



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE PSICOLOGÍA**

DIFERENCIACIÓN SEXUAL EN HABILIDADES MATEMÁTICAS Y  
VISUOESPACIALES, MEDIANTE LA REALIZACIÓN  
DE UNA TAREA COMPUTARIZADA

# **T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

**LICENCIADA EN PSICOLOGIA**

P R E S E N T A

**FATIMA SAGRARIO ESPINOZA SALGADO**

DIRECTORA DE TESIS:  
DRA. IRMA YOLANDA DEL RÍO PORTILLA

REVISORA:  
MTRA. ITZEL GRACIELA GALÁN LÓPEZ

SINODALES: Dr. JOSÉ MÉNDEZ VENEGAS  
Dr. JULIO ESPINOSA RODRÍGUEZ  
Dr. JOSÉ LUIS DÍAZ MEZA

Ciudad Universitaria, México D.F.

2013



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo fue parcialmente financiado por, proyecto de investigación e innovación tecnológica (PAPIIT) DGAPA UNAM IN228409: Diferencias Sexuales y de lateralidad cerebral en el funcionamiento visuoespacial

Con especial agradecimiento al Programa de Vinculación con Ex alumnos de la UNAM, por la Beca de Titulación para Ex alumnos de Alto Rendimiento, recibida para la realización de tesis.

El presente trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Sueño de la Facultad de Psicología, de la Universidad Nacional Autónoma de México a cargo de la Dra. María Corsi Cabrera.

Parte del trabajo realizado en esta tesis, fue presentado en el XX Congreso Mexicano de Psicología y III Congreso Iberoamericano de Psicología y Salud; llevado a cabo en la Ciudad de Campeche, Campeche., los días 17, 18 y 19 de Octubre de 2012, bajo el nombre de “Diferencias en el desempeño de una tarea de habilidades numéricas entre hombres y mujeres”

## AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Irma Yolanda del Río, por todas las enseñanzas, por los momentos que compartimos tanto académicos como personales, gracias por su amistad, por confiar en mí, por aceptarme dentro de su equipo de trabajo; me llevo de usted esa pasión, ese amor a la ciencia sin duda es mi gran ejemplo a seguir ¡¡¡Gracias!!!.

A la Mtra. Itzel Galán López, infinitas gracias por tu dedicación, tu tiempo y tu esmero en este trabajo, por todas las observaciones que fueron siempre en beneficio de esta investigación y también gracias por todos los momentos compartidos en el Laboratorio.

Al Dr. José Méndez Venegas, por todas sus enseñanzas en el INP, por todos los momentos compartidos, por todas las oportunidades que me ha brindado y por la confianza que me ha tenido, prometo hacer mi mayor esfuerzo y no fallar, también Gracias por todo el apoyo que me brindo para la realización de esta investigación, de verdad siempre le estaré infinitamente agradecida.

Al Dr. Julio Espinosa Rodríguez, por todas las aportaciones a esta investigación, particularmente en el área de habilidades matemáticas, por su tiempo, su dedicación y su interés, Gracias.

Al Dr. José Luis Díaz Meza, por su tiempo, por sus observaciones que han sido muy enriquecedoras para esta tesis, muchas gracias.

A la Dra. Mari Corsi, por abrirme las puertas de su laboratorio, por permitirme desarrollar esta investigación dentro de su laboratorio, por compartirme un poco de su conocimiento, siempre estaré muy agradecida por esa oportunidad que me brindo.

A las 260 personas que directa o indirectamente tuvieron la disposición de brindarme un poco o mucho de su tiempo para participar en esta investigación y que sin ustedes esto no hubiera sido posible, ¡¡¡Muchas Gracias!!!

A mi Honorable Universidad Nacional Autónoma de México, que desde hace 7 años me abrió las puertas, en el Colegio de Ciencias y Humanidades Sur, y después me abrió las puertas en la Facultad de Psicología. Ha sido un orgullo, un honor el haber estudiado en sus aulas, ser egresada de la mejor universidad del País es mi mayor orgullo. Los mejores momentos que viví fueron dentro de sus aulas. Ser universitaria es una de las mejores cosas que me ha pasado en la vida, siempre le estaré muy agradecida y estaré eternamente orgullosa de haber sido HECHA EN CU.

## DEDICATORIAS

A todos y cada uno de mis compañeros y amigos que conocí en esta Facultad: César Correa, Nelly Jiménez, Alejandro Rivera, Ale Palacios, Melissa González, Jacqueline Chávez, Adriana Mata, Mary, Eduardo Velasco (Gracias por todas las asesorías y clases extras ¡¡Te quiero!!), y a todos aquellos con los que compartí buenos momentos.

A mis queridas amigas PAEA, Susy, Maggie, Alina, Vicky, Dany, Espe, Mabel, Ari, Anita Verde, Marisol, Bety, Lily, Betza, Marily, Diana, porque con ustedes compartí muchos momentos, viajes y experiencias divertidas e inolvidables que hicieron que esta etapa universitaria sea inolvidable, ¡¡Gracias por su amistad!!

A mis compañeras de Laboratorio: Lic. Olga Rojas, Belén Alcántara, Lic. Berelim Corona (aunque a la distancia), por su apoyo y compañerismo, también a Rebeca Sifuentes, a la Mtra. Sara Herreño, CARMEN CASTRO, por su infinito apoyo académico, por tantos momentos no académicos compartidos, por compartir mis momentos catárticos, si algo bueno me dejó la vida tesista fue su amistad, ¡¡¡GRACIAS!!!

A mis chicas INP, Maru Espinosa y a la Mtra. Xolyanetzin Montero, gracias por su amistad, por su apoyo cuando tenía que aplicar pruebas y salir temprano del INP, pero sobre todo por su hermosa amistad y compartir conmigo estos momentos tan importantes y valiosos, ah claro no se me olvida gracias por su apoyo emocional, ¿Cuánto les debo de honorarios en esas intervenciones en crisis? Jajaja.

A toda esa familia que uno elige, mis entrañables y viejos amigos, que han estado en las buenas, en las malas y en las muy malas: Luis Garcia, Tonatzin Rojas (Totis), Armando Hernández, Montserrat Guzmán, Lidia Martínez, Andrea Béjar, Gaby Pickachu, Célida Díaz (aunque tú eres como mi prima, ¿no?) Muchas gracias por sus porras, su apoyo, su amistad y sobretodo su comprensión en esos momentos que tenía que decir: No puedo, es que... la tesis. Gracias por hacer mi vida más divertida y si soy cursi ¡¡¡LOS QUIERO MUCHO!!!

A mi amiga Brenda Aguilera<sup>+</sup> porque sé que desde donde estés me estarás echando porras y todas tus bendiciones, porque no olvido esa singular frase: ¡¡¡Eres mi Psicóloga Favorita!!!

A mis mejores amigas: Marianita Elizabeth Hernández, gracias por tu amistad, tu apoyo, tus risas, por esas largas horas de pláticas en el pasto, no cabe duda que eres la mejor amiga que la Facultad pudo presentarme, ¡¡¡Te quiero mucho!!!. Alicia Jiménez muchas gracias por tu amistad, por tu cariño, por tu confianza y sin duda lo prometido, gracias a ti y a tu familia por contestar miles de pruebas Psicológicas en beneficio de la ciencia, bueno no, está bien, era por una buena calificación, Por eso y muchas cosas más ¡¡Te quiero!!!.

A mi "Tío" Alfonso Vázquez por siempre motivarme, por sus porras, por su amistad y su apoyo a cada paso que doy, muchas gracias.

A mi familia Salgado Mérida, a mis tías Ana, Eva, María Elena y todos mis primos, porque aunque la distancia es mucha, sé que el cariño es más, muchas gracias por su apoyo, por estar

siempre al pendiente de mí, doy gracias a Dios de haberme puesto en una familia como la nuestra.

A mi abuelita Paula Mérida<sup>†</sup> por ese cariño que por 13 años me diste, sin pedir nada a cambio, Sé que si hoy estuvieras aquí estarías muy contenta y orgullosa de mí, pero sé que desde donde estás me mandarás tus bendiciones, ¡iiiGracias Abuelita!!!

A mi familia Rodríguez Mérida por todas las porras, el apoyo y el cariño que siempre me han dado, particularmente a mi tía Chayo y familia, Isela y Rodrigo, gracias por todo.

A mi tía Nice y a toda la familia Alonso Morales, gracias por su apoyo, por desearme siempre lo mejor y por estar en las muy buenas, en las buenas y en las muy malas, siempre les estaré infinitamente agradecida y daré gracias a Dios por tan hermosa familia.

A Luis Rodríguez, gracias porque hace 3 años decidimos tomarnos de la mano y compartir la vida, para amarte y ser amada. Gracias, por esa infinita paciencia que me tienes, ante mis ataques de bipolaridad, gracias por tu confianza, pero sobre todo por ese amor que es difícil de encontrar. Hace casi 2 años compartiste un momento igual conmigo ahora es mi turno y sé que es uno de muchos momentos felices que nos esperan para compartir juntos.

A mi papá por ser mi más grande ejemplo a seguir, porque me has enseñado que las barreras se las pone uno mismo, pero con perseverancia y esfuerzo podemos lograr lo que nos proponemos. Nunca olvidaré que tú me diste este ejemplo hace 10 años, y me dijiste que esperabas verme en el mismo lugar y ahora ha llegado mi turno. Le doy gracias a Dios por haberme dado un papá como tú, porque día a día te esfuerzas para darme lo mejor, gracias por tu amor incondicional, ¡iiiTe adoro!!!

A mi mamá porque has sido la mejor mamá que Dios pudo elegirme, me has cuidado, te preocupas por mí, me demuestras día a día lo mucho que me quieres, me has enseñado lo que es la vida y que de verdad "la vida no es fácil", me abres tus brazos cada que las cosas no van bien y lo más importante me diste la vida. Gracias por ser la mamá que eres, y cuando sea grande quiero ser como tú (jiji) ¡iiiTe adoro mamá!!!

Esta tesis y esta licenciatura va especialmente por ustedes dos, porque sin su esfuerzo, su dedicación, su paciencia y su apoyo incondicional no lo hubiera logrado. Papás pueden estar tranquilos, han formado una mujer de bien, y al fin ¡iiiTerminamos la universidad!!! Sé que no me alcanzará la vida para agradecerles todo lo que han hecho por mí.

Por último y no menos importante agradezco a Dios por su amor infinito que me lo demuestra con tantas bendiciones y el ser Psicóloga ha sido una de ellas. Gracias por darme, vida y salud para permitirme llegar a este momento tan importante.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	9
DIFERENCIAS SEXUALES.....	12
Asimetría Funcional. ....	15
HABILIDADES MATEMÁTICAS. ....	17
Las habilidades matemáticas como parte de la cognición humana. ....	18
La neurobiología de las habilidades matemáticas.....	22
HABILIDADES ESPACIALES. ....	27
Lóbulos Parietales.....	31
DIFERENCIAS SEXUALES EN HABILIDADES MATEMÁTICAS Y VISUOESPACIALES. ....	33
Diferencias sexuales en habilidades cognitivas. ....	33
Diferencias sexuales en habilidades matemáticas. ....	35
Correlatos neurológicos de las Diferencias Sexuales en las Habilidades Matemáticas.....	37
Relación entre habilidades matemáticas y habilidades visuoespaciales. ....	39
Diferencias Sexuales en Habilidades Espaciales.....	41
La neurobiología de las Diferencias Sexuales en Habilidades Visuoespaciales.	43
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ....	44
JUSTIFICACIÓN. ....	45
OBJETIVO. ....	48
HIPOTESIS.....	48
METODO.....	49
Participantes.....	49
Criterios de exclusión.....	49
Tipo de Estudios.....	50

Instrumentos. . . . .	50
Procedimiento. . . . .	57
Análisis de los Datos. . . . .	58
RESULTADOS.....	60
Descripción de la Muestra.....	60
Diferencias sexuales en Habilidades Matemáticas.....	63
Diferencias sexuales en el desempeño de la prueba de Habilidades Numéricas (DAT) en 233 alumnos.....	63
Diferencias Sexuales en Habilidades Numéricas (DAT) en la población seleccionada.....	65
Habilidad Matemática (Test de Buenos Aires).....	66
Habilidad Matemática por área (Test de Buenos Aires).....	67
Tiempo de Reacción en el Test de Buenos Aires.....	68
Diferencias Sexuales en Habilidades Visuoespaciales.....	70
Diferencias Sexuales en Habilidades Espaciales (DAT).....	70
Rotación Mental (Prueba Computarizada de Rotación Mental).....	70
Rotación Mental por áreas (Prueba Computarizada de Rotación Mental).....	72
Tiempos de Reacción en la Prueba Computarizada de Rotación Mental.....	73
Relación entre Habilidades Matemáticas y Habilidades Espaciales.....	75
Correlación entre Subpruebas de Habilidad Numérica y Habilidad Espacial (DAT).....	75
Correlación de Habilidades Matemáticas y Rotación Mental.....	75
Correlación pos cada una de las áreas de Habilidades Matemáticas y los Tipos de Rotación Mental.....	76



