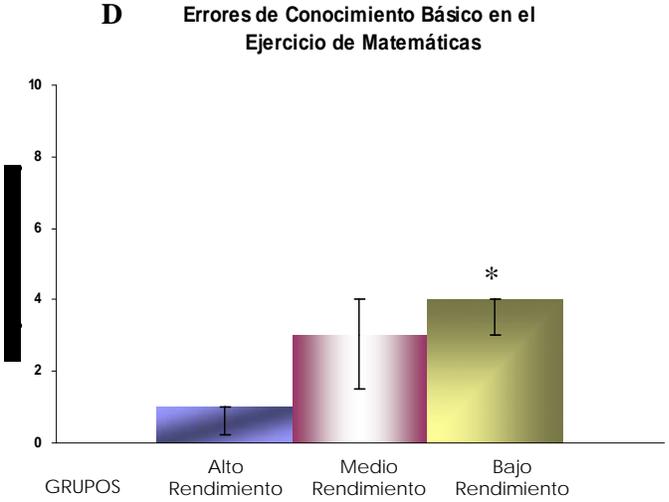
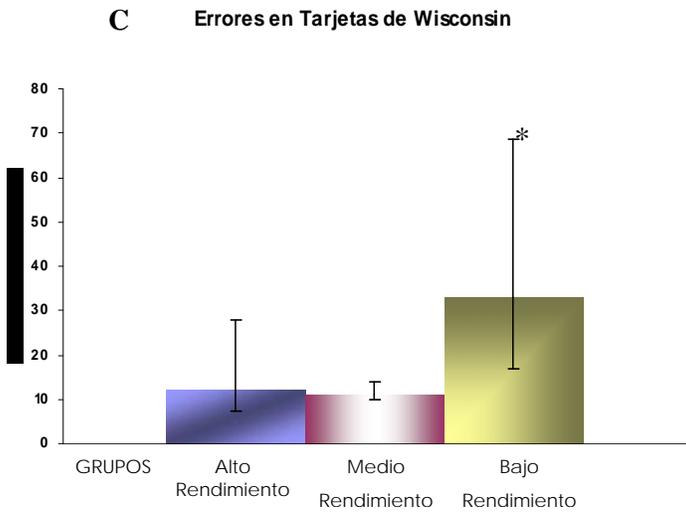
Finalmente, el índice de Organización Perceptual del WAIS-III, fue significativamente más alto en el grupo medio, que en el de bajo rendimiento [$K-W_{(3,11)}= 7.698, p<0.05$] (Figura 3.7 F), significando que el grupo de medio rendimiento presentan ligeramente mejores habilidades de razonamiento no verbal, atención al detalle, integración visomotora y solución de problemas visuoespaciales.

A Tiempo de Ejecución en la Torre de Londres

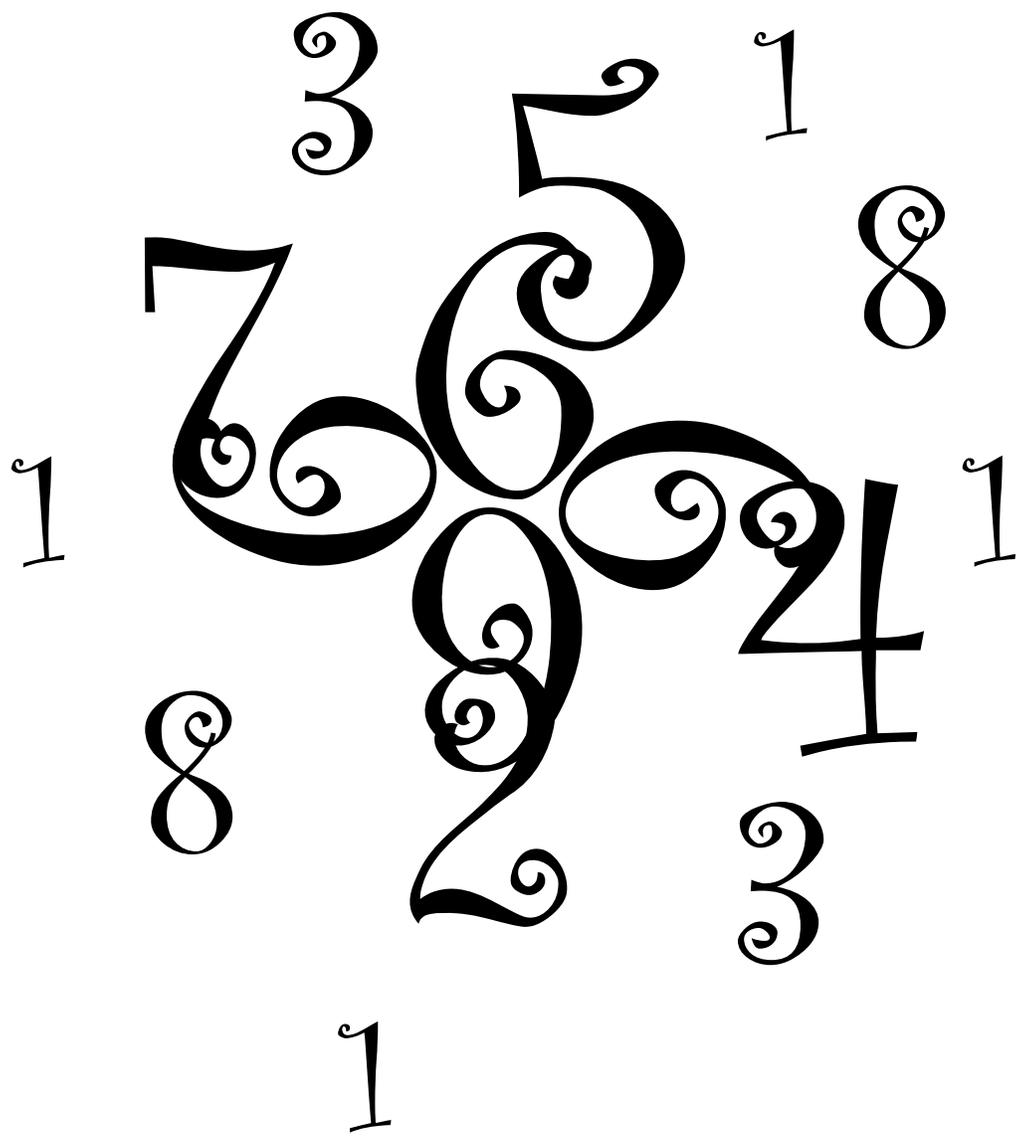


B Tiempo Total de la Torre de Londres

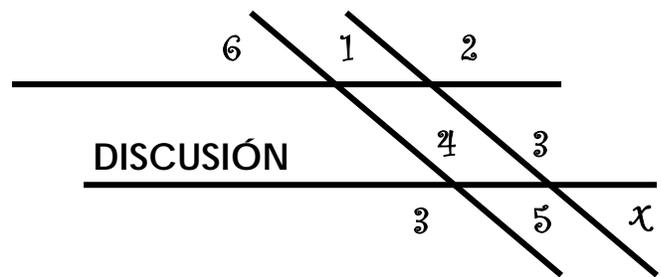




Gráficas 3.7 A, B, C, D, E y F. Se muestran las medianas \pm los rangos intercuartílicos, así como el grupo significativamente más alto al realizar la prueba *post hoc* de Dunn (* $p < 0.05$ y ** $p < 0.01$) que compara los grupos Alto, Medio y Bajo rendimiento en matemáticas en las siguientes subpruebas: A Tiempo de Ejecución y B. Tiempo Total en la Torre de Londres; C. Errores en las Tarjetas de Wisconsin; D. Errores de Conocimiento Básico y E. Errores de Conocimiento Específico de la Prueba de Matemáticas; y por último, F. Índice de Organización Perceptual del WAIS-III.



DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES



Aun cuando en diversas investigaciones (Montero, Villalobos y Valverde, 2007; Cupani y Gnavi, 2007; Schweinle, Turner y Meyer 2008; Miñano, Cantero y Castrejón, 2008; Montero, Villalobos y Valverde, 2007) se menciona que la inteligencia es un factor clave que participa en el rendimiento académico, en este trabajo, no es la variable inteligencia la que puede darle algún sentido al rendimiento en matemáticas en la muestra tomada del plantel 8 de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP).

Una posible explicación para no encontrar diferencias significativas de inteligencia entre los grupos, es la selección que se hace de los alumnos que ingresan al bachillerato, pues deben aprobar un examen de un elevado grado de dificultad, y que tratándose de la ENP se requiere obtener una alta calificación en dicho examen para poder ingresar, lo cual favorece que la población estudiantil de ésta institución tenga en su mayoría Coeficientes de Inteligencia dentro de los rangos promedio.

Son precisamente los alumnos de recién ingreso los que presentan el mayor índice de reprobación en la asignatura de Matemáticas IV tanto en los cursos regulares como en los exámenes extraordinarios. Estos alumnos que en su mayoría tienen entre 14 y 16 años comienzan a formar parte de una comunidad universitaria que como mencionan Barceló, Lewis y Moreno (2006) se les presenta como un nuevo mundo con muchas posibilidades a elegir, en el que la libertad puede representar un arma de doble filo, pues sin coordinador de disciplina, sin timbres, sin controladores escolares, algunos se descontrolan; no

estudian lo suficiente, dejan de ir a clases, no organizan el tiempo y así, poco a poco, pueden ir teniendo problemas serios de rendimiento académico.

Este nivel educativo, comparado con el de la educación media básica, los enfrenta cada vez más a su propia iniciativa, a la toma de decisiones y a la planificación. Un inadecuado o inexistente entrenamiento en las Funciones Ejecutivas por parte de los adultos que asumieron el rol de auxiliar ejecutivo en la infancia, o una deficiente aplicación de estas funciones en un nuevo ambiente escolar, aunado al refinamiento de funciones cognitivas de alto nivel derivado del reciente podado sináptico que se presentan después de la pubertad , podría favorecer la aparición de dificultades en el aprendizaje escolar en las áreas de conocimiento que requieren de habilidades como el control inhibitorio, rapidez en el procesamiento, la flexibilidad cognoscitiva, memoria de trabajo, toma de decisiones, atención selectiva y solución de problemas.

Lo anterior tal vez sea uno de los factores que contribuyen a la alta reprobación de la asignatura Matemáticas IV, situación que disminuye con la experiencia que los alumnos adquieren al regular su aprendizaje en el sistema educativo; pues como mencionan Miranda, Fortes y Gil (2000) los módulos cognoscitivos creados durante desarrollo se modifican a partir del aprendizaje.

Conforme los alumnos se relacionan con el ambiente educativo, adquieren mayor experiencia en el manejo de su conducta dentro de este nivel y de la manera en que aprenden (meta aprendizaje), utilizan adecuadamente sus experiencias pasadas y la retroalimentación del ambiente escolar (maestros, compañeros, padres, etc.) para regular su conducta y lograr las metas académicas propuestas. Para entonces, ya han asimilado conocimientos y habilidades en otras asignaturas que favorecen el razonamiento matemático y no verbal; como por ejemplo Lógica, Dibujo, Física, Química, etc.

A partir de lo anterior se puede decir que los alumnos de recién ingreso al bachillerato podrían ser especialmente susceptibles a fallas en el Funcionamiento Ejecutivo y que éstas puedan mejorar durante la experiencia escolar en los siguientes años.

En el presente trabajo se comprobó la existencia de relaciones entre algunos indicadores de Funciones Ejecutivas y el Rendimiento en Matemáticas, representados por los aciertos y errores de una prueba diagnóstica. Estas relaciones confirman la necesidad de desarrollar la flexibilidad cognoscitiva para poder pasar de acciones o estrategias aplicables a problemas conocidos, hacia la creación de nuevas estrategias para problemas poco conocidos.

Los procesos de autorregulación se asocian directamente a los aciertos que un alumno puede tener en una prueba de matemáticas, no se relacionan a los errores que se comenten cuando se requiere usar información conocida, y presentan una relación negativa con los errores al resolver problemas que requieren del uso de información nueva o poco conocida.

Cuando el alumno debe resolver problemas usando información ya conocida, no necesita de la participación del Sistema de Atención Supervisor (SAS), puesto que no hay razón para generar respuestas nuevas. Sin embargo, si se encuentra ante una tarea matemática que requiere poner en práctica nuevos conocimientos, entonces se requiere de la activación del SAS para evaluar la estrategia que se está utilizando, darse cuenta de la necesidad de cambio de estrategia, suprimir las respuestas habituales o perseverantes, generar o modificar estrategias para la solución del problema, seleccionar la estrategia adecuada, planear la conducta en función de la estrategia elegida, monitorizar si la nueva estrategia está funcionando y utilizar la retroalimentación para volver a adaptar sus estrategias y lograr resolver el problema planteado.

Este proceso de autorregulación que favorece la flexibilidad cognoscitiva para solucionar problemas de alto nivel, y en el que se observan las Funciones Ejecutivas subyacentes, también se pone de manifiesto en los resultados del trabajo de Valle, Núñez, Cabanach, González, Rodríguez, Rosario, Cerezo y Muñoz (2008, pp.724), quienes encontraron relación directa entre el aprendizaje autorregulado y el aprovechamiento escolar; definiendo el aprendizaje autorregulado como "un proceso activo en el que los estudiantes establecen los objetivos de aprendizaje y monitorean, regulan y controlan sus cogniciones, motivaciones y conductas, para alcanzar los objetivos planteados", lo que definitivamente tiene que ver con el uso (tal vez más conciente) de los procesos del SAS.

Al comparar a los alumnos según su rendimiento en matemáticas, son los de rendimiento medio quienes comparados con los de bajo rendimiento presentan indicios de mejor flexibilidad cognoscitiva, razonamiento no verbal, atención al detalle, integración visomotora y solución de problemas visuoespaciales. Estas diferencias hacen suponer que los alumnos de medio rendimiento son quienes mejor integran la información no verbal y regulan su conducta académica. Situación lógica si se toma en cuenta que generalmente, la atención de los profesores en clase y los programas institucionales para mejorar o potencializar las habilidades, están dirigidos a alumnos de bajo y alto rendimiento; dejando de cierta forma desatendidos a muchos alumnos "regulares" quienes probablemente sean los que deben regular su comportamiento académico y aprendizajes con poca ayuda de profesores y de la institución educativa.