DISCUSIÓN.....	77
CONCLUSIONES.....	85
REFERENCIAS.....	86
ANEXOS.....	93

## RESUMEN

Las diferencias anatómicas entre el cerebro femenino y el cerebro masculino, repercuten en el desempeño de tareas cognitivas, como es el caso de las habilidades matemáticas y visuoespaciales donde los hombres se muestran más hábiles (Geary, 1996; Kimura 2000). Se ha estudiado que ambas habilidades se correlacionan ya que para la ejecución de las habilidades matemáticas se requiere el uso de habilidades espaciales (Burges, 2006) y anatómicamente para su procesamiento comparten los lóbulos parietales (O'Boyle, 2005; Ganley & Vasilyeva, 2011). El objetivo del presente trabajo fue observar si existían diferencias entre hombres y mujeres en el desempeño de las habilidades matemáticas y visuoespaciales; así como observar la relación entre ambas habilidades. En un principio se evaluaron 158 mujeres y 75 hombres, estudiantes de bachillerato y licenciatura, a quienes se les aplicó la subprueba de Habilidades Numéricas del Differential Aptitud Test (DAT), con una edad promedio de 18.3 años. De ese grupo se eligieron 20 hombres y 20 mujeres, que obtuvieron un percentil mayor a 50, con una edad promedio en las mujeres de 18.55 años (SD= 1.35, rango de edad 17 a 22 años) y en los hombres de 19.2 años (SD=1.23, rango de edad 17 a 22 años). Para medir las habilidades matemáticas se aplicó el Test de Buenos Aires versión computarizada, y para medir habilidades visuoespaciales, se aplicó una prueba de rotación mental computarizada y la subprueba de Habilidades Espaciales (DAT). Se observaron diferencias significativas entre hombres y mujeres en la población de 233 participantes en Habilidades Numéricas [ $F(232, 1) = 14.452$   $p=0.000$ ]. En el grupo de 40 participantes sólo se observaron diferencias estadísticamente significativas en Rotación Mental [ $F(39,1) = 0.047$   $p= 0.222$ ]. En ambos casos los puntajes más altos fueron los obtenidos en el sexo masculino. En cuanto a la correlación de ambas habilidades, sin importar el sexo; existieron correlaciones moderadamente significativas, entre Habilidad Numérica y Habilidad Espacial ( $0.321^*$ ,  $*p=0.05$ ) y entre Habilidades Matemáticas y Rotación Mental ( $0.480^{**}$ ,  $**p=0.01$ ). Los resultados obtenidos en el presente estudio, sugieren que los hombres obtienen puntajes mayores en Habilidad Numérica y Rotación Mental; sin importar el sexo las Habilidades Matemáticas correlacionaron con una habilidad visuoespacial en particular, la Rotación Mental, y las Habilidades Numéricas correlacionaron con las Habilidades Espaciales, dejando entre ver que las habilidades visuoespaciales son fundamentales para el desarrollo de las habilidades matemáticas.

**Palabras clave:** Habilidades Matemáticas, Habilidades Visuoespaciales, Diferencias Sexuales.

## INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia se ha tratado de estudiar las diferencias entre sexos, en las habilidades cognitivas, éstas se asocian principalmente a niveles hormonales dependiente de cada una de las gónadas, al desarrollo prenatal y la diferencia genética entre el par 23 (Carlson, 2006; Salkind, 2008). Las diferencias sexuales a nivel cognitivo que se han estudiado mayormente son: El lenguaje, motricidad fina que son tareas donde las mujeres obtienen puntajes mayores; Las habilidades visuoespaciales y en las habilidades matemáticas son típicamente masculinas (Fairweather, 1976; Kimura, 2002).

En particular las habilidades matemáticas se definen como un conjunto de habilidades mentales o estrategias, que ayudan al desarrollo conceptual y el razonamiento matemático para la resolución de problemas (Cortada & Macbeth, 2007). Sin embargo las investigaciones realizadas sobre diferencias sexuales en habilidades matemáticas se han realizado mayormente desde el ámbito educativo (Lubinsky & Persson, 1992).

Gracias a las nuevas técnicas de neuroimagen se han obtenido interesantes hallazgos lo que ha permitido describir el funcionamiento cerebral de cada uno de los sexos, durante la realización de una tarea de habilidades matemáticas. En estos estudios, se ha permitido conocer, por ejemplo, que los hombres presenta mayor actividad metabólica en la corteza parietal posterior, giro angular derecho y giro-parahipocampal derechos; mientras en las mujeres presentan mayor actividad metabólica en la corteza parieto-frontal (Grabner, Ansari, Reishorfer, Stern, Ebner & Neuper, 2007; Keller & Menon, 2009).

Las habilidades matemáticas son habilidades donde los hombres se caracterizan por tener un alto desempeño, al igual que en las habilidades visuoespaciales. Ambas habilidades comparten al lóbulo parietal para su procesamiento a pesar de que se procesan en diferentes regiones del lóbulo parietal, siendo el surco

intraparietal derecho, la única región que se activa en la realización de ambas habilidades, sin embargo las habilidades matemáticas se activan áreas parietales izquierdas mientras que al momento de realizar una tarea de habilidades espaciales se activan mayormente regiones del lóbulo parietal derecho. Un dato interesante reportado en la literatura es que los altos puntajes en ambas habilidades sin importar el sexo, se correlacionan, esto se atribuye a que se necesitan habilidades visuoespaciales para la representación del número en un espacio (Casey, Pezaris & Nuttall, 1997; O'Boyle, Cunningham, Silk, Vaughan & Jackson, 2005; Dehaene, 2009).

Es así como también resulta de sumo interés para la presente investigación, el estudio de las diferencias sexuales que existen en las habilidades visuoespaciales.

Las habilidades visuoespaciales se definen como la destreza para representar, transformar, generar y renombrar simbólicamente la información (Linn & Petersen, 1985 en Arce, Ramos, Guevara & Corsi-Cabrera, 1995). Dichas habilidades se han descrito a lo largo de la literatura como habilidades típicamente masculina (Arce et al., 1995; Kimura & Hampson, 1994; Kimura, 2002; Saucier, McCreary & Saxberg, 2000; Quaiser-Poh, Geiser & Lehmann, 2006), esto quiere decir que los hombres siempre puntúa mayormente que las mujeres en estas tareas, una teoría que apoya estos resultados es que los hombres a lo largo de la historia de la humanidad asumen el rol de proveedores y cazadores por lo que tienen que tener la habilidad espacial desarrollada para ubicar el alimento (Diamond, 1999).

Por lo anterior en este trabajo de investigación, se abordará las diferencias sexuales en los procesos cognitivos, como consecuencia del dimorfismo sexual que se define como la diferenciación sexual del cerebro que tiene su origen desde la fecundación, en el momento de la asignación de un sexo cromosómico, para poder asignar un sexo gonadal, y dependiendo de las gónadas serán las

hormonas que se liberen y repercutan en el sistema nervioso y a su vez en el nivel cognitivo. Particularmente se estudiará las diferencias sexuales en el desempeño de tareas de habilidades matemáticas y visuoespaciales, así como la relación que ambas habilidades comparten.

Posteriormente, debido a que las habilidades matemáticas y visuoespaciales comparten el lóbulo parietal para su procesamiento y al momento de realizar una tarea de cada habilidad se observan altas correlaciones, es importante estudiar las relaciones existentes entre ambos procesos sin importar el sexo.

Se explicará con detalle el análisis estadístico que se realizará y los resultados obtenidos en las comparaciones entre el grupo de mujeres y hombres, para observar si existen diferencias significativas en cada uno de los instrumentos utilizados, particularmente las subpruebas de Habilidad Espacial y Habilidad Numérica de la Prueba Diferencial Aptitud Test (DAT), la versión computarizada del Test de Buenos Aires y la prueba computarizada de Rotación Mental; así como el análisis de las correlaciones existentes entre las pruebas de habilidad matemática y las pruebas de habilidades visuoespaciales.

Por último se discutirán los resultados, de acuerdo a lo reportado en la literatura precedente a esta investigación y se expondrán las conclusiones a las que se llegaron en la presente investigación.

## DIFERENCIAS SEXUALES

Las diferencias sexuales entre los seres humanos son evidentes físicamente, así como conductualmente, esto emerge de diversas teorías que con evidencias científicas han adquirido cierto nivel de credibilidad. Los principales argumentos son la genética, factores hormonales así como factores físicos que determinan las diferencias sexuales; estos modelos consideran cómo las diferencias biológicas entre hombres y mujeres influyen en la identidad de género y el rol de género (Salkind, 2008).

Los humanos tienen 46 cromosomas, en 23 pares; el par 23 del material genético no se comporta de manera igual a los demás, uno puede ser en forma de Y, al cual se le conoce como gen SRY (Rosenzweig, Leiman & Breedlove, 2001); ó en forma de X, cuando se presenta un par de dos X el sexo que fenotípicamente se expresará es femenino y si el Par es XY será fenotípicamente masculino (Carlson, 2006). La función principal de esta diferencia genética, es la formación de testículos y/o ovarios, con lo cual se dan una serie de eventos en efecto dómimo que al final darán como resultado un hombre o una mujer, principalmente por características hormonales diferentes (Salkind, 2008).

A partir de las primeras semanas de gestación, el cromosoma Y en el embrión masculino desencadena el desarrollo de testículos secretando una gran cantidad de andrógenos que promueven el desarrollo físico a todos niveles de las características típicamente masculinas. El output hormonal que generan las gónadas en los primeros meses de gestación, sobre el feto, son lo que ayudan a la diferenciación sexual. Por otro lado, el cromosoma X en el embrión femenino dará lugar al desarrollo de los ovarios en su fase temprana, que producen muy pocos andrógenos y más estrógenos que tiene como consecuencia el desarrollo de órganos y características femeninas; por lo que si otras estructuras en fase embrionaria reciben hormonas testiculares, desarrollaran caracteres masculinos,

y si no es así estas estructuras se feminizarán, haciendo lo propio a nivel cerebral. Desde este punto el tejido cerebral, obedece a las señales hormonales que le son enviadas desde las gónadas (Rosenzweig et al., 2001; Salkind, 2008).

La feminización o masculinización de un cuerpo afecta todos los sistemas, desde el sexual reproductor, hasta el nervioso central (García, 2003). Estos factores genéticos y hormonales a nivel de Sistema Nervioso Central, es a lo que se le conoce como dimorfismo sexual, que se define como las diferencias anatómicas que existen entre el cerebro masculino y el cerebro femenino (Ortega, 2010).

Durante la década de los años setenta se comenzó la investigación de las diferencias sexuales en el cerebro de los mamíferos, encontrando diferencias básicamente en 3 estructuras: El hipotálamo, la comisura anterior y el cuerpo calloso, siendo estas las mismas diferencias que se presentan a nivel cerebral en los seres humanos (Lacoste-Ustamsing & Holloway, 1982; MacGlone, 1980); el cuerpo calloso en los humanos es la estructura que presenta mayores diferencias sexuales anatómicas; este es un conjunto de fibras que conectan a ambos hemisferios, al igual que la comisura del cuerpo anterior que es un conjunto de fibras más pequeño que conecta áreas entre los hemisferios cerebrales. Pareciendo así que las mujeres tienen un mejor sistema de conexión entre ambos hemisferios (Bermúdez & Zarrote, 2001; Ramos-Loyo, 2006). Esta característica se correlaciona con la habilidad que tiene el sexo femenino para realizar 2 o más habilidades a la vez (Gil-Verona, Macias, Pastor, Felix, Maniega, Román, López, Alvarez-Alfageme, Rami-González & Boget, 2003).

En algunos estudios se ha revelado que en el cerebro existen receptores de la hormona estrógeno principalmente en el hipocampo, demostrado en cultivos de neuronas donde aumentan el número de espinas dendríticas de esta estructura (Castillo, Cely & Manrique-Abril, 2008). Este efecto hormonal también se ha observado en la excitación cortical; Corsi-Cabrera (2003), demostró en un

estudio, que la actividad electroencefalográfica se ve afectada por estos cambios biológicos a nivel central, provocados por algunos ciclos hormonales, y estos cambios se reflejaron en la ejecución de ciertas tareas cognitivas, demostrando que la secreción hormonal es un factor importante para el funcionamiento cerebral; como es del conocimiento general las mujeres producen mayor cantidad de estrógenos y los hombres producen mayor número de andrógenos, principalmente la testosterona, por lo que depende del sexo será la cantidad de hormona que pueda llegar al cerebro, haciendo posible las diferencias en los procesos cognitivos.

En estudios con modelos animales se ha demostrado que ante la presencia de andrógenos y estrógenos es como se conforman los circuitos neurales que son sensibles a estas hormonas; por ejemplo la exposición temprana a estradiol en ratas tiene efectos en habilidades visuoespaciales, que para los humanos esta habilidad se considera una habilidad cognitiva. Estas investigaciones han tratado de replicarse en humanos, sólo que por cuestiones éticas estas se llevan a cabo de acuerdo a los ciclos endógenos propios de cada una de las hormonas ya sean femeninas o masculinas (Kimura & Hapmson, 1994; Hausmann, Slabbekoorn, Van, Cohe-Kettenis & Güntürkün, 2000). Se ha comprobado que existe una correlación entre la diferencia de la ejecución de tareas cognitivas con la variación de los niveles de estrógenos y testosterona en los niveles de sangre. Los efectos de estas hormonas van cambiando desde la pubertad hasta la adultez.

Kimura & Hapmson (1994), en una serie de estudios de habilidades cognitivas, donde la variable independiente son los niveles hormonales dependientes del ciclo menstrual y/o de terapias hormonales en el caso de las mujeres, y en el caso de los hombres dependientes de la hora del día; donde se demostró que los niveles altos de testosterona se relacionaban con puntajes altos con las tareas típicamente masculinas como las habilidades visuoespaciales.



La existencia de diferentes zonas y estructuras cerebrales con dimorfismo sexual tiene importantes consecuencias funcionales (García, 2003; Gil-Verona et al., 2003), es por eso que para áreas de la Psicología, como lo son: La Neuropsicología y la Psicofisiología, es de sumo interés tomar en cuenta estas variables al momento de realizar cualquier estudio de ejecución o conductual (Kimura & Hapmson, 1994).

### ***Asimetría Funcional***

Mediante la observación de las diferencias sexuales en algunas estructuras cerebrales, a las que se les ha atribuido una función cognitiva específica, se ha desarrollado otra probable teoría, que explica las diferencias sexuales en el desempeño de habilidades cognitivas, esta teoría se denomina Asimetría Funcional Cerebral, describiéndose como la especialización de los hemisferios cerebrales, derecho e izquierdo del cerebro humano adulto para realizar diferentes funciones cognitivas (Gil-Verona et al., 2003).

Se ha descrito que en las personas diestras el hemisferio dominante es el izquierdo que se especializa en el lenguaje y en otras tareas de procesamiento serial de la información; mientras que el hemisferio derecho lo hace en procesos no verbales, que incluyen visualización tridimensional, rotación mental de objetos, emociones y comprensión de expresiones faciales (Kandel, Schwartz & Jessell, 1997). El estudio de las habilidades cognitivas mediante esta teoría se ha logrado a través de los síntomas de algunos pacientes que presentan alguna lesión o destrucción total de uno de los dos hemisferios o del comportamiento de pacientes epilépticos que farmacológicamente no son tratables y que la única solución es la sección del cuerpo calloso (Gil-Verona et al., 2003).

En general se ha encontrado que el Hemisferio Izquierdo (HI), procesa preferentemente la información de tipo lógico-verbal, como el lenguaje y las matemáticas descomponiendo un todo en distintos componentes. En cambio el

Hemisferio Derecho (HD), está más implicado en el procesamiento de información emocional y no verbal, a través de estrategias globales y sintéticas (Ramos-Loyo, 2006).

Actualmente se conoce que la corteza en su espesor y grosor es mayor en los varones en el hemisferio derecho por la influencia de los andrógenos sobre ella (Arce et al., 1995; Kimura, 1999), como las habilidades cognitivas están lateralizadas se esperaría que los hombres presenten un mayor desempeño en las habilidades que se encuentran en ese hemisferio.

Gil-Verona et al., (2003) describen que no se necesita un momento específico de la vida para observar las diferencias dependientes del sexo en la ejecución de tareas que evalúan las habilidades cognitivas anteriormente mencionadas; sin embargo la especialización hemisférica, de cada una de las funciones cognitivas se presenta de manera más rápida en las mujeres que en los hombres.

Kimura y Hapmson (1994) reportan estudios que se han realizado con personas que han sufrido alguna alteración neurológica, donde se muestran diferencias sexuales significativas; por ejemplo: Las mujeres con lesiones en el hemisferio izquierdo presentan menos déficits lingüísticos o espaciales que los hombres con lesiones similares, además de que la repercusión postraumática es siempre mejor en la mujer.

Se ha descrito que las habilidades matemáticas se procesan mayormente en el hemisferio izquierdo porque son de carácter lógico verbal (Dehaene, 2009) y las habilidades visuoespaciales llevan mayormente su procesamiento en el hemisferio derecho (Squirel, Berg, Bloom, du'Lucs, Ghosh & Spitzer, 2009); éstas habilidades se han descrito como típicamente masculinas, porque los hombres presentan puntajes mayores al realizar estas tareas (Kimura & Hapmson, 1994; Kimura, 2002) y para fines de esta investigación se tratarán con mayor profundidad estas habilidades.

## HABILIDADES MATEMÁTICAS

A lo largo de la historia, el ser humano se ha dedicado a desarrollar todas las habilidades cognitivas, que son procesos abstractos, mediante los cuales los seres humanos procesan la información, para sobrevivir en su medio; algunas habilidades cognitivas son: Memoria, aprendizaje, habilidades verbales, habilidades espaciales, habilidades matemáticas, la creatividad entre muchas otras. (Jausovec & Jausovec, 2009; Ngun et al., 2010)

Algunas teorías describen que se ha demostrado que estas habilidades han sido desarrolladas en los seres humanos debido a la ventaja filogenética que la evolución le ha conferido a la especie *Homo Sapiens, Sapiens*, sin embargo también especies inferiores las desarrollan.

Al estudiar los procesos cognitivos, se debe tomar en cuenta que dichos procesos son susceptibles a variables externas o endógenas de cada ser humano, como por ejemplo: Algunas patologías, hormonas, y el sexo (Kimura, 1999).

Las habilidades matemáticas se definen como un sistema de reglas y normas pero también es un conjunto de habilidades mentales o estrategias para enfrentar los problemas, por lo que la National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) de los Estados Unidos, dice que las matemáticas dependen de tres principios básicos, para poder llegar al resultado de un problema:

- La resolución de problemas: Mediante la manipulación mental de elementos, según las reglas de razonamiento lógico, para poder obtener un resultado.
- El desarrollo conceptual: Se refiere a la adquisición de conceptos, e interpretación de símbolos matemáticos para llegar a un resultado. y al

- Razonamiento matemático: Permite comprender la información dada y resolver problemas concretos en distintos contextos (Bennett, Seashore & Wesman, 1982; Dehaene, 1997; Cortada & Macbeth, 2007).

### ***Las habilidades matemáticas como parte de la cognición humana***

Una habilidad se define como la capacidad de actuar realizar una función, ya sea física o mental o una combinación de ambas, sin educación o formación para poder hacer algo, es una cosa latente que también se desarrolla gracias al aprendizaje, al ejercicio y a la experiencia; sin embargo muchas veces se le confiere también el termino de aptitud definiéndose como una habilidad natural, o la capacidad para aprender, sobre todo (en psicología) la capacidad existente para realizar alguna función, ya sea física, mental, o una combinación de los dos, dada la necesaria educación o formación. Por lo cual se les considera sinónimos (Colman, 2009), pero para fines de esta investigación utilizaremos el término habilidad.

Esta habilidad ha sido objeto de estudio de la Psicología, siendo abordada desde diferentes áreas, principalmente: Las Ciencias Cognitivas, las Neurociencias y la Psicología Educativa; sin embargo éstas áreas de la Psicología coinciden en que es una habilidad cognitiva, que requiere de cierto entrenamiento para desarrollar conocimientos, entendiendo por conocimiento la noción, idea o información desarrollado por la inteligencia (Diccionario de la Real Academia Española, 2012).

Hernández (2006) considera que la habilidad matemática es una mezcla de inteligencia general, imaginación visual, destreza para percibir configuraciones numéricas y espaciales para retener consideraciones sobre algunos números, conceptos, los cuales se requieren para la resolución de problemas matemáticos.

Las habilidades matemáticas para su ejecución requieren de un procesamiento de memoria operativa, para poder retener y procesar los componentes matemáticos (palabras, símbolos, hechos numéricos, fórmulas) (Orton, 2003).

Bermejo y Rodríguez (1987) hacen énfasis en el factor lingüístico al momento de adquirir conceptos lógicos, como es el caso del desarrollo numérico, porque necesitan ser procesados semánticamente para su entendimiento.

Desde la perspectiva de las ciencias cognitivas y las neurociencias, las habilidades matemáticas tienen un fundamento neuronal, el cual es innato, que requiere de la integración de diversos procesos cognitivos, que se han correlacionado con el desarrollo evolutivo de anatomía del cerebro humano, sobre todo por las áreas que hacen diferente a esta especie de las demás (Orozco & Matute, 2011).

La capacidad de número tiene una raíz evolutiva por lo cual es conocido que algunos animales pueden discriminar estímulos de acuerdo a la capacidad de numerosidad pe.: Delfines, salamandras, macacos y leones; lo que sugiere que los animales tienen más conocimiento del sentido, sin necesidad de entrenamiento previo. Estos estudios demuestran que la discriminación de estímulos es la base para la adquisición numérica, también se describe que la capacidad del número tienen un componente neurológico con base filogenética (Dehaene, Molko, Cohen & Wilson, 2004).

Piaget (1941) desarrollo la teoría de la conservación del número, refiriéndose al hecho de que los aspectos cuantitativos de los objetos no cambian a menos que se haya agregado o sustraído alguno de los objetos antes presentados, pese a otras modificaciones de los objetos, describiéndola como una habilidad innata, que se comienza a desarrollar en los primeros años de vida y es base fundamental para desarrollar las habilidades matemáticas, teniendo como

argumento principal que la construcción del número va a la par del desarrollo de la lógica.

En algunos experimentos Piaget (1941) demuestra que los niños aprenden reglas lógicas básicas que se evidencian en pensamientos lógicos, como lo son las operaciones formales de las matemáticas, esto es posible mediante el desarrollo de la capacidad de número, que aparece en los seres humanos alrededor de los 5 años de edad y necesitaba la presencia previa de algunas habilidades de razonamiento lógico, como la capacidad de razonar mediante la propiedad transitiva (Si A es mayor que B, y B es mayor que C, entonces A es mayor que C) y así como también es importante establecer capacidades biunívocas entre dos conjuntos (Alonso & Fuentes, 2001; Dehane, 2009).

Los seres humanos presentan una tendencia innata hacia el desarrollo de las habilidades matemáticas, básicas o biológicas, estas son:

- Numerosidad: Esta permite determinar con precisión la cantidad de grupos pequeños de objetos, sin necesidad de contarlos. Se puede considerar que un niño es capaz de entender la numerosidad de un conjunto cuando comprende la correspondencia entre ellos.
- Ordinalidad: Involucra la comprensión de conceptos de mayor a menor, por ejemplo, entender que 6 es mayor que 5. Esta habilidad es básica para contar.

Sobres estas dos habilidades se construye el resto del aprendizaje numérico (Deahene, 2009; Orozco & Matute 2011).

Estos conceptos innatos van cambiando a través del aprendizaje, hasta llegar a las habilidades de cálculo y/o aritmética, que se adquieren en la educación básica en México. Fischer (en Orozco & Matute, 2011) describe que el aprendizaje del cálculo está basado en interacciones verbales: El conteo que

implica principalmente la memorización de la cadena convencional de los nombres de los números. De acuerdo a este mismo autor, los bebés tienen posibilidades de tipo no verbal para percibir los números, por ello se describe que existen 2 tipos de representaciones para el número:

- Simbólico: Depende del lenguaje, y almacena conocimiento aritmético exacto, para poder manipular y entender el lugar que ocupa cada número y lo que esto significa.
- No simbólico: Es independiente del lenguaje, porque es como se comprende y se combina la cardinalidad, lo que nos dice que representa sólo la magnitud (mucho o poco, más o menos), es la cantidad aproximada que representa un conjunto de objetos.

Las habilidades matemáticas básicas son esencialmente no simbólicas, la disponibilidad de los símbolos de número varía en las culturas y surge a fines del desarrollo humano (Dehaene, 2009).

Orton, 2003 describe que la capacidad numérica, a parte del lenguaje implica memoria a largo plazo, donde se almacena el significado de cada uno de ellos, para convertirse en un modelo simbólico, por ello se dice que somos capaces de adquirir conocimiento aritmético exacto, a través de las operaciones como la multiplicación y la división sigan ese mismo patrón. La suma y la resta tienen un patrón diferente de procedimiento, tanto espacial como visual y de razonamiento.

Los procesos de memoria implicados en las habilidades matemáticas también se han visto relacionados con procesos verbales, un ejemplo de ello es el conocimiento memorístico de las tablas aritméticas porque dependen de la memoria verbal, la comprensión conceptual de la relación entre números arábigos y las cantidades correspondientes, así como la capacidad de combinar estas cantidades en operaciones simples.

Se debe hacer una diferencia entre las habilidades matemáticas y las matemáticas como ciencia, porque estas forman parte del plan de estudios de todas las escuelas de educación básica a nivel universal; sin embargo lo que las escuelas llaman matemáticas es una disciplina que tiene como principio básico las habilidades matemáticas que se adquieren de manera cotidiana, entendiendo como habilidad la capacidad y disposición para demostrar un conocimiento (Nickerson, 2010).