Los resultados encontrados sugieren que la participación de las habilidades de atención selectiva y sostenida en el proceso de autorregulación que impactan en el rendimiento académico, pues sin una forma adecuada de seleccionar sólo la información importante, inhibir la innecesaria y sostener la atención, sería

imposible realizar el proceso de regulación explicado arriba; así, es lógico que un número elevado de aciertos en la prueba de matemáticas se relacione positivamente a indicadores de estas dos habilidades atencionales, mientras que los errores se relacionan negativamente con ellas. Coherentemente a estos resultados, Valle, Núñez, Cabanach, González, Rodríguez, Rosario, Cerezo y Muñoz (2008) encontraron que los alumnos poco reguladores se observaban desatentos y con alta susceptibilidad a la distracción.

La adecuada integración de los procesos anteriores, en conjunto con la recuperación y uso conveniente de los conocimientos básicos previamente aprendidos, aumenta la rapidez para solucionar los problemas complejos; por ello, al comparar los alumnos de alto rendimiento con los de bajo, se encontró una diferencia significativa en la velocidad de procesamiento para generar y llevar a cabo estrategias de resolución de un problema complejo; y cuando los alumnos cometen más errores al procesar información conocida necesitan más tiempo para decidir si deben o no cambiar de estrategia y poner en marcha todo el mecanismo del SAS, enlenteciendo el procesamiento. Esta diferencia la habían encontrado ya Barceló, Lewis y Moreno (2006).

La relación directa entre los errores de conocimiento básico y la prueba de Aritmética del WAIS-III proporcionan un sentido a las inexistentes relaciones entre los aciertos y errores de conocimiento específico con la subprueba de Aritmética, pues éstos requieren de procesamiento matemático complejo y no básico como la Aritmética del WAIS-III¹.

¹ La subprueba de Aritmética del WAIS-III es un Indicador de comprensión verbal, habilidad de razonamiento numérico, cálculo mental, capacidad para utilizar conceptos numéricos y operaciones aritméticas, concentración y atención, traducción de problemas verbales en operaciones aritméticas, memoria, secuenciación (Simmernan, 1986).

En relación a las habilidades matemáticas, es importante recordar la necesaria participación del hemisferio cerebral izquierdo, ya que el área del lenguaje se requiere para nombrar los números y recuperar la información aritmética que se aprendió mediante automatizaciones verbales (Alonso y Fuentes, 2001; y Jacobovich, 2006); esta participación mediatizadora del lenguaje en las habilidades aritméticas se muestra en las relaciones encontradas entre los indicadores de rendimiento en matemáticas, de comprensión de lenguaje verbal y de lectura automatizada. Los alumnos de mayor rendimiento en matemáticas presentan también mejor comprensión y consolidación de la información verbal que se manifiesta en el conocimiento general. Cuando los errores que cometen se deben a información básica, se presenta un decremento de las habilidades verbales; sin embargo estas habilidades se mantienen altas si el error cometido es por falta de atención en el procedimiento, puesto que el resultado equivocado se obtiene al omitir una parte del problema para su resolución, pero se tiene el conocimiento del tema para resolver el ejercicio.

De esta manera, se entiende el motivo por el cual la comprensión, el manejo del lenguaje verbal y el conocimiento de información general aumentan a mayor número de estos errores; al contrario de la lectura automatizada de palabras, que disminuye al aumentar los Errores de Atención, probablemente, como lo plantea el Modelo de Ellis y Young (Peña y Sánchez, 2001), por no requerir de un sistema de análisis semántico, sino más bien de un sistema de análisis visual y de la conversión grafema/fonema que favorezca la velocidad de decodificación de la información verbal escrita, la cual puede ser susceptible a una conducta inatenta.

A partir de las correlaciones encontradas entre las Escalas de Hábitos y Actitudes Hacia el Estudio (EHAHE) con el ejercicio de Palabras del STROOP, se aprecia la necesidad de los hábitos de estudio en la automatización de la decodificación de información verbal. Los alumnos que son hábiles en la

decodificación lectora mantienen buenos hábitos que propician la atención sostenida, la rapidez y las estrategias para terminar un trabajo; así como una actitud positiva hacia las metas, prácticas y requerimientos educativos; concordando con Miñano, Cantero y Castrejón (2008) que mencionan que en el caso de materias que requieren habilidades verbales (como lengua) el logro o fracaso se vincula a causas externas e incontrolables (como el profesor, la escuela, los métodos, etc.)

En comparación, las correlaciones negativas entre las escalas del EHAHE y la subprueba de Aritmética del WAIS-III, permiten ver que precisamente los alumnos con dificultades en aritmética básica son los que intentan compensar sus deficiencias por medio del uso de hábitos de estudio, además de mantener una actitud positiva ante la escuela y los requerimientos educativos; mientras que los alumnos con un mejor procesamiento para la aritmética básica es probable que hayan automatizado los procedimientos y no requieran compensar la habilidad.

Cuando disminuye la habilidad para resolver problemas de Aritmética básica, aumenta la rapidez para comenzar y terminar los trabajos escolares, la habilidad para no perder el tiempo con distracciones, la aprobación de metas, prácticas y requerimientos educativos, los sentimientos y creencias positivas acerca de la escuela y el empleo de estrategias de estudio efectivo. Lo anterior probablemente se deba a las atribuciones causales que el alumno hace de su actuación académica, pues como mencionan Miñano, Cantero y Castrejón (2008) en el caso de fracaso escolar en el área de las matemáticas los alumnos atribuyen el fracaso a causas internas y controlables, como la falta de esfuerzo. Así, la relación negativa entre los hábitos de estudio y la aritmética básica, pone en evidencia la atribución que hace el alumno a sus deficiencias o falta de esfuerzo y reconoce la necesidad de abordar pronto los deberes escolares y

esforzarse por enfocarse a ellos con una buena actitud, lo que aumenta la eficacia.

El trabajo de investigación que realizaron Castillo, Rodríguez, Hernández y García (2005) refleja la necesidad de hábitos para la automatización de componentes verbales, pero siendo insuficientes en áreas de conocimiento que requieren una representación abstracta de cantidades y magnitudes, como lo son las matemáticas y la física.

En relación a la necesidad de la Aritmética básica de ir más allá de la automatización de procesos, Alonso y Fuentes (2001) mencionan la existencia de una doble disociación entre la *aritmética elemental rutinaria* y los *procedimientos aritméticos con conocimiento del sentido de los números*, puesto que son diferentes sistemas neuronales los que subyacen estos procesos.

En el caso de la *aritmética elemental rutinaria*, se requiere la participación de la región inferior del lóbulo frontal izquierdo para la recuperación de conocimientos rutinarios aprendidos verbalmente, en la que participa el circuito córtico-subcortical con áreas perisilvianas izquierdas del lenguaje; mientras que los procedimientos *aritméticos con conocimiento del sentido de los números*, requiere de un sistema de apreciación de cantidades y adición, con la participación del surco intraparietal de ambos hemisferios como sustrato anatómico. Estos sistemas o módulos cognoscitivos se pueden apreciar en el Esquema de Dehaene, Molko, Cohen y Wilson (2004) quienes sugieren la participación de ambos hemisferios para integrar el procesamiento aritmético con un sentido del significado numérico (ver Figura 1.2), en el cual, el factor visuoespacial también es representado, puesto que si el *input* numérico es visual necesariamente debe haber un análisis perceptual, debido a la participación de la corteza occipito-temporal ventral medial (Giro fusiforme) que se relaciona

con la producción de números arábigos y la categorización de objetos o palabras escritas.

	7	1	1
CONCLUSIÓN		7	2
	X	1	6

Existe relación entre las Funciones Ejecutivas y el Rendimiento en Matemáticas en alumnos de bachillerato; al igual, que diferencias en el desempeño de algunas Funciones Ejecutivas, entre los grupos de alto, medio y bajo rendimiento en matemáticas. Así, se puede decir que se cubrieron los objetivos y se comprobaron las hipótesis del presente trabajo.

A manera de conclusión se presentan los siguientes puntos:

- Al existir un alto rendimiento en Matemáticas, medido por el número de aciertos de una prueba, se presentan adecuadas habilidades de memoria de trabajo, solución de problemas de alto orden, sostenimiento de la atención, planeación, comprensión y consolidación de la información verbal; además de adecuada flexibilidad cognoscitiva, que se manifiesta por medio de la inhibición y modulación de las respuestas impulsivas, el uso de la retroalimentación del medio, y la generación, selección y modificación de las estrategias para la resolución de problemas.
- Cuando aumentan los Errores por falta de conocimientos que se han revisado tanto en la educación secundaria como en la asignatura de Matemáticas IV y que se requieren para cursos posteriores, también aumenta el tiempo empleado para generar y llevar a cabo las estrategias necesarias para solucionar problemas de alto orden y disminuye la habilidad de Memoria de Trabajo.

- A mayor número de Errores por falta de conocimiento que sólo se revisa en la asignatura Matemáticas IV y que no se requiere para cursos posteriores, se observa una mayor dificultad en la planeación en la solución de problemas de alto orden, en el proceso de selección de los estímulos adecuados, en el sostenimiento de la atención, en la memoria de trabajo y habilidad de control mental; así como también se presentan dificultades para darse cuenta de la necesidad de un cambio de estrategia y crear o seleccionar la estrategia adecuada.
- Los hábitos de estudio parecen importantes en la automatización de la decodificación de información verbal; siendo insuficientes en el procesamiento aritmético.
- No se encontró relación entre el aprovechamiento en matemáticas y los hábitos de estudio; sin embargo, se observó una relación negativa entre el desempeño en aritmética básica y las estrategias de aprendizaje, sentimientos positivos y aprobación acerca de los profesores, la escuela, prácticas y requerimientos educativos. Sugiriendo, que las actitudes y hábitos hacia ésta área de estudio presentan independencia a las forjadas a partir de otras áreas de conocimiento.
- Las deficiencias en la autorregulación de los alumnos de bajo rendimiento en matemáticas, podrían deberse a un inadecuado entrenamiento de las Funciones Ejecutivas o por no saber como adaptarlas al nuevo ambiente escolar al iniciar la preparatoria, propiciando lentitud en el procesamiento de la información.
- Los alumnos de medio rendimiento son los que mejor flexibilidad cognoscitiva y habilidad visoespacial presentan porque continuamente ensayan diferentes

estrategias para solucionar las dificultades académicas y aprenden a autorregularse, como una manera de compensar la falta de automatización en los procesos aritméticos y el poco interés de los profesores y programas institucionales en los alumnos "regulares".

- Los alumnos de alto rendimiento utilizan más la automatización de proceso para la resolución de problemas lo que hace innecesario el uso del Sistema de Atención Supervisor, pero favorece la velocidad de procesamiento.

Reflexionando sobre la metodología de esta investigación, sería importante buscar una manera más rápida de evaluar el C.I. y no tener la necesidad de utilizar todas las subpruebas del WAIS-III, reduciendo así la fuga de los participantes a causa del elevado tiempo de aplicación de las pruebas. Para futuras investigaciones que pretendan seguir esta misma línea de trabajo, se sugiere sólo utilizar una prueba de Matemáticas como criterio de clasificación para conformar los grupos comparativos y omitir el criterio de concordancia con las calificaciones de los cursos escolares, ya que es poco fiable para medir el aprovechamiento en matemáticas.

REFERENCIAS

Alonso, D., y Fuentes, L. (2001). *Mecanismos cerebrales del pensamiento matemático*. Revista de neurología, 33 (6): 568-576 pp.

Ardila, A., y Rosselli, M., (2002). Acalculia y Dyscalculia. Neuropsychology Review, 12 (4): 179-227 pp.

Barbero, I., Holgado, F., Vila, E., y Chacón, S. (2007). Actitudes, hábitos de estudio y rendimiento en matemáticas: diferencias por género. Psicothema. 19 (3):413-421.

Barceló, E., Lewis, S., y Moreno, M. (2006). Funciones Ejecutivas en estudiantes universitarios que presentan bajo y alto rendimiento académico. Psicología desde el Caribe. Universidad del Norte. 18:109-138.

Bermejo, P. (2006). Acalculia: clasificación, etiología y tratamiento clínico. Revista de neurología, 43(4): 223-227 pp.

Blakemore, S. y Choudhury, S., (2006). Development of the adolescent brain: implications for executive function and social cognition. Journal of child psychology and psychiatry 47 (3-4): pp. 296-312.

Brown, W., y Holtzman, W., (1975). Encuesta de Hábitos y Actitudes Hacia el Estudio. Trillas. México.

Burgess, P. y Robertson, I. (2002). Principles of the rehabilitation of frontal lobe function. En Stuss, D. y Knight, R., (Eds.) Principles of Frontal Lobe Function. pp. 557-572. New York: Oxford University Press.

Carey, M., Haut, M., Reminger, S., Hutter, J., Theilmann, R. y Kaemingk, K. (2008). Reduced Frontal White Matter Volume in long-term childhood leukemia survivors: a voxel-based morphometry study [Versión Electrónica], American Journal of neuroradiology, 29:792-797.

Castillo, S., Rodríguez, R., Hernández, A., y García, G. (2005). Relación entre los hábitos de estudio y la reprobación de las materias básicas en alumnos de nuevo ingreso en el CBTA No.1. Recuperado de: www.redexperimental.gob.mx/descargar.php?id=49

Cervini, R., y Gosende, E. (2008). Características, no cognitivas, hábitos y progreso del aprendizaje de Matemáticas en la Educación General Básica de la provincia de buenos Aires. Interdisciplinaria. 25 (2):143-179.

Coltheart, M. (2001). Assumptions and Methods in cognitive neuropsychology. The handbook of cognitive neuropsychology. New York: Psychology Press, Taylor and Francis group.

Culbertson W., y Zillmer, A.(1999). Test of Tower of London Drexel: Examiner's Manual.
Editorial MHS. Toronto.

Cupani, M., y Gnani, A., (2007). Un modelo Social cognitivo del rendimiento en Matemáticas: estudios de tres escalas. Perspectivas en psicología. 4(1):19- 27.

Dansilio, S., (2008). Los trastornos del cálculo y el procesamiento del número. Montevideo, Uruguay: Prensa Médica Latinoamericana.

Dawson, P. y Guare, R., (2004). Executive Skills in children and adolescents. The Guilford press. Canada.