### ***La neurobiología de las habilidades matemáticas***

A través de diversos estudios neurocientíficos se ha demostrado que todos los procesos cognitivos tienen un correlato neuronal; mediante el uso de técnicas como Resonancia Magnética Funcional (RMf), Tomografía Axial Computarizada (TAC), Electroencefalografía (EEG), Tomografía por Emisión de Positrones (PET), donde ante un estímulo que implique cualquier habilidad cognitiva existe un cambio en la actividad cerebral, puede ser en el metabolismo, en la actividad eléctrica etc. (Carlson, 2006).

Para poder dar una ubicación anatómica aproximada de donde se llevan a cabo las funciones principales de cada una de las habilidades matemáticas, se ha descrito a partir de un enfoque neuropsicológico, a través de pacientes que han sufrido un daño cerebral, como en ellos se ven afectadas sus funciones cognitivas a partir de la ubicación de su lesión y esta se correlaciona con un mal funcionamiento de cierta función cognitiva del pensamiento matemático a través de la ejecución de tareas matemáticas (Alonso & Fuentes, 2010; Geary, 1993).

A pesar de que se desconoce el sustrato neural exacto de las matemáticas, se sabe que dentro de la región inferior del lóbulo parietal, se presentan cambios metabólicos mientras se realizan estudios de neuroimagen y a su vez una tarea de habilidades matemáticas; principalmente se observa la activación de la corteza primaria izquierda fronto-parietal, pero también se observa una actividad



bilateral de la corteza superior del lóbulo parietal (Kroger, Nystrom, Cohen & Jonhson-Laird, 2001; Rosenberg-Lee, Chang, Young, Wu & Menon, 2011). También se describe que esta región a su vez se subdivide en microrregiones especializadas en números, escritura y movimiento de los dedos, así como las habilidades espaciales.

Al estudiar las habilidades matemáticas es importante resaltar las 4 operaciones básicas (suma resta, división y multiplicación), porque se ha observado que las habilidades matemáticas tienen como base a la suma y a la multiplicación que presentan un esquema muy similar de aprendizaje, por lo que se cree que estas, se enseñan antes que la resta y la división que tienen un sentido inverso (Rosenberg-Lee et al., 2011). Algunas diferencias conductuales en el uso de la estrategia sugieren que los correlatos neuronales utilizados para un procedimiento es diferente de otro. Van-Harskamp (2002) describe un paciente con lesiones en la corteza parietal posterior quien tenía preservada la función de la multiplicación y dañada la adición. Otro paciente con un tumor en la Corteza Parietal Posterior (CPP) que dañaba el giro supramarginal y el giro angular debajo de la materia blanca perdió el concepto de las demás operaciones aritméticas menos de la multiplicación, concluyendo que en general la corteza parietal está implicada en todos los procesos cognitivos de las habilidades matemáticas.

Algunos estudios con Resonancia Magnética Funcional (RMIf) han tratado de explicar la zona donde se procesan las operaciones aritméticas y estas tienen un procesamiento diferente, Lee (2000, en Rosenberg-Lee et al., 2011) encontró que las restas activan el giro angular y el giro supramarginal. Grabner et al. (2007) realizaron un estudio con el fin de estudiar las diferencias individuales de las matemáticas o si existían las mismas características a nivel cerebral, por lo cual con una muestra de veinticinco personas que presentaban altos puntajes en habilidades matemáticas, se les sometió a un estudio de RMIf mientras los participantes resolvían operaciones aritméticas se encontró que para las restas

la corteza parietal derecha fue la mayormente activada, en particular el giro angular derecho, concluyendo que tal vez no hay diferencias individuales, si no que existen similitudes en las áreas activadas entre los sujetos evaluados.

En otro estudio se observa que la suma y la multiplicación activan áreas parietales inferiores bilaterales sólo la resta activa áreas derechas lo que se atribuye a que la resta requiere el uso de la memoria de trabajo, particularmente los hombres presentan mayor activación en el sùculo derecho intraparietal y en el giro angular derecho, las diferencias fueron lateralizadas no de estructuras en particular (Keller & Menon, 2009).

En un estudio realizado por Jackson & Warrington (1986, en Alonso et al., 2001), donde se construyó un Test de Aritmética de Gran Dificultad (GDA), que consistía en 12 sumas y 12 restas, y se presentaban de manera Oral. Éste Test fue administrado a un grupo de 100 voluntarios que tenían edades entre 18 y 75 años, sin ninguna patología neurológica y también se les aplicó a otros 2 grupos de pacientes con lesiones cerebrales unilaterales de: Hemisferio Derecho (HD) y Hemisferio Izquierdo (HI). Los resultados de los sujetos controles, correlacionaron alto con algunas subescalas del WAIS, principalmente habilidades verbales, dígitos y aritmética. Se compararon a los grupos de pacientes con lesiones en el hemisferio derecho e izquierdo, y se observaron diferencias en el rendimiento aritmético, entre los pacientes con lesiones izquierdas y el grupo control siendo los de lesiones izquierdas quienes presentaron una grave acalculía del 16%, mientras que los pacientes con lesión derecha no tenían ningún problema respecto al grupo control.

Dehaene (1997) trabajó con pacientes que por la presencia de una epilepsia incontrolable tuvieron que recibir como tratamiento la callosotomía, dividiendo sus hemisferios, por lo que observaron que cada hemisferio trabaja de manera diferente, con lo que concluyó que el hemisferio izquierdo es capaz de nombrar y realizar cálculos exactos, el hemisferio derecho es capaz de aproximar. Las

áreas visuales del cerebro también se dice que están involucradas como la occipito-temporal inferior que se relaciona con el reconocimiento de cifras arábigas.

Datos de algunas investigaciones neuropsicológicas sugieren que la activación de las áreas occipito-temporales y occipito-parietales, en tareas matemáticas se debe a que se requiere de una representación visual de los dígitos en símbolos y a las representaciones de cantidades en un espacio, es por ello que la relación de las habilidades matemáticas y visuoespaciales es tan importante para el estudio de ellas (Maruyama, Pallier, Jobert, Sigman & Dehaene, 2012).

Dehaene (1997) apoya la idea de que existe una relación entre números y espacio, pe. :

- a) Las personas tendemos a representar mentalmente los números enteros en una línea recta orientada de izquierda a derecha, y esto desempeña un papel importante en nuestra intuición numérica.
- b) Existe una fuerte correlación entre el talento matemático y las habilidades espaciales.

En estas investigaciones se hace la relación entre estos dos procesos, porque los números se representan de manera lineal en el espacio, de acuerdo a la ley de Weber-Fechner (1860) la cual establece que el menor cambio discernible en la magnitud de un estímulo es proporcional a la magnitud del estímulo. En este caso los estímulos son cada uno de los números, y es por ello que se acomodan en línea recta de acuerdo a su magnitud y si uno de ellos se cambia es evidente de acuerdo a su valor (Morris, 2005).

En la mayoría de las culturas el significado de cualquier número ocupa un lugar en el espacio, desde el momento que aprendemos los 10 primeros dígitos con

los dedos de la mano, y emerge como la más abstracta representación en el espacio.

La evidencia más clara sobre la relación que existe entre los procesos neurales que se ven implicados entre las habilidades matemáticas y las habilidades visuoespaciales es el síndrome de Gerstmann, porque este síndrome es provocado por una lesión en la región parietal izquierda, y los pacientes presentan acalculia o discalculia, agráfia o disgráfia, imposibilidad de nombrar derecha e izquierda. Por lo tanto la región parietal izquierda inferior, con mayor precisión, se subdivide en microrregiones altamente especializadas para números, escritura, espacio, etc (Alonso et al., 2001). Se debe considerar que existen regiones relacionadas con espacio y números, diciendo que tendemos a representar los números en línea recta y hay una fuerte relación en las habilidades matemáticas y espaciales.

A través de las investigaciones se ha confirmado que a nivel anatómico el desempeño de las habilidades matemáticas, dependen de las áreas parietales que nos ayudan a la evocación de los nombres de los número; la región prefrontal donde se relacionan en la automatización de hechos aritméticos y el surco cingulado (Dehaene et al., 2004).

La representación simbólica depende del surco intraparietal bilateral, que juega un rol más general en magnitudes, y la representación no simbólica depende de el surco intraparietal derecho que depende de una representación de redes visuoespaciales, siendo esta la única área que se ha demostrado que comparten estas habilidades, quedando en claro que la relación de número y espacio es fundamental para el desarrollo de las habilidades numéricas (O'Boyle et al., 2005).

## HABILIDADES ESPACIALES

El procesamiento de la información espacial es un grupo complejo de subprocesos heterogéneos que juntos regulan la organización de diversas conductas. Éstos se tienen que integrar dentro de un modelo comprensivo y unificado a lo que llamamos cognición espacial (Dennis, 2004).

La cognición espacial o habilidades espaciales, son todas aquellas habilidades requeridas para representar, transformar, generar, retener, recuperar, integrar, analizar y aspectos visuales del ambiente para renombrar simbólicamente, no lingüísticamente la información (Linn & Petersen, 1985, en Arce et al., 1995; Lohman, 1993; en Hernández, 2011).

Las habilidades espaciales también son consideradas dentro de las habilidades cognitivas, por ser un proceso superior que permite la adaptación de los seres humanos a su medio. Tiene una representación a nivel cerebral, siendo esta habilidad útil para encontrar un objeto, manipularlo y hacer conciencia sobre él (Squirel et al., 2009).

Estas habilidades, representan un elemento crucial de las habilidades superiores de los seres humanos, se dividen en tres diferentes tipos de procesamiento:

- La percepción en el espacio corporal: Se refiere a la representación cortical del cuerpo humano, como ciertas áreas de la corteza somatosensorial se dedica a diversas partes del cuerpo, y la correspondiente sensibilidad relativa de dichas partes, en general a las que se han descrito por medio del homúnculo sensorial.
- En el espacio egocéntrico: Esta se divide en varias habilidades visuales como lo son:

- Desorientación visual: Es una interrupción en la coordinación de la información de la retina y el movimiento de ojos y cabeza.
- Localización visual: Deterioros en la habilidad para apuntar hacia o tocar un estímulo visual en ausencia del deterioro visual, somatosensorial y motor.

Esto quiere decir que el espacio egocéntrico es la relación que se tiene, con el espacio y las estructuras visuales que se ven involucradas.

- En el espacio alocéntrico: Son las representaciones espaciales en las cuales el ambiente sirve como el marco de referencia para un sistema de coordenadas que son independientes al observador.

Cada uno de estos procesamientos de información, conllevan a diferentes subprocesos mediados por diferentes mecanismos neurales. Sin embargo para fines de esta investigación sólo se hablará de los procesos en el espacio alocéntrico, que se refiere a todos los procesos espaciales, como: la percepción de la ubicación de los objetos en relación uno con otro, el dibujo, tareas de construcción, en análisis espacial, solución de problemas, así como la orientación espacial, reconocimiento de objetos, razonamiento abstracto y memoria topográficas (Dennis, 2004; Sack, 2009).

En general el procesamiento espacial está representado en menor proporción a comparación del lenguaje, que tiene áreas específicas como las áreas de Broca y Wernicke, ya que se ha visto que involucra diversas regiones de la corteza cerebral como algunas otras estructuras:

- Regiones occipitales: Las cuales ayudan a la visualización de los objetos, sin ella estas tareas no son posibles.
- Regiones temporales: Principalmente se ha estudiado el funcionamiento del hipocampo en estas áreas, porque se ve involucrado en los procesos

de memoria, en tareas donde se tiene que hacer un recorrido y recordar la ruta que se siguió.

- Regiones Frontales: Estas áreas están involucradas en la generación de la conducta voluntaria así como en la toma de decisiones. Cuando el lóbulo frontal se lesiona el paciente sufre severos deterioros en el comportamiento que tiene un componente espacial, por ejemplo el aprendizaje de laberintos (Dennis, 2004).

Squire et al. (2009), reporta en su estudio que las áreas del hemisferio derecho, son las que presentaron mayor actividad al momento del procesamiento espacial.

Existen otros argumentos basados en investigaciones, que explican el procesamiento espacial a partir del funcionamiento de los lóbulos parietales (Ganley & Vasilyeva, 2011; Husain & Nachev, 2006; Kosciak, O'Leary, Moser, Andreasen & Nopoulos, 2008; Sack, 2009). Estas investigaciones argumentan que los lóbulos parietales están altamente especializados para el procesamiento espacial y que los efectos de las lesiones en estas áreas afectan el desempeño en las tareas espaciales, pero si se lesionan otras zonas del cerebro estas se afectan de manera muy indirecta al procesamiento y desempeño de tareas espaciales.

Lohman en 1993, (en Hernández, 2011), propone un listado de habilidades espaciales, por factores, para enfatizar los diferentes aspectos del proceso de generación, almacenamiento, recuperación y transformación de las imágenes visuales. Estos factores son:

- Visualización: Es la habilidad de manipular patrones visuales, indicado por los niveles de complejidad y dificultad en los estímulos visuales que pueden manejar exitosamente, sin considerar la velocidad; por ejemplo el doblado de papel.

- Velocidad de rotación: La velocidad y habilidad de manipular patrones visuales relativamente simples, por cualquier medio (rotación, transformación y otros).
- Velocidad de cierre: La velocidad de hallar, reconocer e identificar un patrón visual conocido con anterioridad, cuando se encuentran oculto ni indistinguibles de algunas formas.
- Velocidad Perceptual: Velocidad en encontrar un patrón visual conocido, o la comparación precisa de uno o varios patrones en un campo visual cuando no se encuentran ocultos ni indistinguibles de ninguna forma.

Los factores convencionales que se ven involucrados en la evaluación de las habilidades espaciales son:

- La visualización espacial: Que es la habilidad para imaginar cómo se vería un objeto si se volteará en diversas formas o de manipular elementos para formar patrones y el lugar que un objeto ocupa dentro de un espacio, por ejemplo en el caso de las habilidades matemáticas es importante para la visualización de los números dentro de un espacio.
- La orientación espacial: Es la habilidad que determina la orientación de un objeto respecto al cuerpo de uno (Arce et al., 1995).

Para fines de esta investigación, se ahondará en la Rotación Mental, la cual forma parte de las habilidades espaciales, en particular esta se describe como: La habilidad para encontrar las condiciones en que las personas mentalmente deben orientar y manipular una imagen; esto se reduce a la representación mental de la orientación determinada de la figura con imágenes en el espacio de manera mental, sin necesidad de realizar una manipulación manual; principalmente estas pruebas consisten en mostrar dos imágenes y cada



persona tendrá que determinar si una de esas figuras esta en espejo o es idéntica sin importar sus giro (Geng, Zhang & Zhang, 2011).

Las habilidades antes mencionadas forman parte de la cognición espacial, comparten procesamientos similares, ya que tienen por objetivo la imaginación y la percepción visual lo que hace que compartan mecanismos subyacentes, que implican procesos en las áreas en la corteza occipito-temporal, así como en la corteza parietal, particularmente en el hemisferio derecho que está especializado para la manipulación de los objetos y de las imágenes, como lo son la rotación mental y la visualización de los objetos (Geng et al., 2011).

### **Lóbulos parietales**

A lo largo de este trabajo se ha mencionado que los procesos cognitivos de las habilidades matemáticas y visuoespaciales en gran medida se llevan a cabo en los lóbulos parietales, anteponiéndolos como la principal región cerebral en la que se llevan a cabo, por ello es importante hacer mención de ellos. Se debe tomar en cuenta que existen redes neurales que también están implicadas en el procesamiento de ésta información (Sack, 2009).

Los lóbulos parietales están divididos anatómicamente por:

- ψ Sículo Postcentral (SPC).
- ψ Sículo Parieto-Occipital (SPO).
- ψ Dorsalmente está rodeada por la Cisura de Silvio (CS).

La corteza parietal, presenta algunas, divisiones internas, el límite más importante de esta región es el área del Sículo Intraparietal (SIP), que divide la corteza parietal en inferior y superior. En la parte posterior se encuentra delimitada por el Sículo Occipital Transversal (SOT) la cual divide la Corteza Parietal Posterior (CPP), en el Lóbulo Parietal Superior (LPS) y Lóbulo

Parietal Inferior (LPI). Los campos parietales del ojo humano (CPOH) se localizan medianamente en LPI, este a su vez puede ser más una parte anterior versus posterior que corresponden respectivamente a la circunvolución supramarginal (CSM) versus la circunvolución angular (CA), ambas bordeando la circunvolución temporal superior (CTS) (Martens et al., 2011) (Véase Figura 1).

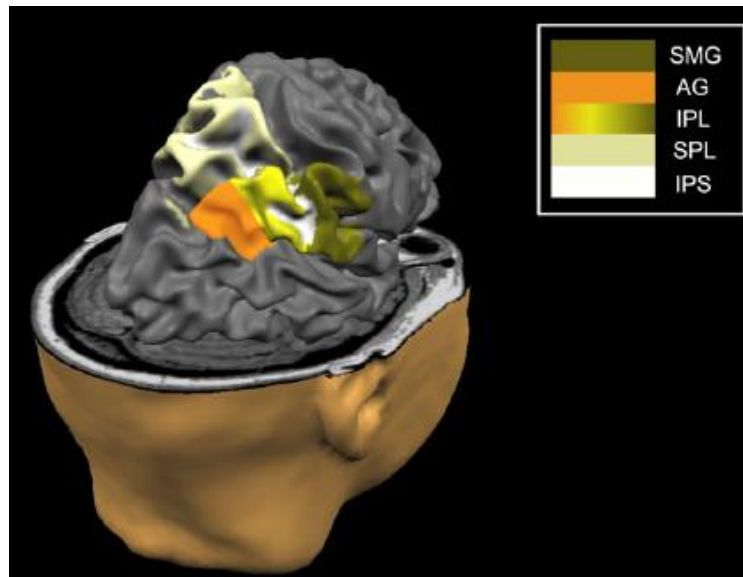


Fig. 1 La anatomía básica de la corteza parietal posterior. Esta figura es vista desde el polo occipital del hemisferio derecho. SLP= Lóbulo parietal superior, IPL= Lóbulo parietal Inferior, IPS= Sículo Intraparietal, hPEF =Campos Parietales del ojo humano, AG= Giro Angular, SMG= Giro Supramarginal, TPJ= Zona temporoparietal. Modificada de Sack, 2009.

## DIFERENCIAS SEXUALES EN HABILIDADES MATEMÁTICAS Y VISUOESPACIALES

### *Diferencias sexuales en habilidades cognitivas*

Las diferencias sexuales en cuanto al desempeño en tareas cognitivas, han sido estudiadas desde diversas ciencias como: La Antropología, las Neurociencias, la Psicología, la Filosofía, en fin toda aquella ciencia que tenga interés en el estudio del ser humano. El estudio interdisciplinario de estas diferencias ha llevado a una controversia debido a que si las diferencias sexuales en las habilidades cognitivas se debe a esta organización cerebral distinta entre hombres y mujeres o simplemente se debe a factores ambientales o estilos de crianzas.

Hombres y Mujeres son diferentes, no sólo biológicamente, porque estas diferencias repercuten a nivel cognitivo. Eleanor Maccoby y Carol Jacklin (en Salkind, 2008) fueron pioneros, en los estudios de las diferencias sexuales, encontrando que existían diversos estereotipos, sus principales hallazgos en las diferencias de acuerdo al sexo, fueron en las siguientes habilidades: Verbales, Visuoespaciales, Matemáticas.

Las principales diferencias que se muestran en estos procesos cognitivos son: Los hombres realizan mejor que las mujeres determinadas tareas espaciales, particularmente las aventajan en pruebas en las que el sujeto debe manipular un objeto o imaginarse un giro, así como el recorrido de una ruta. También consiguen mayor precisión en pruebas de habilidades motoras dirigidas a blancos, así como en habilidades matemáticas (Burges, 2006; Kandel et al., 1997). Las mujeres tienden a puntuar mejor que los hombres en velocidad perceptiva (capacidad para reconocer un rostro), mayor fluidez verbal, recuerdan mejor los detalles de una ruta, tienen mayor habilidad en tareas de precisión, memoria episódica (Kimura, 1999; Ngun et al., 2010).

Algunos estudios (Burges, 2006; Gil-Verona et al., 2003; Kimura et al., 1994, Kimura, 1999; Ngun et al., 2010) han demostrado la diferencia en conductas y habilidades cognitivas dependientes del sexo son diversas, pero la mayoría de estos estudios concuerda en que, en las habilidades que un sexo es más apto que otro, no puede ser el otro sexo apto a estas, y que los puntajes obtenidos en las pruebas que demuestran éstas diferencias son significativas entre sí.

Las diferencias sexuales en las habilidades verbales han sido mayormente estudiadas, desde el punto de vista psicológico. Se ha observado que las mujeres en todas las subáreas de esta habilidad presentan puntajes mayores que los hombres (Fairweather, 1976; Burges, 2006; Kimura, 2007; García-García, 2000) siendo la mayor habilidad típicamente femenina.

Los altos puntajes que arrojan las mujeres en pruebas de lenguaje, favoreciendo al sexo femenino, puede conducirnos erróneamente al estereotipo de que las mujeres hablan más que los hombres, sin embargo debemos tomar en cuenta que esto se debe a la presencia de estrógenos (Ngun et al., 2010), por ello es importante tener en cuenta que es la cantidad del discurso, su comprensión y decodificación es lo que se valora en estas pruebas, así como otras variables biológicas (Burges, 2006).

Existen algunas habilidades cognitivas que no se han estudiado a fondo, por ejemplo: Las habilidades matemáticas, donde la mayoría de los estudios en diferencias sexuales se han realizado desde la perspectiva de la Psicología Educativa, por lo que no existen muchos estudios que tomen en consideración variables fisiológicas como las hormonas, la fase del ciclo menstrual o la edad cronológica etc.

## ***Diferencias Sexuales en Habilidades Matemáticas***

El estudio de las diferencias sexuales en las habilidades matemáticas, se ha desarrollado más a partir de la Psicología Educativa presentando evidencia en diversos tipos de estudios (Shibley, Fennema & Lamon, 1990; Lubinsky & Persson, 1992; Bendow, Lubinski, Shea & Eftekhari-Sanjani, 2000). Todos estos estudios se han llevado a cabo en los Estados Unidos de América, con la prueba SAT *Scholastic Aptitud Test*, la cual consiste en evaluar distintas áreas básicas y fundamentales para el desarrollo de cualquier carrera universitaria, como: verbal, matemáticas, espaciales etc. Esta prueba se aplicó en varios estados de la Unión Americana a estudiantes de educación media superior, lo que en ese país se conoce como High School, que están por escoger una carrera universitaria.

La mayoría de estos estudios reportan que los hombres presentan preferencias hacia carreras del área físico-matemáticas, mientras que las mujeres tienen una tendencia más hacia licenciaturas del área de humanidades, esto se atribuye a que los puntajes en el área de matemáticas de la prueba SAT, son mayores en hombres que en mujeres. El estudio también toma en cuenta que las diferencias sexuales en la elección de una carrera, depende de factores sociales, aunque no se cierra el estudio a otra posibilidad (Lubinsky & Persson, 1992).

Existen otra serie de estudios de carácter transversal, para ver si las diferentes etapas de la vida son una variable que puede influir en las diferencias sexuales en la ejecución de las matemáticas; lo que se encontró es que estas diferencias no son significativas, la única diferencia a favor de las mujeres es a mediados de la educación secundaria, a comparación de los hombres ellas fueron más aptas y con puntajes por arriba que los hombres (Shibley, Fenema & Lamon, 1990).

La preocupación actual de las diferencias sexuales en el desempeño de las matemáticas desde el punto de vista de las ciencias de la educación, es por la alta demanda que a nivel universitario las carreras del área físico-matemático, y

estas áreas están en la constante pregunta ¿A qué se debe tal preferencia?, ¿Por qué las mujeres prefieren carreras sociales o humanísticas?, teniendo una mayor frecuencia en los países industrializados, donde día a día crece la demanda por profesionales en el área de ciencias físico-matemáticas, ofreciendo una demanda laboral que crece día a día (Martens, Hurks, Meijs, Wassenberg & Jolles, 2011).

Para el estudio de las matemáticas se debe tomar en cuenta que la habilidad que adquirimos en primer lugar son todas las operaciones de tipo aritmético, siendo estas la base de las habilidades matemáticas, así como del conocimiento matemático. Por lo que al comparar las diferencias que existen en el desempeño de las operaciones aritméticas, entre hombres y mujeres, es importante tomar en cuenta diversos factores: El nivel de escolaridad de cada uno de los participantes y que para la ejecución de las habilidades aritméticas, así como para la ejecución de cualquier tarea se debe tomar en cuenta los sustratos neurales que se ven involucrados en dicho proceso.

Martens et al. (2011) trabajaron con 340 niños entre 6 y 15 años, de los cuales 193 eran niñas y 197 eran niños, que se clasificaron de acuerdo a su escolaridad y así se les aplicó la prueba ATT (Arithmetic Tempo Test), con 40 problemas aritméticos, de los cuales se encontró que la ejecución de las operaciones aritméticas es diferente en hombres y mujeres dependiendo del grado escolar en el que se encontraban. Siendo los hombres los que presentaron un puntaje mayor sin embargo con un  $\alpha$  de 0.05, se encontró una relación en la ejecución de la resta y la multiplicación sin importar el sexo.

## ***Correlatos Neurológicos de las Diferencias Sexuales en Habilidades Matemáticas***

Los correlatos neurológicos de las habilidades matemáticas como se han descrito anteriormente, tienen redes neurales, que implican lóbulos frontales, temporales pero principalmente parietales, en particular áreas supramarginales (Dehane et al., 2004). Sin embargo las diferencias sexuales a nivel de Sistema Nervioso Central, de las habilidades matemáticas han sido muy poco estudiadas, a pesar de que existen evidencias que demuestran grandes diferencias en el desempeño de estas tareas entre hombres y mujeres, en su mayoría favorecen a los hombres (Bendow 1990, en Kimura, 1999).

Los estudios que se han llevado a cabo en el área de las neurociencias, se han hecho en su gran mayoría con Resonancia Magnética Funcional (RMIf), donde se mide el metabolismo de cada una de las áreas cerebrales, al momento de realizar una tarea (Carlson, 2006).