Dehaene S., Molko, N., Cohen L. y Wilson A. (2004). Arithmetic and the brain. Current opinión in Neurobiology. 14: 218-224 pp.

Dobato, J. L. (2000). Acalculia: bases neurológicas, evaluación y trastornos. Revista de neurología. 30(5): 483-486 pp.

Escuela Nacional Preparatoria (2008). Programa Institucional Para el fortalecimiento del Aprendizaje de las Matemáticas. Plantel 8 "Miguel E. Shultz". México.

Fuentes, T. (2004). El estudiante como sujeto de rendimiento académico. Sinéctica. 25:23-27.

Fuster, J., (2000). Executive Frontal Functions. En Schneider, W., Owen, A., Duncan, J. (Eds) Executive control and the frontal lobe: current issues. Alemania: Spinger. 65-69 pp.

Gavira, N. (2007). Análisis de las causas del alto índice de reprobación en la asignatura de matemáticas en el bachillerato: visto desde la perspectiva de los estudiantes. Manuscrito en proceso.

Golden Ch., (2001). Test de Colores y Palabras: Manual. TEA Ediciones. Madrid.

Hart, T., y Jacobs, H., (1993). Rehabilitation and management of behavioral disturbances following frontal lobe injury. Journal of Head Trauma Rehabilitation. 8 (1): 1 -12.

Heaton R., Chelune G., Talley J., Kay G., y Curtis G.,(1997). Test de Clasificación de tarjetas de Wisconsin: Manual. Madrid: TEA Ediciones.

Huitrón Á., y Martínez, A., (2003). Índice de reprobación en el bachillerato. Seminarios locales de Análisis de la enseñanza. Escuela Nacional Preparatoria. UNAM.

Jacobovich, S., (2006). Modelos actuales del procesamiento del número y el cálculo. Revista Argentina de Neuropsicología, 7: 21-31 pp.

Jornada On Line, La. (2008, 20 de Agosto). No pasan matemáticas casi 50% de alumnos de bachillerato. Recuperado de:
<http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2008/08/20>

Macías D. y Hernández, R. (2008). Indicadores conductuales de ansiedad escolar en bachilleres en función de sus calificaciones en un examen de matemáticas. Universitas Psicológica. 7(3):767-785.

Marlowe, W. (2000). An intervention for children with disorders of executive functions. Developmental Neuropsychology, 18 (3): 445-454.

Miñano, P., Cantero, P., y Castrejón, J. (2008). Predicción del rendimiento escolar de los alumnos a partir de las aptitudes, el autoconcepto académico y las atribuciones causales. Horizontes Educativos. 13(2):11-23.

Miranda, A., Fortes, C. y Gil, D. (2000). Dificultades del Aprendizaje de las Matemáticas: Un enfoque evolutivo. Málaga: Ed. Aljibe.

Miranda, A. y Gil, D. (2001). Las Dificultades en el aprendizaje en las Matemáticas: Concepto, manifestaciones y procedimientos de manejo. Revista de Neurología, 2 (1): 55-71 pp.

Montero, E., Villalobos, J., y Valverde, A. (2007). Factores institucionales, pedagógicos, psicosociales y sociodemográficos asociados al rendimiento académico en la Universidad de Costa Rica: un análisis multinivel. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa. 13(2):215-234.

Muñoz J. y Tirapu J. (2004). Rehabilitación de las funciones ejecutivas. Revista de Neurología 38 (7): 656-663 pp.

Peña J. y Sánchez, G. (2001). Arquitecturas funcionales cerebrales: del clasicismo a la actualidad. Disponible en: www.neuro-cog.com.

Pineda, D. y Merchan V., (2003). Executive Function in young colombian adults. Internacional. Journal of Neuroscience, 113: 397-410 pp.

Rains, G., (2004). Principios de neuropsicología humana. Mexico, D. F.: McGraw-Hill Interamericana. Pg. 322- 359.

Rebollo, M. A. (2006). Dificultades en el aprendizaje de las matemáticas. Revista de Neurología, 42 (supl 2) S135-S138.

Robles, R. (2004). Orientación educativa y rendimiento académico. Revista Mexicana de Orientación Educativa. 11(4):31-34.

Sampieri, H., Collado, C., y Baptista, P. (2004). Metodología de la Investigación. Mc. Graw Hill. México.

Sandoval, A., (2005). Sistema Nervioso: Manual de esquemas. México: UNAM.

Santos, D., y Castañeda, S. (2008). Objetivación de información en aprendizaje matemático autorregulado. Revista Mexicana de Investigación Educativa. 13:713-736.

Schweinle, A., Turner, J., y Meyer, D. (2008). Understanding Young Adolescents Optimal Experiences in Academia Settings. The Journal of Experimental Education. 77(2):125-145.

Simmerman, I., (1986). Interpretación de la escala de inteligencia de Weschler para adultos. Madrid. Ediciones TEA. Pg. 99 – 111.

Tirapu, J., García, A., Luna, P., Roig, T., y Pelegrín C. (2008-I). Modelos de funciones y control ejecutivo (I). Revista de Neurología; 46 (11): 684-692.

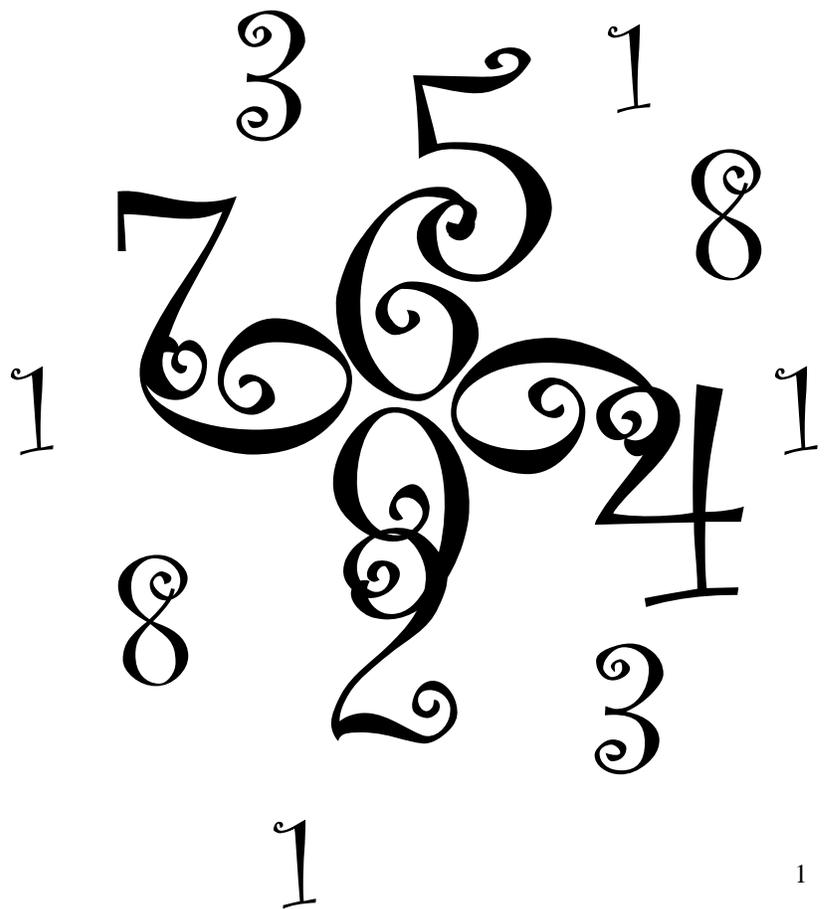
Tirapu, J., García, A., Luna, P., Roig, T., y Pelegrín C. (2008-II). Modelos de funciones y control ejecutivo (II). Revista de Neurología; 46 (12): 742-750 pp.

Valle, A., Núñez, J., Cabanach, R., González, R., Rodríguez, S., Rosario, P., Cerezo, R., y Muñoz, M. (2008). Self-regulated profiles and academic achievement. Psicothema. 20(4):724-731.

Villarreal, V. (2001). Relación entre autoconcepto y rendimiento académico. Psykhé. 10(1):3-18.

Wechsler D., (2006). Escala de Inteligencia Wechsler para Adultos III: Manual de aplicación. Manual Moderno. México.

ANEXO 1





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 Facultad De Estudios Superiores Iztacala
 Escuela Nacional Preparatoria Plantel 8 "Miguel E. Shultz"



CUESTIONARIO DE DATOS PERSONALES Y ACADÉMICOS

INSTRUCCIONES:

Este cuestionario pretende recolectar datos personales y académicos de los alumnos que participarán en el proyecto sobre **LOS HÁBITOS DE ESTUDIO Y EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS** en el bachillerato. Consta de diferentes secciones, en las cuales se requiere información sobre tus datos generales, tu situación escolar actual, tu situación escolar durante la escuela secundaria, tu desarrollo, tu situación familiar, etc.

Contesta **TODO EL CUESTIONARIO**, completando la información que se te pide; o bien, indicando con una "X" la opción que mejor describa tu situación en las secciones en las que hay paréntesis ().

Por favor sé honesto (a) y pide a tus papás o tutor, que te ayuden a contestarla información que no conozcas (por ejemplo, datos sobre tu nacimiento o antecedentes familiares).

Puedes comenzar a contestar ahora.

SECCIÓN I.- DATOS GENERALES

Escribe sobre las rayas los datos que se piden.

Nombre: _____ Fecha: _____
 Grado escolar: _____ Número de cuenta _____
 Sexo: F () M () Edad: ____ años ____ meses. Fecha de nacimiento: _____
 Lugar de nacimiento: _____
 Escribes con la mano: Derecha () Izquierda ()
 Dirección: _____
 Teléfono Casa: _____ Teléfono celular _____
 E-mail: _____

Vives con: _____

Nombre del padre: _____ Edad: _____

Ocupación: _____ Escolaridad: _____

Nombre de la madre: _____ Edad: _____

Ocupación: _____ Escolaridad: _____

Estado civil de los padres: Solteros () Casados() Viudos()

Divorciados()

Unión libre () desde: _____

SECCIÓN II.- DATOS FAMILIARES

Anota en los espacios a tus familiares que hayan padecido o padezcan de las enfermedades que se te indican:

Diabetes _____

Alcoholismo _____

Cáncer _____ ¿en qué parte del cuerpo? _____

Tabaquismo _____

Hipertensión _____

Abuso de sustancias _____

Enfermedades del corazón _____

Depresión _____

Evento Vascular cerebral (ruptura u oclusión de alguna vena o arteria en el cerebro) _____

Demencias _____

Epilepsia _____

Enfermedad de Parkinson _____

Esquizofrenia _____

Allzheimer _____

Enfermedades Neurológicas (del sistema nervioso) _____

Enfermedades de los sentidos (visión, audición, etc.) _____

Enfermedades Genéticas (Síndrome de Down, Síndrome X frágil, etc.) _____

Responde las siguientes preguntas

- ¿Cuántas personas viven en tu casa?: _____
- ¿Qué lugar que ocupas entre tus hermanos? (p. ej. El tercer hijo, o el primero): _____
- ¿Tienes habitación propia o la compartes? _____ ¿Con quién? _____
- ¿De dónde es originaria tu familia? _____
- En un aproximado ¿cuál es el ingreso económico familiar mensual?: _____
- ¿Quiénes contribuyen con ese ingreso? _____

En los últimos dos años su familia ha experimentado (Marca con una X la o las opciones que mejor describan tu situación):

- divorcio problemas financieros separaciones
- cambio de escuela enfermedades pérdida de trabajo
- cambio de vivienda problemas legales

Explica la situación

En el siguiente cuadro escribe los datos de tus familiares más cercanos

Nombre y parentesco	Sexo	Edad	Escolaridad	Ocupación	¿Cómo es tu relación con él (ella)?

En el siguiente cuadro describe cómo es la dinámica en tu familia. Por ejemplo, tus actividades y las de tu familia entre semana y los fines de semana, con quien pasas más tiempo, en qué momento conviven, cómo conviven, que conflictos tienen, etc.

- ¿Qué actividad es la que más te gusta hacer en casa? _____
- ¿Qué es lo que más te disgusta hacer en casa? _____
- ¿Cuánto tiempo al día pasan contigo tus papás? Mamá _____ Papá _____
- ¿Cómo te regañan tus padres? Mamá _____ Papá _____
- ¿Con qué miembro de la familia te llevas mejor? _____

SECCIÓN III.- DATOS PERSONALES

Responde las siguientes preguntas

- ¿Cuánto tiempo duermes regularmente por las noches? _____
- ¿En qué horario? _____
- ¿Con quién duermes? _____
- Al levantarte por las mañanas ¿te sientes descansado? _____
- ¿Cuánto tiempo tardas en dormirte? _____
- ¿Tienes pesadillas? _____ ¿con qué frecuencia? _____
- ¿Duerme durante el día? _____ ¿Cuánto tiempo? _____

¿Qué te gusta hacer en tus tiempos libres? _____

- ¿Tienes amigos? _____ ¿Cuántos? _____
- ¿Sale con ellos?: _____ ¿con qué frecuencia?: _____
- ¿Realiza ejercicio? _____ ¿Cuándo? _____ ¿De qué tipo? _____

¿Has presentado alguna vez en tu vida alguna de las siguientes enfermedades?

Si tu respuesta es afirmativa, anota la edad que tenías al padecerla, cómo se desarrolló esa enfermedad y cuál fue el tratamiento médico que recibiste (p. ej. Si te hospitalizaron, si te dieron penicilina, si te operaron, etc.).

Meningitis_____

Encefalitis_____

Cáncer_____

Asma_____

Varicela_____

Sarampión_____

Rubéola_____

Poliomelitis_____

Apnea_____

Epilepsia_____

Fiebre reumática_____

Golpes fuertes en la cabeza o médula espinal_____

Alergias_____

Tumores_____

Enfermedades neurológicas (del sistema nervioso como: parálisis, hidrocefálea, etc.)_____

¿Ha tenido temperatura mayor a los 40°?_____

¿Ha presentado convulsiones?_____

¿Te has desmayado?_____

Enfermedades psicológicas o psiquiátricas (depresión, esquizofrenia, etc.)_____

Trastorno por déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH)

Otra_____

¿Presentas secuelas (consecuencias) de alguna de las enfermedades que padeciste?