Grabner et al. (2007) realizaron un estudio con RMIf, para investigar los correlatos individuales de las diferencias en las competencias matemáticas, así como también averiguar cómo es que los circuitos neuronales parietales modulan el nivel general de las competencias matemáticas individuales. La muestra estuvo compuesta por hombres que mostraran diferencias entre sí en su desempeño en las habilidades matemáticas, pero no en otras actividades. Sin dejar de lado sus competencias matemáticas e inteligencia numérica se tomó en cuenta que existen diferencias sexuales en algunas habilidades matemáticas. Se presentaron 60 estímulos de problemas de multiplicación, incluyendo la respuesta correcta con un distractor. La evidencia más importante que se encontró fue que el giro angular derecho se correlaciona con competencias matemáticas. Este estudio nos da la primera evidencia que existe activación parietal mientras se realizan cálculos mentales, pero que esta activación se modula por las diferencias individuales en las competencias matemáticas

principalmente en el giro angular derecho con muchos problemas de multiplicación difíciles, sin embargo la relevancia que tiene este estudio para la presente investigación es que fue realizado solamente con hombres, dejando en claro que es el procesamiento masculino y que para futuras investigaciones se debe tomar en cuenta el desempeño femenino en estas tareas.

Existen diferencias sexuales en las regiones que se activan al momento de realizar una tarea, sin embargo estas no son claras, así como tampoco son claras las variables biológicas que interfieren en este proceso. Keller & Menon (2009) realizaron un estudio para observar que diferencias existen a nivel anatómico al momento de realizar tareas cognitivas en habilidades matemáticas, comparando 25 mujeres y 24 hombres, durante una tarea de problemas aritméticos, y mediante morfología basada en Voxel (VBM), para examinar las diferencias sexuales en las estructuras cerebrales. Las diferencias sexuales encontradas fueron: Los hombre muestran mayor actividad metabólica en la corteza parietal posterior, específicamente zona intraparietal, giro angular derecho y giro-parahipocampal derecho. Las mujeres muestran actividad metabólica en diferentes regiones que parecen formar redes desde la corteza parietal hasta las cortezas frontales.

El estudio de las diferencias sexuales en habilidades matemáticas, incluye varios factores, que son importantes considerar para la presente investigación que la literatura reporta, como lo son factores hormonales, correlatos neurales, factores sociales, la experiencia educativa, así como las diferencias individuales.



## ***Relación entre habilidades matemáticas y espaciales***

Las Habilidades Matemáticas y las Habilidades Espaciales anatómicamente comparten el Lóbulo Parietal, a pesar de que al momento de realizar las tareas de estas habilidades las regiones del lóbulo parietal que se activan son diferentes (Hoppe, Fliessbach, Stausberg, Stojanovic, Trautner, Elger & Weber, 2012).

La mayoría de las tareas matemáticas activan áreas parietales izquierdas, principalmente regiones inferiores de la corteza parietal, así como también áreas de la corteza fronto-parietal izquierda, existe una excepción que son las restas que al momento de su ejecución se activa el área del giro angular derecho (Rosenberg-Lee et al., 2011). Para las habilidades espaciales se ha observado mayor actividad en áreas parietales derechas, principalmente corteza inferior y superior, surco intraparietal y la única región parietal izquierda que se activa es el lóbulo parietal superior (Squire et al., 2008). Sin embargo el Surco intraparietal derecho, se ve activado en tareas que matemáticas que implican el procesamiento no simbólico del número y a su vez dicha área se ve activada junto con otras redes neuronales al momento de realizar tareas visuoespaciales (O'Boyle et al., 2005).

En las tareas que evalúan habilidades matemáticas y visuoespaciales, en la mayoría de los estudios se reporta que quienes obtienen puntajes más altos son los hombres (Casey et al., 1997; Geary, 1996).

Se ha estudiado la relación entre las habilidades matemáticas y las habilidades espaciales anteponiendo el hecho de evaluar personas hábiles en matemáticas, sin importar el sexo, para observar si esa habilidad es predictor del buen desempeño en habilidades espaciales, así como también se ha evaluado a personas visuoespacialmente hábiles para así observar si esta habilidad es un predictor de un buen desempeño de las habilidades matemáticas, por ejemplo

O'Boyle et al. (2005) realizaron un estudio, para observar la relación que existe entre la rotación mental y las habilidades matemáticas. Primero se les evaluó con la prueba SAT (versión Australiana), para elegir sólo a las personas que obtuvieran un percentil de 90 en el área de habilidades matemáticas; después de ello contestaban una tarea de rotación mental, mientras se realizaba una RMIf (Resonancia Magnética Funcional), para observar las áreas cerebrales implicadas en la realización de ésta tarea. Como se ha mencionado anteriormente se observaron la activación de áreas parietales, particularmente del lóbulo inferior parietal derecho y lóbulo parietal superior izquierdo, sin embargo también se activaron áreas bilaterales de la corteza motora y áreas bilaterales del giro medial frontal, a esta última se le ha atribuido su funcionamiento con tareas de memoria de trabajo. Este último punto es importante ya que cabe resaltar que la activación de áreas de memoria de trabajo, no eran esperadas por lo que este hallazgo resultó novedoso en este estudio. Es importante mencionar que los puntajes que se obtuvieron en la prueba de rotación mental fueron altos y presentaron una correlación significativa con los puntajes de las tareas matemáticas.

Casey et al. (1997) realizaron un estudio simple con los resultados obtenidos de una aplicación completa de la prueba SAT (Scholastic Aptitud Test), correlacionando los resultados de la subprueba de habilidades matemáticas con las habilidades espaciales, encontrando la correlación más alta en los puntajes de los hombres, por lo que en ese estudio se demostró la fuerte relación entre las habilidades matemáticas y las habilidades espaciales en la Prueba SAT.

Ganley et al. (2011), muestra un estudio donde a 114 alumnos de octavo grado de High School, se les aplicaron las siguientes pruebas: Vandenberg Mental Rotation Test (Para medir Rotación mental), 2 subescalas de Fennema Sherman de Aptitudes Matemáticas y la escala de ansiedad matemática. Al obtener los resultados se realizó una regresión, donde se muestra como predictores de las matemáticas la rotación mental y las actitudes hacia estas; sin embargo al

momento de analizar las diferencias de género se encontró que la ejecución de la prueba de rotación mental fue más alta en los hombres, por lo que para los hombres es mejor predictor la rotación mental para la ejecución de las matemáticas, por otro lado, el sexo femenino obtuvo puntajes menores en rotación mental, por lo que esta habilidad en ellas no fue un predictor de las matemáticas; concluyendo que las mujeres utilizan otros procesos para la ejecución de estas tareas, principalmente habilidades analíticas y verbales.

Las habilidades matemáticas y las habilidades espaciales comparten correlatos anatómicos, y también se ha descrito que las habilidades visuoespaciales son predictores para un buen desempeño de las habilidades matemáticas, por ello resulta de suma importancia también considerar el estudio de las diferencias sexuales de las habilidades visuoespaciales (Ganley et al., 2011; Geary et al., 2000; O'Boyle et al., 2005).

### ***Diferencias Sexuales en Habilidades Espaciales***

A lo largo de la historia y del avance de la ciencia se ha descrito por varios autores, que en las habilidades espaciales los hombres son mayormente favorecidos (Arce et al., 1995; Kimura & Hampson 1994, Kimura, 2000; Saucier et al., 2002). Estas habilidades han sido de sumo interés para las neurociencias cognitivas.

Existen algunas teorías evolucionistas sobre el desarrollo de las habilidades espaciales en el sexo masculino; La teoría más relevante es que el desarrollo de éstas, se debió a los hombres asumían el rol de ser proveedores de alimento, por lo que tenían que ubicarse dentro de un área y ubicar los lugares donde se podría encontrar el alimento para llevarlo a la comunidad y así pudieran alimentarse, por lo que a lo largo de la historia evolutiva del ser humano, el hombre se vio obligado a desarrollar sus habilidades espaciales para poder sobrevivir (Diamond, 1999).

El desempeño de los hombres se muestra con mayores puntajes en tareas, donde la información no es lingüística. En cuanto a las habilidades espaciales, tienen dos factores importantes que se ha descrito que hace que los hombres tenga un mejor desempeño, estos factores son: visualización espacial (habilidad para manipular objetos en el espacio), orientación espacial (la capacidad de orientar el cuerpo en un espacio). Se ha demostrado que en la ejecución de tareas visuoespaciales, ya sea desde la ejecución de pruebas neuropsicológicas, y/o con la ejecución de estas pruebas al mismo tiempo de un registro electroencefalográfico, los hombres presentan puntajes mayores que las mujeres en estas tareas, (Moffat et al., 1995 en Arce et al., 1995). Las únicas tareas espaciales donde no existen diferencias significativas son las tareas de recorrido de mapas (Burges, 2006), porque las mujeres suelen recordar mejor los detalles de estos mapas, lo cual es una evidencia de que las mujeres y los hombres tienen diferencias en las estrategias cognitivas para resolver un problema y poder emitir una respuesta.

Quaiser-Pohl, Geiser & Lehmann (2006) evaluaron a 861 adolescentes de origen Alemán de educación secundaria, entre 14 y 20 años, se les aplicó una prueba de Rotación Mental en lápiz y clasificarlos en Hábiles y No Hábiles. Después realizaron una tarea, que consistía en el videojuego llamado "Tetris", donde el objetivo para ganar es acomodar las piezas, rotándolas de manera que pueda introducirse dentro de un espacio, de manera tal que se formen líneas rectas, para poder ir acumulando puntos. Esta tarea dependía de dos factores: el de género y la habilidad en la rotación mental, el grupo en el que habían sido clasificados. Se compararon los resultados del Test de Rotación Mental, y los resultados del Juego Tetris. Estos tuvieron una alta correlación con el buen desempeño de los hombres en el videojuego, mientras que las mujeres no presentaron diferencias significativas en los puntajes. Por lo tanto concluye que no importa la edad, para demostrar que esta habilidad es típicamente masculina.

## ***La Neurobiología de las Diferencias Sexuales en Habilidades Visuoespaciales***

Existe una teoría que se deriva del hecho de que las hormonas tienen una participación muy importante a nivel de sistema nervioso central, y que estas facilitan el desarrollo de algunas habilidades más que de otras dependiendo de la segregación de estas, por ejemplo Hooven, Chabris, Ellison & Kosslyn (2003) describen en un estudio la relación que tiene los niveles de testosterona con la ejecución de una tarea de Rotación mental. Evaluaron a 27 hombres en edad universitaria, midiendo los niveles de testosterona en saliva y después de esto ellos realizaron una tarea de rotación mental computarizada, donde se muestra que los puntajes altos correlacionaron positivamente con los niveles altos de testosterona, sugiriendo que la testosterona facilita el desempeño en la tarea de Rotación Mental.

Estas habilidades al igual que las habilidades matemáticas, comparten el sitio anatómico donde se procesan mayormente estas habilidades que son los Lóbulos Parietales, también se han demostrado algunas diferencias, que se relacionan con la capacidad de manipular objetos en el espacio. Las principales diferencias anatómicas existentes son: Mayor materia gris en lóbulos parietales y temporales en mujeres que en hombres. Algunos estudios previos reportan diferencias sexuales en pruebas de rotación mental; Por ejemplo, en las mujeres se observa activación bilateral en los lóbulos parietales incluyendo lóbulos parietales superiores e inferiores, el surco intraparietal, giro temporal inferior a diferencia de los hombres a quienes se les activan regiones surco derecho parieto-occipital, surco izquierdo intraparietal y Lóbulo parietal superior izquierdo (Koscik et al., 2009)

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde la fecundación se da la determinación del sexo cromosómico, que tiene como consecuencia el dimorfismo sexual cerebral este se refleja en las diferencias sexuales existentes en la ejecución de algunas tareas cognitivas, por ejemplo se ha descrito que los hombres presentan una mayor habilidad en tareas visuoespaciales y de habilidades matemáticas, por ello es del conocimiento general que el hombre realiza tareas de mayor contenido numérico y puede ubicarse mejor espacialmente que las mujeres; por otro lado se sabe que la mujer es mayormente hábil verbalmente y en algunas tareas que requieren de habilidad manual; Estas características se reflejan en la demanda educativa de las carreras universitarias, por ejemplo: Los hombres suelen elegir con mayor frecuencias, ingenierías y licenciaturas pertenecientes al área de las ciencias Físico- Matemáticas; las mujeres se inclinan más por las licenciaturas de áreas como: artes y humanidades. México no es ajeno a esta situación, porque a pesar de que las carreras universitarias que tienen mayor oferta de trabajo, son aquellas que se dedican al desarrollo de la ciencia y la tecnología, son muy pocas las mujeres que eligen carreras de ésta área, siendo el sexo masculino la población predominante en éstas carreras universitarias.

Es importante considerar que las habilidades visuoespaciales predisponen el desarrollo de las habilidades matemáticas, se ha reportado que a mayor puntaje en una tarea visuoespacial se espera mayor puntaje en una tarea de habilidades matemáticas, porque para el procesamiento de ambas habilidades estas comparten la región del lóbulo parietal; por lo que resulta importante considerar ambas habilidades para el estudio de las diferencias sexuales.