_____ ¿Cuáles?_____

Indica si presentas algunos de los siguientes problemas:

Visión_____ ¿De qué

tipo?_____

¿Usa o requiere lentes?_____ ¿Desde cuándo?_____

Audición_____ ¿De qué tipo?_____

¿Usa o requiere aparatos auditivos?_____ ¿Desde cuándo?_____

Motricidad (movimiento)_____ ¿De qué tipo?_____

¿Usa o requiere aparatos ortopédicos?_____ ¿Desde cuándo?_____

¿Cuáles vacunas te han aplicado?_____

¿Te han realizado alguna cirugía?_____ Si tu respuesta es afirmativa llena el recuadro siguiente con el tipo de cirugía que te realizaron, la fecha y los resultados de ésta.

Datos de las Cirugías

Tipo de cirugía	Fecha	Resultado

¿Te han realizado algún estudio médico específico?_____ Si tu respuesta es afirmativa llena el recuadro siguiente con el tipo de Estudio Médico, la fecha y los resultados de este estudio (por ejemplo: radiografías de pie derecho, febrero 2006, lesión en tobillo)

Datos de los estudios médicos realizados

Tipo de estudio	Fecha	Resultado

¿Actualmente estás enfermo?_____¿de qué? _____
¿Qué tratamiento estás recibiendo?_____

¿Actualmente tomas algún medicamento? _____ En caso de tomar medicamento, en la sección siguiente indica el medicamento y los datos necesarios para cada medicamento que tomas.

Medicamento_____ dosis_____
¿Desde cuándo?_____ ¿para qué enfermedad la tomas?_____

Medicamento_____ dosis_____
¿Desde cuándo?_____ ¿para qué enfermedad la tomas?_____

Medicamento_____ dosis_____
¿Desde cuándo?_____ ¿para qué enfermedad la tomas ?_____

¿Has presentado alguna reacción adversa al consumo de algún medicamento _____
¿Qué tipo de reacción?_____

Sección IV.- Datos del Embarazo y Nacimiento
Contesta y completa las preguntas

¿Qué edad tenían tus padres cuando naciste? mamá _____
papá _____

¿Durante tu gestación, tu mamá presentó alguna de las situaciones siguientes (anotar en qué mes y describe brevemente la situación)?

- Problemas o enfermedades emocionales _____
- Enfermedades médicas _____
- Consumo de medicamentos _____
- Amenaza de aborto _____
- Desnutrición _____
- Exposición a Rayos X _____
- Ultrasonidos _____
- Consumo de drogas (alcohol, cigarros, etc.) _____
- _____

¿Cuánto duró tu gestación? _____
¿Cuánto pesaste al nacer? _____
¿Cuánto mediste al nacer? _____

Naciste por:

Parto normal () Parto inducido () Psicoprofilaxis () Cesárea programada ()
Cesárea no programada () Anestesia () Fórceps ()

¿Se presentaron complicaciones al momento de tu nacimiento (sufrimiento fetal, hipoxia, etc.)? _____

Sección V.- Antecedentes escolares

De acuerdo a tu historia escolar, selecciona el tipo de escuelas a las que has asistido y anota el número de años cursados.

Asististe a:

- () Guardería () Pública () Privada Años cursados: _____
- () Preescolar () Pública () Privada Años cursados: _____
- () Educación especial () Pública () Privada Años cursados: _____
- () Estimulación temprana Años cursados: _____
- () Primaria () Pública () Privada Años cursados: _____
- () Sistema Montessori () Sistema escolarizado SEP
- () Clases de regularización
- () Escuela de idiomas
- () Terapia de lenguaje, psicomotricidad, de conducta, emocionales, etc.

¿Has perdido algún grado escolar? _____ ¿Por qué? _____
¿Faltas mucho a clases? _____ ¿Por qué? _____

¿Has cambiado de escuela? _____ ¿Por qué? _____
¿Te gusta ir a la escuela? _____
¿Tienes amigos en la escuela? _____
¿Tus maestros se quejan constantemente de ti? _____ ¿Por qué? _____
¿Te cuesta trabajo poner atención en la escuela? _____
¿Aprendes con facilidad? _____
¿Cuáles materias se te facilitan? _____
¿Cuáles materias se te dificultan? _____
¿Cuál fue tu promedio final de la Secundaria? _____
¿Cuál fue tu promedio final en 4º grado de preparatoria? _____
¿Cuál fue tu promedio en Matemáticas durante la secundaria:
a) Primer año?: _____
b) Segundo año?: _____
c) Tercer año?: _____
¿Cuál fue tu promedio en matemáticas de 4º grado de bachillerato? _____
¿Cuáles son los temas de matemáticas que se te facilitan? _____

¿Por qué? _____
¿Cuáles son los temas de matemáticas que se te dificultan? _____

¿Por qué? _____
¿A qué edad comenzaste a contar? _____
¿A qué edad comenzaste a realizar operaciones sencillas? _____

En las siguientes dos preguntas coca una "X" en la o las opciones que mejor describan tu aprendizaje. Puedes elegir más de una.

¿Has presentado algún problema de:
lenguaje () lectura () escritura () matemáticas () motricidad () otro ()
Describe la dificultad que presentaste _____

Al realizar ejercicios de matemáticas, tu:

- () escribes mal los números () no reconoces los números () confundes los signos
- () en dictado de números confundes los números () acomodas mal las cifras
- () te cuesta trabajo hacer operaciones linealmente
- () te cuesta trabajo hacer las operaciones verticalmente
- () te confundes al sumar () te confundes al restar
- () te confundes al multiplicar () te confundes al dividir

¿Sientes que tienes problemas en la escuela? _____
¿A qué crees tú que se deben los problemas en la escuela? _____
Según tus padres ¿a qué se deben esos problemas escolares? _____

Según tus profesores ¿a qué se deben esos problemas escolares? _____

SECCIÓN IV.- CUESTIONARIO PARA PADRES E HIJOS

Esta sección es importante que sea contestada tanto por el alumno, como por alguno de sus padres o tutor (de preferencia quien pase más tiempo con él/ella). Hay dos columnas de paréntesis, en la primera debe contestar el alumno y en la segunda el padre. Sólo contesten SI O NO a las afirmaciones que se encuentran a la derecha.

Alumno	Padre o tutor	
Considero que..	Considero que mi hijo....	
()	()	Tiene (tengo) poca memoria y se (me) le olvida lo que le dicen
()	()	A veces siente (siento) que no comprende (comprendo) lo que le dicen o que es (soy) poco inteligente
()	()	Va (voy) retrasado en la escuela por la mala enseñanza cuando era más pequeño
()	()	Atiende (atiendo) y puede (puedo estarme) estarse quieto
()	()	Se (Me distraigo) distrae por cualquier cosa y no acaba (acabo) las tareas
()	()	Acaba los trabajos escolares
()	()	Termina (termino) la tarea a una hora adecuada
()	()	Le (Me) cuesta mucho hacer su (mi) tarea y hay que animarlo (animarme) constantemente a hacerla
()	()	Le (Me) gusta estudiar

Alumno Considero que..	Padre o tutor Considero que mi hijo....	
()	()	Le (Me) gusta sólo ver la televisión y jugar
()	()	Es (soy) desobediente y tiene (tengo) problema con los maestros
()	()	Se pelea y se lleva mal con sus compañeros
()	()	Le (Me) gusta ir a la escuela
()	()	En su (mi) casa le ponen atención a las cosas de la escuela
()	()	No atiende (atiendo) las labores escolares pero si a la televisión o al juego
()	()	Se (me) siente (siento) frustrado por no poder hacer bien las cosas a pesar de intentarlo

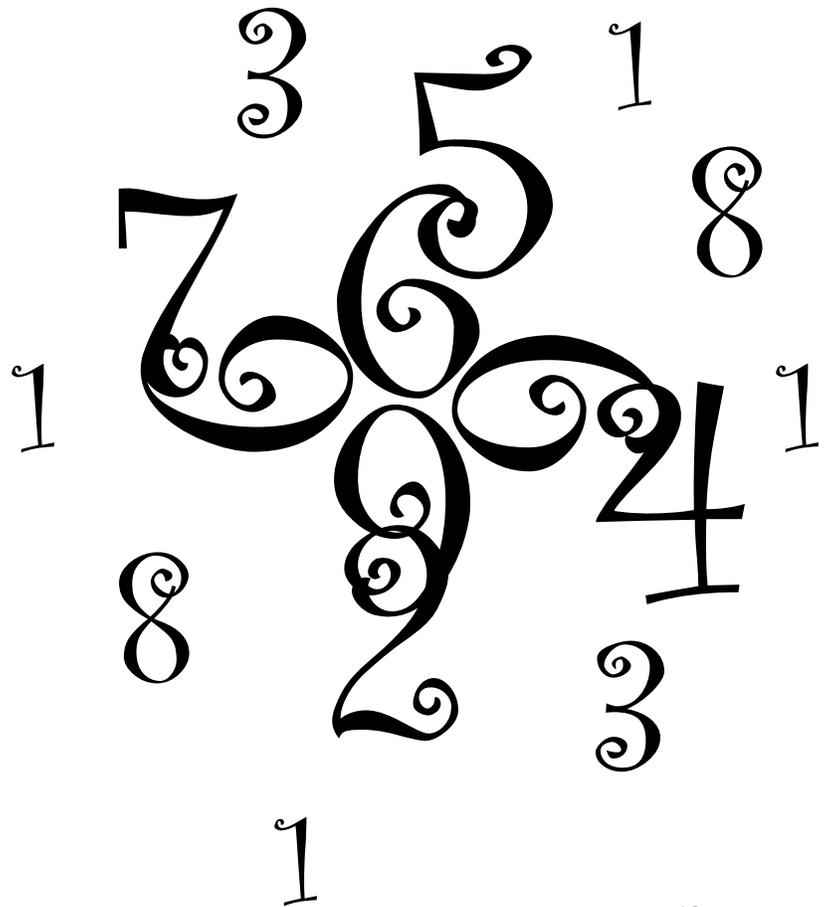
Usualmente me muestro

Usualmente mi hijo (a) se muestra...

()	()	Miedoso (a)
()	()	Rebelde
()	()	Angustiado (a)
()	()	No cooperativo
()	()	Aislado (a)
()	()	Berrinchudo (a)
()	()	Celoso (a)
()	()	Aislado (a)
()	()	Sumiso (a)
()	()	Agresivo (a)
()	()	Desapegado (a)

MUCHAS GRACIAS POR TU COLABORACIÓN

ANEXO 2

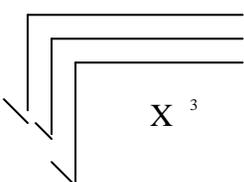


INSTRUCCIONES: REALIZA LAS SIGUIENTES OPERACIONES

1.-
$$\begin{array}{r} 100101^2 \\ + 111011^2 \\ \hline 111101^2 \end{array} \quad \begin{array}{r} 110^2 \\ \times 11^2 \\ \hline \end{array} \quad \text{En base 2}$$

2.- $8m + [-2m + 7(3m+1) - 8] + 1 =$

3.-
$$1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{\frac{1+1}{2}}}$$

4.-  X^3

5.- $[(a^3)^2] =$

6.- $(7x^6 + 8y^3) =$

7.- Encuentra el 5º término de $(2x - 3y^7)^2$

8.- Factoriza $x^2 + 3x - 18$

9.- Resuelve para X

$$\frac{4x+13}{7} - 1 = \frac{3x-5}{10}$$

$$\frac{2(8x-5)}{3} = \frac{3(-2x+2)}{2}$$

10.- Resolver el siguiente sistema de ecuaciones

$$\begin{aligned} 5x-9y &= -52 \\ 4x+3y &= -11 \end{aligned}$$

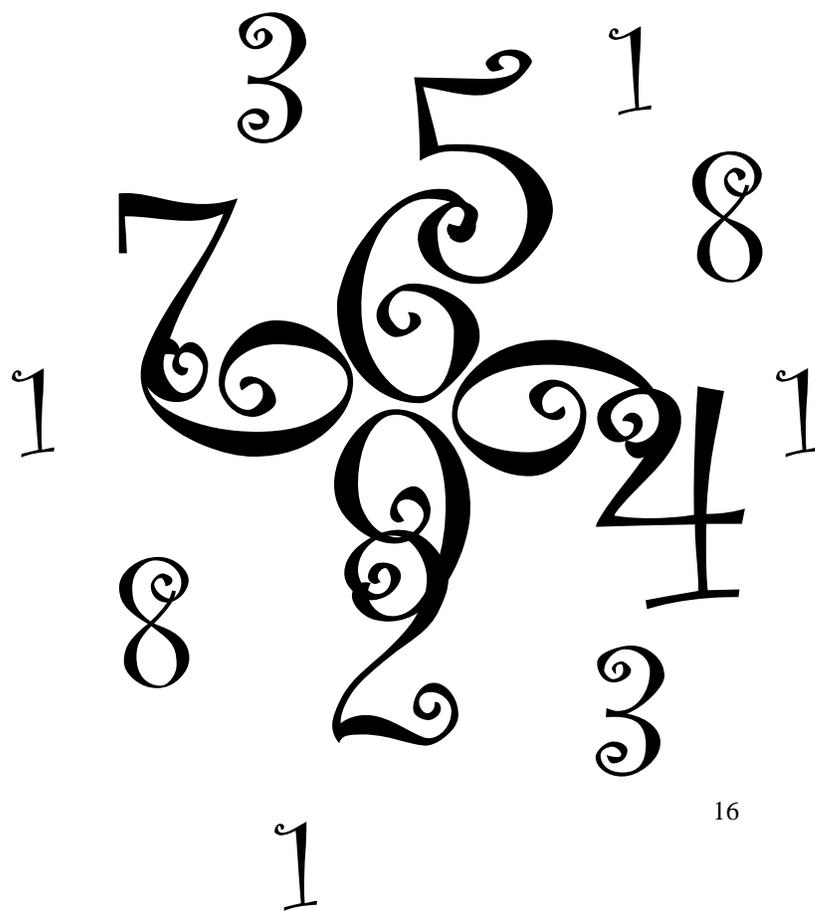
11.- De un grupo se conoce que a 19 alumnos les gustan las matemáticas, a 17 las artes, a 11 la historia; a 2 les gustan las 3; 12 prefieren matemáticas y artes; 7 historia y matemáticas; 5 artes e historia y a 5 alumnos ninguna de ellas.
Encontrar el número de alumnos que hay en el grupo.

$$12.- \frac{(4 \times 10^7) (2.1 \times 10^3)}{4 \times 10^{-3}} =$$

$$13.- \frac{x^2 - 4x - 12}{x - 2} =$$

$$14.- \text{Log} \left[\frac{x^3 y^2}{z^4} \right] =$$

ANEXO 3





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA PLANTEL 8 “MIGUEL E. SHULTZ”



ENCUESTA SOBRE HÁBITOS Y ACTITUDES HACIA EL ESTUDIO

BROWN-HOLTZMAN

Traducción y adaptación: Fernando García Cortes y Eduardo García Hassy

El propósito de esta encuesta es proporcionar un cuestionario de hábitos y actitudes hacia el estudio que sirve de base para un mejoramiento personal.