Se pretende que esta investigación aporte nuevos datos al estudio científico de las diferencias sexuales particularmente de las Habilidades Matemáticas y Visuoespaciales, así como la relación que estas comparten; considerando factores que en investigaciones anteriores no se han tomado en cuenta.

## JUSTIFICACIÓN

Las habilidades matemáticas se definen como un conjunto de habilidades mentales o estrategias, que se componen de: cálculo, razonamiento, lenguaje y memoria, que ayudan al desarrollo conceptual para la resolución de problemas (Dehaene, 1997; Orton, 1998; Cortada & Macbeth, 2007).

Las habilidades visuoespaciales se definen como la destreza para representar, transformar, general y renombrar simbólicamente la información (Linn & Petersen, 1985, en Arce et al., 1995).

A lo largo de la revisión de la literatura, se menciona que las habilidades visuoespaciales se relacionan estrechamente con las habilidades matemáticas. Una evidencia en la relación de ambas habilidades es que el desarrollo numérico comienza cuando los números deben ser acomodados en línea recta de acuerdo a su magnitud, ubicándolos en un espacio (Dehaene, 1997), por lo cual el espacio es importante para el desarrollo de las habilidades matemáticas; a nivel cerebral se ha demostrado que dichas habilidades comparten regiones a nivel cerebral, como lo son los lóbulos parietales, particularmente el surco intraparietal derecho para su procesamiento (Ganley & Vasilyeva, 2011; Geary et al., 2000; O'Boyle et al., 2005).

Por otra parte, se ha expuesto que hombres y mujeres presentan diferencias en la ejecución de procesos cognitivos, como consecuencia del dimorfismo sexual. En lo que respecta a las habilidades matemáticas y las habilidades visuoespaciales, los hombres presentan mayor puntaje en la realización de dichas tareas (Arce et al., 1995; Kimura, 2002; Quaiser-Poh et al., 2000; O'Boyle et al., 2005; Grabner et al., 2009; Ganley & Vasileyva 2011).

Las diferencias sexuales en habilidades visuoespaciales y matemáticas, se han atribuido a que comparten procesos cerebrales principalmente en el lóbulo

parietal y que este se ve favorecido en su desarrollo a mayor cantidad de testosterona (Hooven et al., 2004; O'Boyle et al., 2005; Ganley & Vasilevva 2011;).

Otro factor que puede influir en el desarrollo de estas habilidades son: Los procesos educativos (Lubinsky & Persson, 1992; Dehaene, 1997), actualmente existe mayor interés en las escuelas en el desarrollo de las habilidades matemáticas, como base para el aprendizaje de las ciencias matemáticas.

A pesar de que se han visto la relación entre ambas habilidades, y que ambas son habilidades típicamente masculinas, no existe en la literatura un estudio que compare las diferencias sexuales en habilidades matemáticas entre un grupo con mayor población y un grupo matemáticamente hábil, para observar si estas diferencias se presentan en ambos grupos.

A partir de los estudios mencionados anteriormente, sobre las diferencias sexuales tanto en las habilidades visuoespaciales, como matemáticas no se ha encontrado un consenso en esta información sobre en qué áreas de las matemáticas se desempeñan mejor tanto hombres como mujeres. Los estudios de diferencias sexuales en habilidades visuoespaciales, particularmente en rotación mental no toman en cuenta si existen diferencias sexuales entre cada tipo de rotación; así mismo en los estudios anteriores no se toma en cuenta el tiempo de reacción de cada sexo al momento de llevar a cabo estas tareas, porque las diferencias en el tiempo de reacción dan pie a que los procedimientos o estrategia utilizadas para la resolución de problemas son diferentes.

El estudio planteado ayudará, entre otros aspectos, a conocer las diferencias existentes entre hombres y mujeres en habilidades matemáticas, tanto en un grupo matemáticamente hábil como en un grupo con una población más grande que presenta mayor variabilidad en su desempeño.



Se observará si en un grupo de personas matemáticamente hábiles, se presentan diferencias sexuales en la ejecución de tareas visuoespaciales y de habilidades matemáticas, considerando las diferencias sexuales en cada una de las áreas o tipos de procesamiento, y los tiempos de reacción.

Se conocerá la relación que existe entre ambas habilidades sin importar el sexo, y si la relación que se presenta es de manera global o ésta sólo se presenta entre algunas áreas de las matemáticas y tipos de procesamiento visuoespacial. Para el presente estudio es importante tomar en cuenta que esta población se considera medianamente hábil en matemáticas, porque obtuvieron un puntaje igual o mayor al percentil 50 de acuerdo a los valores del Differential Aptitud Test (DAT Forma V) y que en sus actividades académicas cotidianas no presentan un constante contacto de las matemáticas.

Otro punto importante del presente trabajo es darlo a conocer para continuar fomentando el interés en el estudio de las habilidades matemáticas y visuoespaciales, así como esperando pueda tener una repercusión en el ámbito educativo para el diseño de nuevas estrategias en la enseñanza de las matemáticas, porque si existe una alta relación entre habilidades visuoespaciales y matemáticas, se deberían enseñar habilidades visuoespaciales a lo largo de la educación matemática para ayudar a desarrollar una mejor habilidad matemática; con base en que el cerebro es plástico y que debe ser ejercitado en cualquier nivel educativo.

## **OBJETIVO**

Identificar las diferencias que existen entre hombres y mujeres en la ejecución de tareas matemáticas y visuoespaciales, así como la relación que pueda existir entre la ejecución de ambas tareas, sin importar el sexo.

Objetivos específicos:

- Conocer las diferencias sexuales en la ejecución de una tarea de habilidades matemáticas.
- Describir si existen diferencias sexuales en cada una de las áreas que componen las matemáticas.
- Identificar las diferencias sexuales en la ejecución de tareas de habilidades espaciales como Rotación Mental.
- Correlacionar las habilidades visuoespaciales con la ejecución de las habilidades matemáticas.

## ***HIPÓTESIS:***

Los puntajes obtenidos en las pruebas de habilidades matemáticas, serán mayores en la población masculina en comparación con la femenina.

Los puntajes obtenidos en las pruebas de habilidades visuoespaciales serán mayores en la población masculina, en comparación con la población femenina.

Las tareas de habilidades matemáticas y habilidades visuoespaciales, se relacionan entre sí, sin importar el sexo.

## MÉTODO

### Participantes:

- Se evaluaron 233 personas, seleccionados a conveniencia (muestreo no probabilístico). La población pertenecía, al quinto semestre del Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Sur, al primero, segundo, tercero y cuarto semestre de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México. De de los cuales 50 eran hombres y 180 eran mujeres, esto con el fin de que no tuvieran un constante contacto con el uso de las matemáticas.
- De la población anterior se eligieron 40 personas, de los cuales 20 eran hombres y 20 fueron mujeres con edades entre 17 y 22 años, con escolaridad bachillerato, seleccionados a conveniencia (muestreo no probabilístico) con las siguientes características:
  - Que los participantes obtuvieran el puntaje por arriba del percentil 50, en la prueba Habilidades numéricas del DAT.
  - Las edades de los participantes fueran entre 17 y 22 años de edad.
  - La lateralidad de los participantes fue 90% o más Diestra.
  - Los participantes eran sanos, sin ningún tipo de problema neurológico, psiquiátrico o psicológico que pudiera afectar su desempeño en las tareas presentadas.
  - Los participantes no debían consumir algún tipo de droga ilícita, estimulantes o bebidas alcohólicas más de dos o tres veces por semana.
  - Los participantes no debían de consumir algún tipo de fármaco que afectará al Sistema Nervioso Central.

### Criterios de exclusión:

- a) Que los participantes se retirarán de manera voluntaria.

### **Tipo de Estudio:**

El presente estudio es *cuasiexperimental*, con un diseño de grupos naturales porque los niveles de la variable independiente se seleccionan, así como la falta de aleatorización de la muestra, porque son dos grupos ya definidos (Hernández, Fernández-Collado y Baptista, 2006; Shaughnessy, Zechmeister y Zechmeister, 2007).

### **Instrumentos:**

#### *Pruebas de Aptitud Diferencial (DAT) Forma V.*

Esta prueba Psicométrica es utilizada para evaluar de manera científica y bien estandarizada, la medición de habilidades de varones y mujeres de nivel Secundaria y Preparatoria para fines de orientación educativa y vocacional (Bennett, Seashore & Wesman 1982).

Ésta prueba se compone por seis pruebas: Razonamiento Verbal, Habilidad Numérica, Razonamiento Abstracto, Velocidad y Exactitud Secretariales, Razonamiento Mecánico, Relaciones Espaciales. Sin embargo es una prueba que fue creada de modo que cada una de las pruebas se pudiera aplicar de manera independiente, por lo cual con fines de esta investigación sólo se utilizaron 2 subpruebas:

- Habilidad Numérica: Diseñada para probar la comprensión de relaciones numéricas y la facilidad para manejar conceptos numéricos, el nivel de confiabilidad, con escolaridad último año de preparatoria, es igual a 0.93, M= 26.6 DS 11.8. Los cuarenta problemas que esta prueba contiene, están enmarcados dentro del tipo de reactivos llamados: Cálculo aritmético o razonamiento aritmético.

- Relaciones Espaciales: Explora la habilidad para visualizar un objeto construido a partir de un patrón. De manera similar, la habilidad de imaginar cómo se vería un objeto si se volteará en diversas formas, se ha usado efectivamente para la medición de la percepción espacial, manejando materiales concretos a través de su visualización; su nivel de confiabilidad con escolaridad último año de preparatoria, en la presente investigación es: 0.94 M= 30.2 DS 12.6. El número total de reactivos que componen la prueba son 60.

### *Prueba de Lateralidad Annett (1967)*

Es uno de los instrumentos más utilizados para la evaluación de la lateralidad.

Se utilizó la parte de ejecución donde al sujeto se le pide que realice 10 tareas, como lo haría usualmente y se evalúa con que mano realizó cada una de las tareas, para así determinar el porcentaje de lateralidad de cada uno de los participantes.

Esta prueba se utilizó durante el proceso de selección de los probables sujetos para asegurar que su lateralidad fuera 90% diestra.

### *Cuestionario de antecedentes personales*

Este cuestionario fue elaborado con fines de esta investigación, que permite obtener información sobre antecedentes personales, médicos y educativos. Este se divide en 4 secciones:

- Datos Generales, que permitió conocer los datos sociodemográficos de cada uno de los participantes, así como su lateralidad manual.

- Observaciones médicas, la cual tiene preguntas orientadas sobre la ingesta de medicamentos actuales, así como enfermedades que se padezcan y que pudieran interferir en cualquiera de las variables.
- Antecedentes Educativos, en donde se recopiló información sobre la experiencia previa que cada uno de los participantes ha tenido a lo largo de su trayectoria escolar con las matemáticas, también se les preguntó si la escuela en la que estudian actualmente como la escuela previa es de carácter privado, o público.
- Mujeres, este apartado fue diseñado exclusivamente para conocer la regularidad de los ciclos menstruales en las mujeres, su duración y la fecha de última menstruación.

#### *Test de Matemática Buenos Aires.*

Esta prueba tiene por objetivo evaluar los conocimientos matemáticos de jóvenes con estudios de preparatoria completa o que estén en los primeros años de alguna carrera universitaria.

El instrumento consta de 50 reactivos que se dividen en:

- a) Cálculos aritméticos simples: 18 reactivos.
- b) Cálculos con decimales: 5 Reactivos.
- c) Proporciones, Porcentajes y Regla de 3 simple: 8 Reactivos.
- d) Problemas geométricos (cálculo de ángulos, conocimiento del teorema de Pitágoras): 10 reactivos

Se construyó con una muestra de 564 participantes que cursaban el primer año de universidad, provenientes de 3 universidades particulares de la Ciudad de Buenos Aires, Argentina. Principalmente de las carreras de Psicología, Sociología y Ciencias de la educación.

La media obtenida es de  $M= 25.36$  DS 8.06; El resultado del alpha de Cronbach para la confiabilidad total fue de 0.936.

Para la validez del constructo del test se ha realizado un análisis factorial, en el que sobresale un factor muy claro que satura una gran cantidad de reactivos en su mayoría de cálculo aritmético y otros factores. Por lo cual se concluye que el test mide fundamentalmente cálculo aritmético pero también implica algunos procesos inferenciales.

#### *Validación para la población Mexicana mediante un acuerdo entre jueces*

Al ser una prueba extranjera, se realizó su validación de contenido para la población mexicana mediante el método de expertos, donde participaron 20 jueces profesionales del área Físico- Matemático, que evaluaron a que área de las matemáticas pertenecía cada reactivo (Aritmética, Álgebra, Conjuntos, Geometría, Cálculo y Estadística) (Véase anexo 1) Se realizó la validación por el acuerdo entre jueces (Compas, Davis, Forsythe & Wagner, 1987 en Barcelata, Gómez & Durán, 2006):

- a) 70% o más de los jueces clasificaron de la misma forma el reactivo.
- b) 80% o más jueces clasificaron de la misma forma el reactivo.
- c) 90% o más de los jueces clasificaron de la misma forma el reactivo.
- d) 100% todos los jueces clasificaron de la misma forma el reactivo.