Si es tomado con seriedad, este cuestionario te ayudará a lograr una mayor comprensión de cómo estudiar con propiedad. Si contestas honesta y reflexivamente todas las afirmaciones, podrás conocer muchas de tus fallas en el estudio. El valor de este cuestionario depende del cuidado con el que contestes todas las afirmaciones.

Las respuestas dadas para cada afirmación deberás marcarlas en la hoja de respuestas. **NO ESCRIBAS NI MARQUES ESTE CUADERNILLO.** El cuestionario está formado por 100 afirmaciones. A cada afirmación le corresponde una escala de 5 punto (rara vez, algunas veces, con frecuencia, por lo general y casi siempre) y tú deberás marcar la respuesta de acuerdo con lo que hagas o sientas. Por ejemplo, marca el espacio R.V. en tu hoja de respuestas cuando consideres que lo que haces o sientes, Rara Vez está de acuerdo con lo que dice la afirmación.

Al marcar tus respuestas asegúrate que el número de la afirmación coincida con el número de la hoja de respuestas. Cuida que tus respuestas estén bien marcadas y borra perfectamente cuando cambies alguna de ellas.

Para ayudarte a resolver este cuestionario, los términos han sido definidos en porcentajes de la manera siguiente:

R.V.	RARA VEZ	Significa de 0% a 15% de las veces
A.V	ALGUNAS VECES	Significa del 16% a 35% de las veces
C.F	CON FRECUENCIA	Significa del 36% a 65% de las veces
P.G.	POR LO GENERAL	Significa del 66% a 85% de las veces
C.S.	CASI SIEMPRE	Significa 86% a 100% de las veces.

No contestes de acuerdo a lo que deberías hacer o sentir, ni de acuerdo a lo que otros deberían hacer o sentir, si no a lo que realmente sientes o haces.

Cuando no puedas resolver alguna de las afirmaciones con base en tu actual experiencia, contéstala de acuerdo a lo que probablemente harías si estuvieras en esa situación.

No hay respuestas correctas ni incorrectas y no hay tiempo límite para resolverla. Trabaja tan rápido como te sea posible y no utilices mucho tiempo en resolver una afirmación. Asegúrate de haber resuelto todas las afirmaciones.

RV - Rara Vez AV - Algunas veces CF - Con Frecuencia PG- Por lo General CS - Casi siempre

1. Cuando me asignan una tarea muy larga y difícil la abandono o sólo estudio las partes más fáciles.
2. Al preparar repotes, temas o cualquier otro trabajo escrito, me aseguro de haber entendido claramente lo que se pide antes de empezar a hacerlo.
3. Considero que los maestros no comprenden las necesidades e intereses de los estudiantes.
4. La antipatía que siento por ciertos maestros me hace descuidar los estudios.
5. Cuando me retraso en el estudio por alguna razón ajena a mi voluntad me pongo al corriente sin que se me indique.
6. La falta de fluidez para expresarme por escrito me retrasa en los reportes, exámenes y otros trabajos que tengo que entregar.
7. Mis maestros hacen sus materias interesantes y relevantes.
8. Considero que estudiaría más si tuviera mayor libertad para escoger las materias que me gustan.
9. El “soñar despierto” me distrae mientras estudio.
10. Los maestros critican mis trabajos por escribirlos precipitadamente o porque carecen de organización.
11. Creo que la preferencia o antipatía que los maestros sienten por el estudiante influye injustamente sobre la calificación.
12. Aún cuando no me gusta una materia estudio mucho para sacar una buena calificación.
13. Aún cuando el trabajo asignado sea soso y aburrido, no lo dejo hasta que está terminado.
14. En mis reportes, temas y otros trabajos que entrego, le doy especial atención a la limpieza.
15. Creo que el modo más fácil de sacar buenas calificaciones es estar de acuerdo con lo que dicen los maestros.
16. Pierdo interés en los estudios después de los primeros días de clases.
17. Llevo todos los apuntes de cada materia juntos y ordenados lógicamente.
18. Memorizo reglas, fórmulas, definiciones de términos técnicos, etc., sin entenderlos realmente.
19. Creo que a los maestros les gusta ejercer demasiado su autoridad.
20. Creo que los maestros realmente desean que los estudiantes simpaticen con ellos.
21. Cuando tengo dificultades con mis estudios trato de aclararlo con el maestro.
22. Cuando no entiendo claramente un trabajo asignado, titubeo al pedirle mayores explicaciones al maestro.
23. Creo que los maestros son demasiado rígidos y de criterio estrecho.
24. Creo que no se les da suficiente libertad a los estudiantes para elegir los temas de los trabajos y reportes que tienen que entregar.
25. No me ocupo de corregir los errores que el maestro señala en los exámenes y trabajos ya calificados.
26. Cuando presento un examen y no puedo contestar tan bien como yo quisiera me pongo nervioso y confuso.
27. Pienso que los maestros esperan que los alumnos estudien demasiado fuera de clase.
28. La falta de interés por mis estudios, me dificulta el mantenerme atento cuando estoy leyendo un texto.
29. Conservo el lugar de estudio como ambiente de trabajo y exento de detalles innecesarios que podrían distraerme, tales como cuadros, cartas, recuerdos, etc.
30. Tengo dificultades para escribir correctamente.
31. Cuando los maestros explican la clase o contestan preguntas emplean palabras que no entiendo.
32. a menos que una materia me guste mucho, hago solamente lo necesario para aprobar.
33. Las llamadas telefónicas, las gentes que entran y salen de mi cuarto, las discusiones con amigos, etc. Interfieren con mis estudios.
34. Al tomar apuntes tiendo a escribir cosas que más tarde resultarán innecesarias.
35. Mis maestros no explican suficientemente su materia.
36. Me siento confuso e indeciso acerca de lo que debieran ser mis metas educativas y vocacionales.
37. Me lleva mucho tiempo el prepararme para empezar a estudiar.
38. Salgo mal en los exámenes, porque me es difícil pensar claramente y planear mi trabajo en un corto periodo de tiempo.
39. Pienso que los maestros son arrogantes y engreídos al relacionarse con los estudiantes.
40. Algunas de las materias son tan aburridas que me tengo que esforzar para llevarlas al corriente.
41. No puedo concentrarme porque me pongo inquieto, malhumorado o nostálgico.
42. Cuando estudio en el libro de texto, me salto los dibujos, las gráficas y las tablas.
43. Creo que los maestros tienden a evitar las discusiones con sus alumnos.
44. Pienso que divertirse y disfrutar de la vida lo mejor posible es más importante que estudiar.
45. Pospongo los trabajos escritos hasta el último momento.
46. Inmediatamente después de leer varias páginas del texto no puedo recordar su contenido.
47. Pienso que los maestros tienden a hablar demasiado.
48. Creo que los maestros tienden a evitar las discusiones sobre temas y eventos de actualidad con sus alumnos.
49. Al ponerme a estudiar me encuentro muy cansado, aburrido o con sueño para hacerlo eficazmente.
50. Me es difícil reconocer los puntos importantes del libro de texto que posteriormente vienen en los exámenes.
51. Considero que los maestros tratan de atender y ayudar a todos los estudiantes por igual.

RV - Rara Vez

AV - Algunas veces

CF - Con Frecuencia

PG- Por lo General

CS - Casi siempre

52. Pienso que mis calificaciones reflejan mi capacidad con bastante precisión.
53. Pierdo demasiado tiempo platicando, leyendo revistas, escuchando la radio, viendo T.V., yendo al cine, etc., para poder ir bien en mis estudios.
54. Cuando dudo acerca de la forma apropiada de escribir un trabajo, busco un modelo o guía que seguir.
55. Los ejemplos y las explicaciones dadas por mis maestros son muy áridas y técnicas.
56. Pienso que no vale la pena el tiempo, dinero y esfuerzo, gastados en conseguir una preparación universitaria.
57. Estudio improvisado y desorganizadamente, obligado, en el último momento, por lo que exigen las clases.
58. Cuando tengo mucho que estudiar, me detengo periódicamente y trato de recordar los puntos principales que he cubierto.
59. Considero que los maestros tienden a mostrarse sarcásticos con los estudiantes de más bajo rendimiento y ridiculizarlos demasiado por sus errores.
60. Algunas de las clases son tan aburridas que paso el tiempo dibujando, escribiendo o “soñando” en vez de escuchar al maestro.
61. Mis actividades extraescolares me retrasan en los estudios.
62. Parece que aprendo poco en relación al tiempo que paso estudiando.
63. Considero que los maestros hacen sus materias demasiado difíciles para el estudiante promedio.
64. Considero que estoy tomando materias de poco valor práctico para mí.
65. En la escuela estudio en las horas libres para tener que estudiar menos en casa.
66. Sólo puedo concentrarme por poco tiempo al estudiar; después, las palabras dejan de tener sentido.
67. Creo que los que organizan los cine-clubes, las mesas redondas y los ciclos de conferencias contribuyen más a la vida escolar que los propios maestros.
68. Creo que el único propósito de la educación debería ser el de darle a los estudiantes medios para ganarse la vida.
69. Los problemas ajenos a la escuela, -dificultades económicas, conflictos familiares y afectivos, etc. -me hacen descuidar los estudios.
70. Copio los diagramas, dibujos, tablas y otras ilustraciones que el maestro pone en el pizarrón.
71. Considero que los maestros pierden de vista el objetivo real de la educación al darle demasiada importancia a las calificaciones.
72. Hago lo posible por interesarme sinceramente en cada materia que llevo.
73. Termino los trabajos asignados a tiempo.
74. En los exámenes con reactivos de verdadero-falso, y de selección múltiple me he dado cuenta que pierdo puntos al cambiar mis respuestas originales.
75. Creo que los estudiantes que preguntan y participan en la discusión de clase sólo quieren quedar bien con el maestro.
76. Mi principal motivo para acudir a la Universidad es obtener el prestigio que proporciona un título universitario.
77. Me gusta tener el radio, el reproductor de C.D's o la televisión prendido mientras estudio.
78. Al estudiar para un examen dispongo los diferentes conceptos que tengo que aprender en un orden lógico, por ejemplo, en orden de importancia, en el orden que vienen en el texto, en orden cronológico, etc.
79. Los maestros ponen deliberadamente las fechas de examen al día siguiente de algún evento social o cultural importante.
80. Creo que el prestigio deportivo de la Universidad es tan importante como el prestigio académico.
81. El que estudie o deje de hacerlo depende del humor que tenga.
82. En los exámenes no presto atención a la ortografía ni a la gramática.
83. Considero que adular a los maestros es un medio para sacar buenas calificaciones.
84. Pienso que me convendría más dejar la escuela y conseguir un trabajo.
85. Estudio tres o más horas diarias fuera de clase.
86. a pesar de que escribo hasta el último momento no puedo terminar mis exámenes en el tiempo asignado.
87. Considero que para el estudiante medio es casi imposible hacer toda la tarea que se deja.
88. Considero que la escuela no nos prepara para afrontar los problemas de la vida adulta.
89. Estoy al corriente en la escuela, estudiando lo que me han dejado día a día.
90. Cuando me da tiempo, reviso mis respuestas antes de entregar el examen.
91. Considero de que la principal razón de que los estudiantes copien es que los maestros dejan tareas ridícula.
92. Leer o estudiar durante un tiempo prolongado me provoca dolor de cabeza.
93. Prefiero estudiar solo que en equipo.
94. Cuando me devuelven los exámenes me doy cuenta de que mi calificación disminuye por errores que podía haber evitado.
95. Considero que los estudiantes no deben esperar que la mayoría de los maestros les sean simpáticos.

RV - Rara Vez

**AV - Algunas
veces**

CF - Con Frecuencia

PG- Por lo General

CS - Casi siempre

- 96. Me dan ganas de faltar a clases cuando tengo algo importante que hacer en la escuela: entregar un trabajo especial, presentar un examen, etc.
- 97. Antes de empezar un periodo de estudio organizo mi trabajo para que me rinda mejor el tiempo.
- 98. En los exámenes olvido nombres, fechas fórmulas, y otros detalles que realmente sé.

- 99. Creo que los maestros dan clase principalmente porque les gusta enseñar.
- 100. Creo que las calificaciones se basan más en la habilidad para memorizar, que en la habilidad para pensar y analizar las cosas.

ENCUESTA SOBRE HÁBITOS Y ACTITUDES HACIA EL ESTUDIO

BROWN-HOLTZMAN

Traducción y adaptación: Fernando García Cortes y Eduardo García Hassy

HOJA DE RESPUESTAS

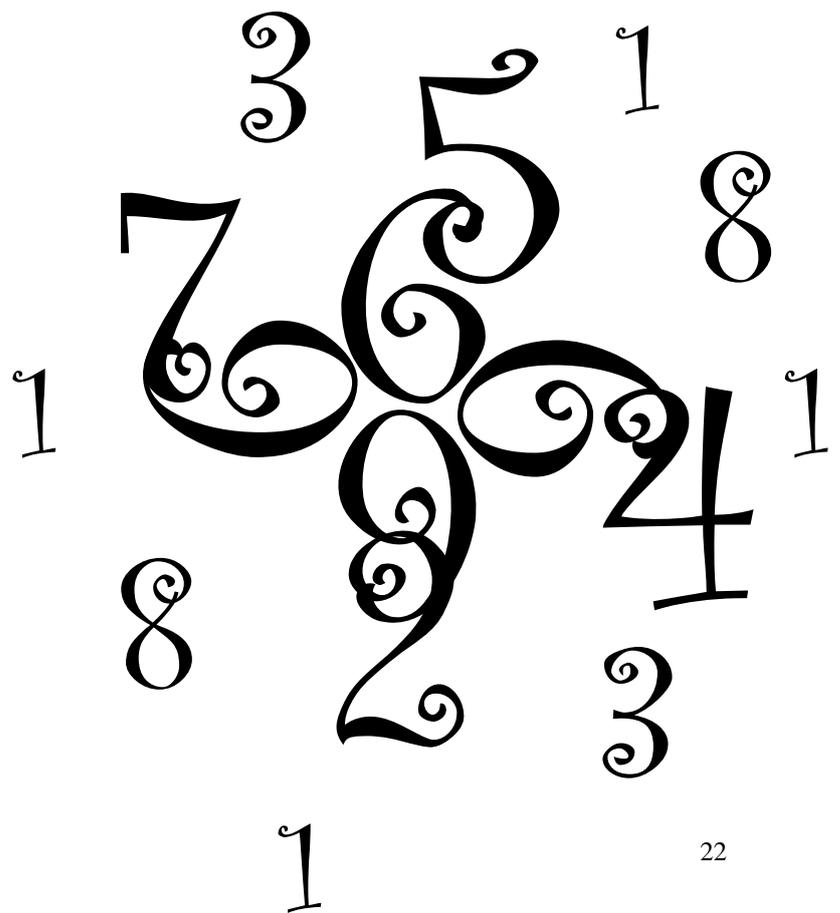
RV= Rara Vez (0% al 15% de las veces) AV= algunas Veces (16% al 35%) CF= Con Frecuencia (36% al 65%) PG= Por lo General (66% al 85%) CS= Casi siempre (86% al 100%)

1. RV AV CF PG CS 5. RV AV CF PG CS 9. RV AV CF PG CS 13. RV AV CF PG CS 17. RV AV CF PG CS 21. RV AV CF PG CS 25. RV AV CF PG CS 29. RV AV CF PG CS 33. RV AV CF PG CS 37. RV AV CF PG CS 41. RV AV CF PG CS 45. RV AV CF PG CS 49. RV AV CF PG CS 53. RV AV CF PG CS 57. RV AV CF PG CS 61. RV AV CF PG CS 65. RV AV CF PG CS 69. RV AV CF PG CS 73. RV AV CF PG CS 77. RV AV CF PG CS 81. RV AV CF PG CS 85. RV AV CF PG CS 89. RV AV CF PG CS 93. RV AV CF PG CS 97. RV AV CF PG CS 	2. RV AV CF PG CS 6. RV AV CF PG CS 10. RV AV CF PG CS 14. RV AV CF PG CS 18. RV AV CF PG CS 22. RV AV CF PG CS 26. RV AV CF PG CS 30. RV AV CF PG CS 34. RV AV CF PG CS 38. RV AV CF PG CS 42. RV AV CF PG CS 46. RV AV CF PG CS 50. RV AV CF PG CS 54. RV AV CF PG CS 58. RV AV CF PG CS 62. RV AV CF PG CS 66. RV AV CF PG CS 70. RV AV CF PG CS 74. RV AV CF PG CS 78. RV AV CF PG CS 82. RV AV CF PG CS 86. RV AV CF PG CS 90. RV AV CF PG CS 94. RV AV CF PG CS 98. RV AV CF PG CS 	3. RV AV CF PG CS 7. RV AV CF PG CS 11. RV AV CF PG CS 15. RV AV CF PG CS 19. RV AV CF PG CS 23. RV AV CF PG CS 27. RV AV CF PG CS 31. RV AV CF PG CS 35. RV AV CF PG CS 39. RV AV CF PG CS 43. RV AV CF PG CS 47. RV AV CF PG CS 51. RV AV CF PG CS 55. RV AV CF PG CS 59. RV AV CF PG CS 63. RV AV CF PG CS 67. RV AV CF PG CS 71. RV AV CF PG CS 75. RV AV CF PG CS 79. RV AV CF PG CS 83. RV AV CF PG CS 87. RV AV CF PG CS 91. RV AV CF PG CS 95. RV AV CF PG CS 99. RV AV CF PG CS 	4. RV AV CF PG CS 8. RV AV CF PG CS 12. RV AV CF PG CS 16. RV AV CF PG CS 20. RV AV CF PG CS 24. RV AV CF PG CS 28. RV AV CF PG CS 32. RV AV CF PG CS 36. RV AV CF PG CS 40. RV AV CF PG CS 44. RV AV CF PG CS 48. RV AV CF PG CS 52. RV AV CF PG CS 56. RV AV CF PG CS 60. RV AV CF PG CS 64. RV AV CF PG CS 68. RV AV CF PG CS 72. RV AV CF PG CS 76. RV AV CF PG CS 80. RV AV CF PG CS 84. RV AV CF PG CS 88. RV AV CF PG CS 92. RV AV CF PG CS 96. RV AV CF PG CS 100. RV AV CF PG CS
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Nombre: _____
 Grupo: _____ Grado Escolar _____
 Sexo: _____
 Número de Cuenta _____ Edad _____

	ER	MT	AM	AED			
Plantilla # 1 Plantilla # 2 Calificación Centila	<input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 40px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>
	ER	MT	HE HE	AM AM	AED	AE AE	OE OE

ANEXO 4





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad De Estudios Superiores Iztacala
Escuela Nacional Preparatoria Plantel 8 “Miguel E. Shultz”

Estimado alumno y padre de familia:

Por medio de la presente, se hace una cordial invitación a participar en el proyecto de investigación que se encuentra realizando el área de Neuropsicología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, en el cual colaborará el plantel 8 “Miguel E. Shultz” de la Escuela Nacional Preparatoria.

Dicho trabajo de investigación tiene como objetivos determinar la manera en que **los hábitos de estudio y habilidades como la organización, la planeación, la memoria y la atención, participan en el aprendizaje de las matemáticas.**

El proyecto consta de varias fases, la primera, es la selección al azar de los alumnos participantes; en la segunda, los alumnos seleccionados realizarán algunos ejercicios de matemáticas y se les pedirá contestar un cuestionario sobre datos personales y académicos; en la tercera fase, los alumnos realizarán actividades relacionadas con la memoria, atención, hábitos de estudio, capacidad de planeación y aprendizaje; y en la cuarta y última fase, se realizará un análisis de datos para obtener información importante acerca de la manera en que los alumnos utilizan sus recursos cognitivos (como la memoria, atención, etc.) y sus hábitos de estudio en su aprendizaje en matemáticas.

Este tipo de trabajos no se podrían realizar sin la colaboración de diversas instituciones educativas, y por supuesto de los alumnos y padres de familia que aceptan participar.

Aunque la mayor parte del trabajo se realizará directamente con los alumnos, es indispensable que los padres de familia o tutores se encuentren de acuerdo con la participación de sus hijos, además es importante que el cuestionario de datos personales y académicos sea contestado en conjunto por padres y alumnos, pues es posible que muchas respuestas no las conozca con exactitud el alumno (como datos del nacimiento y desarrollo).

El trabajo con cada alumno se llevará aproximadamente 7 horas distribuidas de la siguiente manera:

Segunda fase (Ejercicio de matemáticas)	2 horas en una sola sesión a mediados de febrero.
Tercera fase (Ejercicios de hábitos de estudio, memoria, atención, etc.)	5 horas repartidas en tres sesiones, dos de dos horas y una de una hora, que se realizarán durante marzo y abril.

Como forma de retribuir su valiosa colaboración, se proporcionará al inicio del siguiente ciclo escolar (2008-2009) un breve resumen de las habilidades del alumno en áreas como la memoria, atención, hábitos de estudio, planeación y organización; además, de proporcionarles algunas sugerencias para mejorar las deficiencias detectadas en esas áreas. Dicha información podría ser utilizada por el propio alumno para mejorar su desempeño escolar.

Agradecemos su atención y le solicitamos que si se encuentra de acuerdo en que su hijo (a) participe nos lo haga saber firmando el consentimiento anexo a esta carta; incluyendo el consentimiento del alumno.

Lic. Lilia Guerrero Sámano
Neuropsicóloga, FES Iztacala.

Ing Quim. Alberto Martínez Alcaráz
Secretario Académico del Plantel 8 de la E.N.P.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad De Estudios Superiores Iztacala
Escuela Nacional Preparatoria Plantel 8 "Miguel E. Shultz"



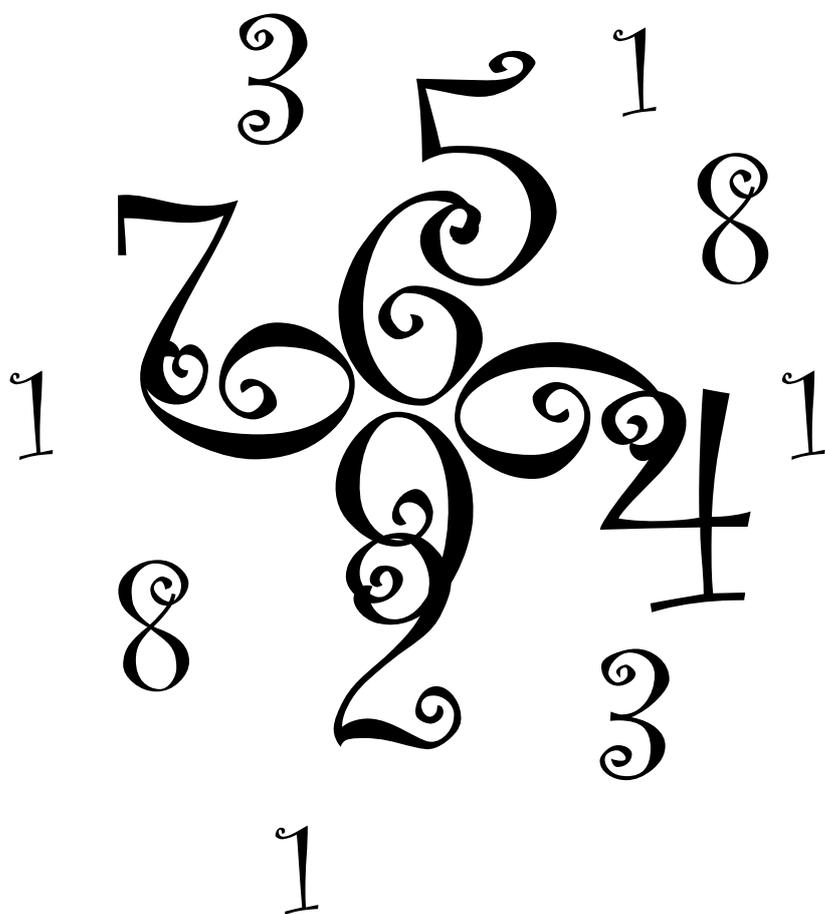
Consentimiento:

Estoy de acuerdo en que mi hijo(a) participe en el proyecto de investigación acerca de **los hábitos de estudio, habilidades cognitivas (como la organización, la planeación, la memoria y la atención) y el aprendizaje de las matemáticas.**

Padre de Familia
Nombre y firma

Alumno
Nombre y firma

ANEXO 5



ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA U.N.A.M. COLEGIO DE MATEMÁTICAS

PROGRAMA DE ESTUDIO DE LA ASIGNATURA MATEMÁTICAS IV

CLAVE: 1400

AÑO ESCOLAR EN QUE SE IMPARTE: CUARTO

CATEGORÍA DE LA ASIGNATURA: OBLIGATORIA

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: TEÓRICA

	TEÓRICAS	PRACTICAS	TOTAL
No. de horas semanales	05	0	05
No. de horas anuales estimadas	150	0	150
Créditos	20	0	20

2. PRESENTACIÓN

a) Ubicación de la materia en el plan de estudios.

El curso de Matemáticas IV se ubica en el mapa curricular de la Escuela Nacional Preparatoria en el cuarto año del bachillerato, es una materia obligatoria del núcleo Básico con carácter teórico y forma parte del área de formación.

b) Exposición de motivos y propósitos generales del curso.

La enseñanza de las Matemáticas en la Escuela Nacional Preparatoria presenta, a través de este programa, cambios significativos en la estructura y secuencia de los contenidos y principalmente en su enfoque metodológico, pues se orienta hacia un aprendizaje basado en la solución de problemas.

Por medio de los contenidos propuestos, el alumno ahora conocerá, comprenderá y aplicará la simbología de los conjuntos, las diferentes bases numéricas, las propiedades de los números reales y las operaciones fundamentales con expresiones algebraicas el planteamiento, resolución e interpretación de problemas de ésta y otras disciplinas, principalmente de la Física, la Química, la Economía, que se resuelven en términos de una ecuación, una desigualdad o un sistema de ecuaciones o un sistema de desigualdades. La aplicación de esta metodología privilegia el trabajo en el aula, ya que el profesor identificará con el grupo problemas "tipo", posibles de resolver con el paradigma en cuestión. Esta metodología parte del planteamiento de problemas simples que irán aumentando su complejidad en el tratamiento de un mismo tema; para cada problema el profesor establecerá mecanismos de análisis de los componentes conceptuales y operativos del problema en cuestión, a fin de que el alumno, en lo posible, lo racionalice, identifique sus elementos las relaciones entre ellos, y finalmente, encuentre sus

posibilidades de representación, de solución, y de interpretación, por lo que la tendencia metodológica de este programa es constituirse en una etapa intermedia del desarrollo curricular de la enseñanza de las Matemáticas en el bachillerato y de tránsito progresivo de una enseñanza lineal y algorítmica a una enseñanza de construcción. Para evaluar los alcances de este método de trabajo se hace necesario que el profesor luego de plantear y analizar problemas y procedimientos de solución con el grupo, supervise, en clase, la parte operativa de la ejecución y proporcione retroalimentación al alumno, sobre las operaciones correspondientes. Para desarrollar este programa de estudio se requiere de la formación permanente de los profesores; de una revisión periódica de los programas y de la producción de materiales de apoyo en software o cuadernos de trabajo que ejerciten, en el aula, la parte operativa de los problemas de cada tema y los programas de asesoría. En materia de seguimiento y evaluación de los programas, los profesores identificarán y evaluarán de manera colegiada y diagnóstica aquellos conocimientos técnicos e instrumentales que el alumno debió adquirir en el nivel anterior para medir su eficacia y pronosticar su rendimiento en el nivel actual. Los resultados de este estudio permitirán nuevas estructuraciones y dosificaciones (adiciones y supresiones temáticas), que sean más funcionales para los propósitos de cada curso y que acerquen, progresivamente, la enseñanza de las Matemáticas a un modelo basado en la construcción del conocimiento. Propósitos: Reafirmar y enriquecer los conocimientos del álgebra previamente adquiridos, para aplicarlos correctamente en el desarrollo de nuevos conceptos, así como en la solución de problemas de otras disciplinas afines, para que el alumno comprenda que las Matemáticas son un lenguaje y una herramienta que lo vincula con su entorno social. Los cambios propuestos contribuirán al desarrollo del perfil del alumno a través de los siguientes aspectos que deberán considerarse en la estrategia de evaluación de este programa:

1. La capacidad del alumno para aplicar lo que ha aprendido durante el curso en el planteamiento y resolución de problemas de ésta y otras disciplinas.
2. El reconocimiento de los aspectos matemáticos que se relacionan entre sí, logrando aprendizajes significativos.
3. La importancia de las Matemáticas, su relación con otras ciencias, con los avances científicos y tecnológicos y con la sociedad.
4. La habilidad del alumno para la búsqueda, organización y aplicación de la información que obtiene en el análisis de problemas de la realidad.
5. La capacidad del alumno de aplicar las técnicas de estudio de las Matemáticas en otras disciplinas.
6. La capacidad del alumno de aplicar los conocimientos matemáticos en actividades cotidianas para mejorar su calidad de vida y la de los demás, a través de desarrollar una actitud seria y responsable.
7. La aplicación de las Matemáticas en el análisis de problemas ambientales que ayuden al educando a la mejor comprensión de éstos, que lo conducirá a actuar de una manera sana y productiva.
8. La capacidad de trabajar en equipo, en actividades dentro del aula, en la resolución de problemas que impliquen el intercambio y la discusión de ideas.
9. Desarrollar el interés del alumno por la asignatura e inclusive por una carrera del área Físico-Matemáticas e Ingenierías, que se refleje en un incremento de la matrícula en el área 1 del sexto año del bachillerato.
10. Incrementar la participación de los alumnos en concursos de Matemáticas que fomenten su superación académica.

c) Características del curso o enfoque disciplinario.

La enseñanza de las Matemáticas en la Escuela Nacional Preparatoria, en el nivel medio superior, está planeada de tal manera que en los tres años que incluyen este ciclo, el alumno adquiera los conocimientos indispensables para desarrollar las competencias matemáticas que le demanda el nivel superior. El eje conductor de los tres cursos, desde el punto de vista operativo es el álgebra y desde el punto de vista metodológico la simulación y la aproximación progresiva a la sistematización y a la modelación. Esta enseñanza cubre las tres etapas que presenta su mapa curricular: en el cuarto año, etapa de Introducción, se imparte el curso de Matemáticas IV (álgebra), cuyo contenido se detallará más adelante; en el quinto año, etapa de Profundización, se desarrolla la asignatura Matemáticas V (geometría analítica). En el sexto año, etapa de Orientación, los cursos son: Matemáticas VI, áreas I y II (cálculo diferencial e integral para las áreas Físico-Matemáticas e Ingenierías y Ciencias Biológicas y de la Salud), Matemáticas VI, área III (cálculo diferencial e integral para el área de Ciencias Sociales) Matemáticas VI área IV (cálculo diferencial e integral para el área de Humanidades y Artes). Cada asignatura es la base de la inmediata superior, los conectivos entre estos tres programas son las funciones. Además de los cursos de carácter obligatorio se imparten dos asignaturas con carácter optativo: Temas Selectos de Matemáticas en el área 1 y Estadística y Probabilidad en las áreas I, II, III y IV.

El curso Matemáticas IV está planeado para impartirse con cinco horas de clase a la semana. Está estructurado en tres bloques, a saber: en el primero se definen la simbología, el lenguaje algebraico, los sistemas de numeración y el campo de los números reales. El segundo es el operativo o instrumental aquí se reafirman las operaciones fundamentales con polinomios. En el tercero, se aplican los dos primeros, planteando un conjunto de problemas tipo procedentes de otras disciplinas; a fin de exponer el tema y modelar con los alumnos diversas aproximaciones de solución a ellos. En este proceso el profesor establecerá mecanismos de análisis de los componentes conceptuales y operativos del problema, a fin de que el alumno en lo posible racionalice: el problema, sus elementos, las relaciones entre ellos, y finalmente, sus posibilidades de representación y de solución. Los ejes conductores de este programa son las relaciones y en particular las funciones puesto que las ecuaciones y las desigualdades son relaciones. Durante el curso se pretende que el alumno adquiriera capacidad de raciocinio, habilidad en el manejo del lenguaje algebraico, destreza en las operaciones algebraicas de suma, multiplicación y potenciación con expresiones algebraicas y capacidad para determinar si la solución encontrada es la adecuada. Los contenidos de Matemáticas IV agrupados como se ha mencionado, permiten visualizar al álgebra como un todo estructurado, en primer lugar están los símbolos, el lenguaje y el campo de los números en donde se opera con monomios y polinomios efectuando productos notables y factorizaciones; con ti-acciones algebraicas y expresiones con radicales. Esto es el lenguaje y la herramienta que acercará a la posible solución del problema tipo planteado por el profesor.

Para evaluar se pedirá al alumno la identificación de las partes de un problema, la organización de estas partes, la relación entre ellas, la representación, la solución y la posible aplicación a otros problemas. La tendencia metodológica de estos programas es constituirse en una etapa intermedia del desarrollo curricular entre una enseñanza lineal y algorítmica y el desarrollo del constructivismo.

En el trabajo de seguimiento de los programas se buscará un incremento paulatino de la interdisciplina, para tal efecto los profesores realizarán seminarios con las áreas afines o de aplicación de las Matemáticas a fin de identificar campos de aplicación, bancos de problemas y guías para profesores y alumnos. Paralelamente el Colegio elaborará materiales de apoyo (software educativo y materiales

escritos) y diseñará programas de asesoría, para éstos fines se cuenta con la infraestructura necesaria, concretamente los Laboratorios de Cómputo, los de Creatividad y los Avanzados de Ciencias Experimentales (LACE), instalados en cada uno de los nueve planteles de la Escuela Nacional Preparatoria, en donde el profesor desarrollará proyectos de investigación y trabajará conjuntamente con los alumnos interesados en profundizar en algunos aspectos de modelación experimental.

d) Principales relaciones con materias antecedentes, paralelas y consecuentes.

El curso de Matemáticas IV tiene como antecedentes los cursos de: Matemáticas, Física, Química, Español, Dibujo, Geografía, Historia Universal y Música del nivel medio básico. Las Matemáticas, en la secundaria, tienen como finalidad profundizar en la aritmética y la geometría euclidiana en el plano, introducir conocimientos de álgebra, trigonometría y elementos de estadística y probabilidad; Matemáticas IV retorna estos conocimientos, dándoles mayor alcance y profundidad; Física, Química y Geografía aportan problemas de aplicación para el desarrollo de los cursos de Matemáticas; los conocimientos adquiridos en los cursos de Español permiten comprender el simbolismo, el lenguaje común y el planteamiento de problemas cotidianos; la Historia Universal da cuenta de la evolución humana, del desarrollo intelectual del hombre unido al de las Matemáticas; Música y Dibujo son un apoyo didáctico en el álgebra. Son materias paralelas Lengua Española, cuyo conocimiento permite la comunicación y el entendimiento; Física III que aporta innumerables problemas de aplicación, Lógica cuya relación es fundamental, dado que la finalidad de ambas es plantear, analizar y resolver problemas, Dibujo, Geografía e Informática representan la posibilidad de analizar aspectos aplicados de las Matemáticas. Para las materias consecuentes Matemáticas V, Química III, Biología IV y Educación para la Salud, Matemáticas IV representa una herramienta teórica fundamental.

e) Estructuración listada del programa.

Primera Unidad: Conjuntos. En esta unidad se abordan los conceptos fundamentales de la Teoría de los Conjuntos para proporcionar la herramienta y el lenguaje de operación para las unidades posteriores.

Segunda Unidad: Sistemas de numeración. En esta unidad se estudian los sistemas de numeración de las diversas culturas hasta nuestros días, resaltando la importancia del sistema de numeración base diez (decimal), el cual será desarrollado a profundidad abordando sus propiedades a través de la siguiente unidad.

Tercera Unidad: El campo de los números reales. En esta unidad a partir de los números naturales y para resolver problemas cotidianos se muestra la necesidad de ir ampliando los conjuntos numéricos. Se formalizan las operaciones con números reales y se menciona la existencia de los números imaginarios y los complejos. Se opera con valor absoluto, notación científica y logaritmos. Al término de esta unidad será necesario pasar de la representación numérica a la representación simbólica para generalizar las reglas operativas de las Matemáticas. Se resuelven problemas significativos para el alumno.

Cuarta unidad: Operaciones con monomios y polinomios. En esta unidad se revisan las operaciones fundamentales con monomios y polinomios dándoles mayor alcance que en los cursos anteriores. A través del desarrollo de los contenidos de esta unidad se propicia la mecanización de las operaciones fundamentales del álgebra, las cuales se sistematizan y simplifican en el desarrollo de la siguiente unidad.

Quinta Unidad: Productos notables y factorización. En esta unidad se realiza un estudio completo de los productos notables y su respectiva factorización. Se abordan factorizaciones de mayor dificultad. La adquisición de los conocimientos expuestos en esta unidad, sumados con los de la unidad posterior constituyen la herramienta necesaria para resolver problemas de aplicación.

Sexta Unidad: Operaciones con fracciones y radicales. En esta unidad se abordan los teoremas del factor y del residuo, y la división sintética, se opera con fracciones simplificándolas a su mínima expresión. Se abordan operaciones con radicales. Al término de esta unidad el alumno estará en posibilidad de aplicar los conocimientos adquiridos en el planteamiento algebraico de problemas que modelan diversas situaciones.

Séptima Unidad: Ecuaciones y desigualdades. En esta unidad se estudian los métodos para resolver ecuaciones y desigualdades. Se resuelven problemas planteados como una ecuación o una desigualdad de primero o de segundo grado en una variable, pretendiendo que el alumno infiera que hay situaciones de su entorno que se expresan en términos de una sola variable con una o más soluciones posibles, pero que también existen acontecimientos que requieren, para representarse, de más de una variable como se tratará en La siguiente unidad.

Octava Unidad: Sistemas de ecuaciones y de desigualdades. En esta unidad se resuelven algebraicamente sistemas de dos y tres ecuaciones lineales con tres variables, así como problemas expresados como tales. Se resuelven sistemas de dos desigualdades de primer grado en dos variables y los problemas expresados como un sistema de desigualdades.

3. CONTENIDO DEL PROGRAMA

a) Primera Unidad: *Conjuntos*

b) Propósitos:

Que el alumno conozca la noción de conjunto. Comprenda las operaciones entre ellos para que sea capaz de resolver problemas de su entorno y adquiera los conocimientos básicos para temas posteriores.

Contenido	Descripción del contenido
Idea intuitiva de un conjunto	Se abordarán ejemplos para llegar al concepto de conjunto y su notación. Se definirá por extensión y por comprensión, estableciéndose la pertenencia y no pertenencia.
Cardinalidad.	Se establecerá la cardinalidad de un conjunto como el número de elementos que lo componen.
Conjuntos: Universal, Vacío, Iguales, Equivalentes y Ajenos.	Se definirá: el conjunto universal, el conjunto vacío, cuándo dos conjuntos son iguales, equivalentes y ajenos. Cuándo un conjunto es subconjunto de otro.
Operaciones. Diagrama de Venn-Euler.	Se establecerán las operaciones de unión, intersección, diferencia y complemento entre conjuntos y se considerarán diagramas de Venn-Euler para representarlas.
Producto cartesiano de dos conjuntos. Plano cartesiano	Se definirá el producto cartesiano de dos conjuntos particularmente $R \times R$ que determina el plano cartesiano. Se establecerán nombres, sentido y origen en los dos ejes perpendiculares. Se definirán las coordenadas de un punto y se establecerá una correspondencia biunívoca entre parejas ordenadas de números reales y puntos del plano así definido.
Gráfica.	Se establecerá cuál es la gráfica de un producto cartesiano.

Segunda Unidad: *Sistemas de numeración.*

b) Propósitos:

Que el alumno comprenda como surgieron los sistemas de numeración en diferentes culturas de la antigüedad hasta llegar al sistema decimal adoptado universalmente.

Que opere con sistemas de numeración de diferentes bases para que comprenda los algoritmos de las operaciones en el sistema decimal.

Contenido	Descripción del contenido
Breve reseña histórica.	En esta unidad: Se abordará una breve reseña histórica de la evolución de las Matemáticas; desde sus comienzos hasta su indiscutible influencia en el desarrollo tecnológico de nuestros días.
Sistemas de numeración.	Se señalarán las condiciones con las que se establecieron los distintos sistemas de numeración, abordando los principios de posición y aditivo.
Sistema decimal.	Se revisará detalladamente el sistema decimal enfatizando que es un sistema posicional y aditivo.
Sistemas de diferentes bases. Sistema de base 2. Operaciones en distintas bases.	Se considerarán diferentes bases para expresar un número, por ejemplo 7 y 13. Se enfatizará en el sistema de base 2 y su importancia en la computación. Se hará hincapié en el razonamiento de los algoritmos y se abordarán las operaciones multiplicación de adición, sustracción, división en distintas bases.

a) Tercera Unidad: *El Campo de los números reales*

b) Propósitos:

Que el alumno comprenda que los conjuntos numéricos fueron creciendo para resolver problemas de aplicación práctica.

Que el alumno al aplicar los conocimientos previamente adquiridos desarrolle habilidades que le permitan operar correctamente

Contenido	Descripción del contenido
Propiedades de las operaciones binarias en los números	Se definirán los conceptos de operación y operación binaria. Se enfatizará que los sistemas numéricos se fueron ampliando para dar solución a problemas cotidianos.
Naturales.	Se revisará el conjunto de los naturales. Se representarán en la recta numérica señalándose la propiedad de orden. Se establecerán las propiedades: conmutativa y asociativa, en operaciones de adición y multiplicación. Se abordará la propiedad distributiva para la adición y la multiplicación repasándose los criterios de divisibilidad, así como la descomposición de un número en sus factores primos. Se definirá el mínimo común múltiplo de dos o más números.
Algoritmo de Euclides	Se abordará el algoritmo de Euclides en la obtención del máximo común divisor de dos o más números. Se planteará un problema que no tenga solución en N.
Enteros	Se localizarán los números enteros en la recta numérica. Se establecerán las propiedades: de orden, conmutativa, asociativa, existencia del neutro y existencia del inverso aditivo, enfatizando que no hay inverso multiplicativo, y por lo tanto, se requerirá de un sistema numérico más amplio; el de los racionales.
Racionales	Se definirá el conjunto de los números racionales. Se construirán y localizarán en la recta numérica. Se revisarán las propiedades de orden, conmutativa, asociativa, existencia del neutro y de los inversos en las operaciones de adición y multiplicación. Se definirá el máximo común divisor de dos o más números. Como caso especial de números racionales se abordarán expresiones decimales exactas y periódicas. Se revisarán razones y proporciones con sus propiedades. Se planteará un problema que no tenga solución en Q.
Irracionales	Se definirá el conjunto de los números irracionales haciendo hincapié en que no cumple con la propiedad de cerradura (al multiplicar dos irracionales, algunas veces, se obtiene un racional: $\sqrt{2} \cdot \sqrt{2} = 2$) parte de los números reales y completa la recta numérica. Se construirán números, irracionales y se localizarán en la recta. Se clasificarán los números irracionales en algebraicos y trascendentes entre éstos a II y e.
Reales	Se definirá el conjunto de los números reales y se representarán en la recta numérica. Se establecerán las propiedades que cumplen en las operaciones de adición y multiplicación, así como las de orden. Se planteará un problema que no tenga solución en R.
Imaginarios. Complejos. Valor absoluto de un número real.	Se abordará la existencia de los números imaginarios definiéndose su unidad y sus potencias. Se mencionará que la adición formal de un número real con uno imaginario forma un número complejo,
Intervalo	Se abordará el concepto de valor absoluto de un número real y se enfatizará que: $ a = a$ si $a > 0$ $-a$ si $a < 0$
Leyes de los exponentes.	Se definirá intervalo: abierto, cerrado, semiabierto, semicerrado e infinito. Se abordará su notación y se representarán en la recta numérica.
Notación científica	Se revisarán las leyes de los exponentes, se abordará el concepto de potencia entera y fraccionaria de un número, revisando el significado del signo del exponente, y a partir de ellas, se calcularán productos, cocientes y potencias. Se justificará que $a^0 = 1$ siendo "a" cualquier número real finito y distinto de cero. Se abordará el concepto científico, considerando exponentes positivos y negativos. de notación.

Contenido	Descripción del contenido
Logaritmos	Se definirán logaritmo y sus propiedades, estableciendo que cualquier número real positivo, diferente de uno, puede ser la base de un sistema de logaritmos. Se enfatizará que el logaritmo de uno es cero en cualquier 'base y que el logaritmo de la propia base es uno. Se establecerá que la base de uso más frecuente es diez, dando origen a los logaritmos comunes o decimales y que se abrevia log. Se definirán característica y mantisa de ellos. Se informará que e es la base de los logaritmos naturales, que en ellos no se habla de característica y mantisa, que se representa por L o Ln. Se operará con ellos sin olvidar obtener el antilogaritmo.

a) Cuarta Unidad: Operaciones con monomios y polinomios en una variable.

b) Propósitos:

Que el alumno al comprender las operaciones con monomios y polinomios sea capaz de aplicarlas correctamente en el planteamiento y solución de problemas que surgen en su entorno.

Contenido	Descripción del contenido
Monomios	Se revisará el concepto de término algebraico haciendo hincapié en el reconocimiento de los elementos que lo constituyen: coeficiente, variable y exponente o grado. El grado de una constante es cero excepto el del propio cero que no puede tener grado. Se abordará el concepto de términos semejantes.
Polinomios	Se establecerá que la adición de un número finito de monomios o términos algebraicos, determinan un polinomio; que el grado de éste lo determina el monomio de mayor grado en la adición con coeficiente diferente de cero.
Adición de monomios y polinomios	Se revisará la simplificación de términos semejantes; para sumar monomio con monomio, monomio con polinomio y polinomio con polinomio. Se revisará cómo suprimir el paréntesis precedido de un signo menos.
Multiplicación de monomios y polinomios	Se revisarán y aplicarán las leyes de los signos y de los exponentes en la multiplicación de monomio por monomio, enfatizando en la propiedad distributiva al: efectuar la multiplicación de monomio por polinomio y la aplicación de la misma, en la multiplicación de polinomio por polinomio. Se operará con monomios y polinomios que contengan signos de agrupación, donde se requiera efectuar multiplicaciones de: monomio por monomio, monomio por polinomio y polinomio por polinomio para reducirlas a su mínima expresión.
Semejanza con los enteros	Se establecerá la analogía que guardan las operaciones con polinomios y las operaciones con los números enteros.
Factor común	Se revisará el concepto de factor común de un polinomio.
División de monomios y polinomios	Se revisarán y aplicarán las leyes de los signos y de los exponentes para dividir monomio por monomio y polinomio por monomio. Se revisará el algoritmo de la división de polinomio por polinomio.
Valor de un polinomio	Se calculará el valor de un polinomio con coeficientes racionales y exponentes naturales, se considerarán para x, valores numéricos y literales.
Polinomio como $f(x)$	Se darán diferentes valores para x en el mismo polinomio, éstos se consignarán en una tabla y se graficarán en el plano cartesiano. Se enfatizará en la diferencia entre base fija y exponente variable y exponente fijo y base variable. Se abordará que un polinomio puede igualarse con $f(x)$ introduciéndose el concepto de variable dependiente e independiente.

a) Quinta Unidad: Productos notables y factorización.

b) Propósitos: Que el alumno opere con productos notables y factorizaciones para plantear y resolver problemas de otras disciplinas, que sean significativos para él.

Contenido	Descripción del contenido
Factor común.	Se estudiará el Álgebra de expresiones con literales. Se abordará el factor común de dos o más monomios como el máximo común divisor de ellos.
Cuadrado de un binomio.	A partir del producto de dos binomios iguales se establecerá la regla para obtener el cuadrado de un binomio, enfatizando que el trinomio resultante se denomina "trinomio cuadrado perfecto" y que éste por lo tanto se puede descomponer en dos factores iguales.
Factorización de un trinomio cuadrado perfecto	Se considerarán binomios de la forma $a^2x^2 + bx$ y se abordará la operación "completar a un trinomio cuadrado perfecto" para descomponer en dos factores iguales. (Enfatizar que "a" es fija en cada problema y que "x" es la variable).
Cubo de un binomio. Factorización de un cubo perfecto	A partir del cuadrado de un binomio se calculará el cubo de éste, considerando tres factores iguales. Se definirá la regla para desarrollar el cubo de un binomio. Se señalará que el desarrollo consta de cuatro términos de características precisas, y dado un polinomio que las cumpla se factorizará como el cubo de un binomio.
Producto de dos binomios con un término común.	A partir de: $(x + a)(x + b) = x^2 + (a + b)x + ab$ se determinará cuando un trinomio de segundo grado es el producto de dos factores lineales.
Descomponer en factores un trinomio de segundo grado de la forma $x^2 + px + q$.	El trinomio anterior, en general, se expresa como: $x^2 + bx + c$; en donde $p = a + b$ y $q = ab$ con sus respectivos signos, advirtiéndose que el proceso opuesto al seguido para obtener el producto conduce a su factorización.
Producto de dos binomios conjugados. Descomposición en factores de una diferencia de cuadrados.	Se revisará el concepto de conjugado de un binomio, y a partir de obtener varios productos de éstos se generaliza para obtener la regla y determinarlos. Asimismo, se efectuará la operación inversa, es decir, dada una diferencia de cuadrados se factorizará como el producto de dos binomios conjugados. Se establecerá que la regla es válida para toda diferencia de potencias pares.
Factorización por agrupación términos.	Se operará con polinomios de la forma: $ax + ay + bx + by$ cuya factorización por agrupación es igual a: $(a + b)(x + y)$.
Descomposición en factores.	Se abordará cómo factorizar expresiones. Se establecerá el teorema del binomio, enfatizando como obtener el r-ésimo término.

a) Sexta Unidad: Operaciones con fracciones algebraicas y radicales.

b) Propósitos:

Que el alumno al comprender las operaciones con fracciones algebraicas y radicales sea capaz de plantear y resolver problemas de su entorno en términos de una fracción algebraica o de un radical.

Contenido	Descripción del contenido
Teoremas del residuo y del factor.	Se abordará el teorema del residuo y se establecerá el método de la división sintética. Se enunciará el teorema del factor.
Operaciones con fracciones algebraicas.	Se revisarán las propiedades de las fracciones algebraicas y se aplicarán para simplificarlas a su mínima expresión. Se revisarán y se enfatizarán las operaciones con ellas. Se operará con "fracciones complejas", simplificándolas a su mínima expresión.

Contenido	Descripción del contenido
Radicales	<p>A partir de las leyes de los exponentes, y enfatizando que un radical es un exponente fraccionario se simplificarán, considerando los siguientes casos: Sacando factores del sub radical. Incluyendo un factor dentro de un radical. Expresándolo como un radical de orden más bajo. Se efectuarán operaciones con ellos. Se considerarán radicales de órdenes iguales y diferentes. El resultado de la operación se expresará en la forma, más simple. Se racionalizará el numerador o el denominador de una fracción según convenga a la solución del problema. Se definirá el conjunto de los números imaginarios, revisando que un número imaginario es tal que: $i^2 = -1$, $a > 0$ entonces: $\sqrt{-a} = i\sqrt{a}$</p>
Introducción a los números complejos.	<p>Se hará hincapié en: $i = \sqrt{-1}$. Para que se genere un número imaginario n/a, $a \in \mathbb{R}$, $n = 2k \forall k \in \mathbb{N}$. Se establecerá que un número complejo es de la forma $a + bi$, con $a, b \in \mathbb{R}$ e $i^2 = -1$ es la parte real del complejo y bi la parte imaginaria. El conjunto de los números complejos (\mathbb{C}), se define simbólicamente como: $\mathbb{C} = \{a + bi/a, b \in \mathbb{R}, i^2 = -1\}$ Se enfatizará que el conjunto de los reales y el de los imaginarios puros son subconjuntos de los complejos.</p>

a) Séptima Unidad: Ecuaciones y desigualdades.

b) Propósitos:

Que el alumno sea capaz de plantear problemas de su entorno cuya solución se obtenga a partir de la resolución de una ecuación o de una desigualdad de primero y segundo grado. Que interprete el resultado obtenido.

Contenido	Descripción del contenido
Ecuación, identidad y propiedades de la igualdad.	<p>Se abordará el concepto de ecuación, distinguiéndose entre identidad o ecuación idéntica y la igualdad condicional o ecuación. Se establecerán sus propiedades</p>
Ecuaciones de primer grado en una variable.	<p>Se resolverán ecuaciones de la forma $ax + b = 0$ o que sean reducibles a ella, con $a, b \in \mathbb{Q}$ y $a \neq 0$. Se enfatizará en el grado de la ecuación y para resolverla se indicará paso a paso la propiedad aplicada (esto será suficiente en dos o tres ejemplos).</p>
Ecuación de segundo grado. Resolución de una ecuación de segundo grado.	<p>Se abordará el concepto de ecuación cuadrática y se resolverá: por factorización, completando trinomio cuadrado perfecto o aplicando la fórmula general que se demostrará a partir del método de completar el cuadrado. Se enfatizará en la importancia del signo del discriminante y lo que ello significa; así como en la relación que existe entre los coeficientes y las raíces si el polinomio es de la forma $ax^2 + bx + c$. Se comprobarán las soluciones.</p>
Desigualdad de primer grado en una variable y sus propiedades.	<p>Se revisarán las propiedades de orden y se abordará el concepto de desigualdad. Se resolverán desigualdades de primer grado, indicando paso a paso la propiedad aplicada. Se graficará el conjunto solución que las satisface. Resaltar que la solución de una ecuación es uno o varios puntos mientras que para una desigualdad la solución es un intervalo.</p>
Desigualdad de segundo grado. Resolución de una desigualdad de segundo grado.	<p>Se abordará el concepto de desigualdad de segundo grado y se establecerán las condiciones para resolverla. La solución, que podrá ser por factorización o a partir de las propiedades de orden, se graficará en la recta numérica. Se abordará que otra manera de encontrar la solución es resolverla como igualdad e ir probando que valores la satisfacen. Se determinará en la recta el conjunto solución que puede ser un punto, uno o dos intervalos o el conjunto vacío.</p>

a) Octava Unidad: *Sistemas de ecuaciones y de desigualdades.*

b) Propósitos:

Que el alumno sea capaz de plantear problemas de su entorno cuya solución se obtenga a partir de resolver un sistema de ecuaciones o de desigualdades.

Que interprete el resultado obtenido.

Contenido	Descripción del contenido
Sistemas de dos ecuaciones lineales con dos variables	Se abordarán los conceptos de sistemas de ecuaciones consistentes e inconsistentes.
Métodos de solución.	Para determinar el conjunto solución de un sistema de dos ecuaciones lineales en dos variables, se revisarán los métodos de eliminación por: suma o resta, igualación y sustitución. El método gráfico y por determinantes.
Solución de un sistema de dos desigualdades de primer grado en dos variables.	Se abordará el método gráfico para resolver un sistema de dos desigualdades de primer grado en dos o más variables
Resolución de un sistema de tres ecuaciones lineales.	Para obtener el conjunto solución de un sistema de tres ecuaciones en tres variables se revisarán y aplicarán los métodos de eliminación: suma o resta, igualación, sustitución y por determinantes.
Resolución de un sistema de dos ecuaciones con dos variables formado por una de primer grado y la otra de segundo grado.	Se establecerá que en la solución de un sistema de dos ecuaciones, una de primer grado y la otra de segundo, en dos variables se aplicará alguno de los métodos, algebraicos, ya descritos en apartados anteriores; eligiéndose, para cada caso, el más conveniente. Se representarán ambas ecuaciones en un mismo plano de coordenadas, enfatizando que la solución corresponde a los puntos de intersección.
Método gráfico.	Se abordará como caso particular la solución de un sistema cuyas ecuaciones sean de la forma: $x^2 + y^2 = r^2$ y $ax + by + c = 0$