El porcentaje de acuerdo refleja la proporción en la cual los jueces ubicaron a cada reactivo dentro de las dimensiones presentadas (Aritmética, Álgebra, Conjuntos, Geometría, Cálculo y Estadística).

Conforme a los resultados se reagruparon de la siguiente manera:

-13 Reactivos, pertenecen al área de Aritmética.

-6 Reactivos, pertenecen al área de Álgebra.

-12 Reactivos, pertenecen al área de Geometría.

-1 Reactivo, pertenece al área de Estadística.

Se eliminaron 18 Reactivos, por ser confusos y no tener un porcentaje representativo en al menos una de las categorías. Quedando finalmente 32 Reactivos (Anexo 2).

A su vez se verificó la validez de contenido realizando un análisis de validez concurrente con la subprueba de Habilidades Numéricas (DAT), ya que el Test de Buenos Aires mide habilidades matemáticas también, realizando una correlación de Pearson, con la que se obtuvo ( $p= 0.328^*$ ), \*significativo al  $p= 0.05$ , lo cual lo hace confiable para las habilidades que se pretenden evaluar.

Esta prueba se digitalizó mediante el programa de cómputo SuperLab Pro, con el objetivo de medir el tiempo de reacción; donde cada problema se presentó en una diapositiva diferente sin límite de tiempo, y esta diapositiva cambiaba al momento de que el participante presionará la tecla de la respuesta que para él era la correcta.

No se alteró absolutamente nada en cuanto a la redacción, cómo a las figuras presentadas en la prueba original. En esta nueva forma de aplicación él participante tenía que presionar en el teclado del equipo de cómputo, una de las cuatro probables respuestas, que correspondían a las letras: a, b, c y d.

A cada uno de los participantes se le brindó hojas en blanco y lápices por separado, para la resolución de operaciones y problemas que se le presentaron en la pantalla.



## *Prueba Computarizada de Rotación Mental*

Esta prueba fue creada con el objetivo, que en esta investigación se pretende medir algunas habilidades visuoespaciales.

Esta prueba consiste de 60 reactivos, donde se presentan dos figuras en dos dimensiones, una de ellas puede estar en espejo y rotada o simplemente rotada, respecto de la otra.

De los 60 reactivos, 6 eran exactamente iguales, 24 presentaban rotación con respecto a la figura de a un lado, 10 figuras sólo se encontraban en espejo con respecto a su pareja y 20 se encontraban en espejo y presentaban rotación con respecto a la figura de a un lado.

Esta tarea se realizó computarizada, con el programa E-prime, para poder medir tanto la respuesta correcta y el tiempo de reacción.

El participante tenía sólo 2 opciones:

- Contestar presionando la tecla uno, si las figuras son iguales una respecto de la otra sin importar el giro que estas tenga.
- Presionar la tecla dos, si una de las figuras se encuentra en espejo respecto a la otra, sin importar el giro que tenga.

En principio se realizó un piloteo con 18 participantes, donde no se mostraron diferencias estadísticamente significativas en las respuestas obtenidas por lo que la prueba creada en un principio no tuvo modificaciones, quedando 60 reactivos.

También se verificó la validez de Contenido haciendo un análisis de validez concurrente con la subprueba de Habilidades Espaciales (DAT), ya que la

Rotación Mental es parte de las habilidades espaciales, realizando una correlación de Pearson obteniendo (0.428\*\*, \*\*p=0.001), mostrando una relación moderada, haciéndolo confiable para las habilidades que se pretenden medir.

### *Prueba Computarizada de Tiempo de Reacción*

Se emplearon 50 estímulos, dichos estímulos consistían en una elipse negra que ocupaba casi toda la pantalla, en un fondo negro. Los tiempos establecidos fueron de 150mseg. de duración del círculo en la pantalla, el intervalo para responder fue de 2000mseg, donde la pantalla permaneció negra, sin estímulo y los sujetos tenían que responder con la tecla "7", ante la presencia del estímulo, una vez que el sujeto emitía su respuesta tenía que esperar la aparición del nuevo estímulo (donde el rango de espera oscilo de entre 50-200 mseg), las respuestas se tenían que dar lo más rápido posible; se consideró una respuesta fallida aquella que se realizó antes de la aparición del estímulo (2 segundos antes).

Las instrucciones consistían en:

- No se moviera.
- Responder a la aparición del círculo lo más rápido posible (Sánchez, 2009).

Esta prueba fue aplicada, con el objeto de conocer con mayor exactitud el tiempo de respuesta que los participantes tienen en el Test de Habilidades Matemáticas Buenos Aires y la prueba de Rotación Mental Computarizada, al restarle al tiempo de respuestas obtenidas en esas pruebas el tiempo de respuesta en la prueba de Tiempo de Reacción, para así evitar el efecto motor y medir el procesamiento de ambas habilidades.

## **Procedimiento:**

Se aplicó de manera grupal e individual, la subprueba de Habilidades numéricas perteneciente a la prueba DAT, con una duración de 30 minutos por tratarse de una prueba de poder, a 233 personas.

Se seleccionaron a todos aquellos participantes que su calificación fuera por arriba del percentil 50, para invitarlos a la siguiente fase del estudio.

Se seleccionaron a 40 personas (20 hombres y 20 mujeres), se les aplicó la batería de pruebas, de acuerdo a las instrucciones de cada una de las pruebas antes mencionadas. En dos sesiones:

Se aplicaron las siguientes pruebas:

- 1.- Cuestionario de Antecedentes Personales. Se aplicó de forma individual, sin límite de tiempo de la aplicación.
- 2.- Prueba de lateralidad Annet. Se aplicó de manera individual, sin límite de tiempo de aplicación. Para poder ver las respuestas de los sujetos ante el bloque de ejecución de tareas.
- 3.- Subprueba de Habilidades Espaciales del DAT, se aplicó de manera individual o colectiva dependiendo las características del participante, al ser una prueba de poder los participantes sólo disponían de 25 minutos exactos para responder a ella.
- 4.- Test de Matemática de Buenos Aires Computarizado. Se aplicó de manera individual, sin límite de tiempo en la aplicación, pero se sugería a los participantes que trataran de contestar de manera rápida y concisa.
- 5.- Prueba computarizada de Rotación Mental. Se aplicó de manera individual, sin límite de tiempo. En primer lugar se aplicó un ensayo que consiste de 15 reactivos similares a los de la prueba, con retroalimentación sobre el desempeño

que tenían al momento de responder. Después del ensayo se aplicó la prueba con los 60 reactivos, donde no existía límite de tiempo.

6.- Prueba Computarizada de Tiempo de Reacción. Se aplicó de manera individual, con límite de tiempo. Al igual que en la prueba de Rotación Mental se les presentó primero un ensayo con 4 estímulos. Después de terminados estos se les aplicó la prueba que tenía una duración aproximadamente de 3 minutos con 50 estímulos.

### ***Análisis de los Datos***

Para las subpruebas de Habilidades Numéricas y Visuoespaciales, se procesaron los puntajes naturales y Percentiles. Se observó que era mejor reportar el análisis estadístico que se obtuvo con los puntajes naturales.

Para el Test de Buenos Aires de Matemáticas Computarizado como para la Tarea de Rotación Mental Computarizada, se reportó el análisis estadístico de las respuestas correctas e incorrectas. Para los tiempos de reacción, se realizó un promedio del tiempo de la tarea de tiempo de reacción y este se restó a cada uno de los tiempos de reacción de las Tareas de Matemáticas y Rotación Mental para así eliminar el efecto motor del tiempo de reacción y realmente medir el tiempo de ejecución de la tarea. Empleando esta ecuación se obtuvo el tiempo del procesamiento puro (Miro, 1996, en Sánchez, 2009).

- Para el análisis de los datos se utilizaron:
  - El paquete Microsoft Excel ver. 2012.
  - El paquete estadístico SPSS, Statistical Package for the Social Science ver. 18 for Windows.
- Las características demográficas de la muestra se analizaron mediante estadística descriptiva.

- Para conocer las diferencias sexuales en las habilidades matemáticas, se realizó un Análisis de Varianza de un factor de grupos independientes, en los resultados obtenidos de las siguientes pruebas:
  - Habilidades numéricas (DAT).
  - Test de Buenos Aires de Matemáticas Computarizado.
  
- Para poder describir las diferencias sexuales existentes en cada una de las áreas que comprenden las matemáticas, se realizó un Análisis de Varianza de un factor, en los resultados obtenidos en el Test de Buenos Aires, agrupando los reactivos que comprendían cada área: Álgebra, Aritmética, Estadística y Geometría.
  
- Se aplicó un Análisis de Varianza de un factor de grupos independientes, para identificar las diferencias sexuales en habilidades visuoespaciales en las siguientes, pruebas:
  - Rotación Mental Computarizada.
  - Habilidades Espaciales (DAT).
  
- Para poder describir las diferencias sexuales existentes en los tiempos de reacción durante el Test de Buenos Aires y la prueba Computarizada de Rotación Mental, se realizó un Análisis de Varianza de un factor, en los promedios de tiempo obtenidos en ambas tareas.
  
- Por último, se utilizó un análisis de correlación de Pearson para evaluar la relación entre las Habilidades Matemáticas y Habilidades Visuoespaciales, de acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas de Habilidades Visuoespaciales (Rotación Mental y Habilidades Espaciales DAT) con los resultados de las pruebas de Habilidad Matemática (Test de Matemática de Buenos Aires, Habilidades Numéricas DAT)

## RESULTADOS

### 1. Descripción de la población que participó en el presente estudio

La muestra seleccionada en el presente estudio (n=40) estuvo integrada por 20 participantes hombres (50% de la población) con una edad promedio de 19.2 años (SD=1.23, rango de edad 17 a 22 años) y 20 participantes fueron mujeres (50% de la población estudiada) con una edad promedio de 18.55 años (SD=1.35, rango de edad 17 a 22 años), como se muestra en la tabla 1:

Tabla 1. Promedio de edad, escolaridad de la muestra estudiada y porcentaje promedio de lateralidad.

	<b>EDAD PROMEDIO</b>	<b>ESCOLARIDAD</b>	<b>PORCENTAJE PROMEDIO DE LATERALIDAD DIESTRA</b>	<b>CASOS</b>
<b>HOMBRES</b>	19.2	15.55	97%	20
<b>MUJERES</b>	18.55	15.65	95.5%	20
<b>TOTAL</b>	18.8	15.6	96.36%	40

La escolaridad de los Hombres fue de 15.55 años (SD=1.19), con un rango de escolaridad de 13 años (3er. Semestre de Bachillerato) a 18 años (5to semestre de Licenciatura), por otro lado las mujeres tuvieron una escolaridad promedio de 15.65 (SD= .98), con un rango de escolaridad de 14 años (5to. Semestre de Bachillerato) a 18 años (5to semestre de Licenciatura) en el momento del presente estudio. La escolaridad promedio de la población equivale a 1er. Semestre de Licenciatura. Los dos grupos fueron estadísticamente homogéneos en cuanto a edad y escolaridad, como se observa en la Tabla 1.

Con respecto a la lateralidad, ambos grupos son mayores al 90% de lateralidad diestra.

Tabla 2. Descripción de los antecedentes personales, de acuerdo a los porcentajes obtenidos

	<b>HOMBRES</b>		<b>MUJERES</b>	
	<b>Casos</b>		<b>Casos</b>	
<b>Antecedentes Médicos</b>				
<b>Astigmatismo</b>	6	30%	1	5%
<b>Miopía</b>	3	15%	2	10%
<b>Astigmatismo y Miopía</b>	5	25%	9	45%
<b>Enfermedades Cardíacas</b>	1	5%		
<b>Consumo de Medicamentos</b>				
<b>Homeopáticos</b>			1	5%
<b>Antibióticos</b>	1	5%		
<b>Experiencia previa con las matemáticas</b>				
<b>SI</b>	6	30%	8	40%
<b>NO</b>	14	70%	12	60%
<b>Ciclos Menstruales</b>				
			Regulares 16	80%
			Irregulares 4	20%

Con respecto a los antecedentes médicos, es una población sana, los únicos problemas de salud que presenta la población son de tipo visual (astigmatismo y/o miopía) van del 5% al 45%, y sólo el 5% presentó problemas cardíacos. En relación al consumo de medicamentos, la proporción es de 5%, en medicamentos homeopáticos y antibióticos los cuales no afectan al sistema nervioso como se puede observar en la Tabla 2.

Cuando se analiza si los participantes tienen experiencia previa con las matemáticas, se refiere a la participación previa en algún concurso de matemáticas por su buen desempeño a lo largo de su trayectoria escolar. Las mujeres han tenido mayor participación y experiencia previa con un 40%, y los hombres tienen una menor experiencia con un 70% que reportan no haber participado nunca en un concurso de matemáticas.

Por último en la proporción de mujeres se analizó si existían mujeres irregulares en sus ciclos menstruales, y sólo el 20% reportó cierta irregularidad, con un rango de duración de 35 días a 45 días, por lo cual no es un rango que afecte a la muestra.

Estos resultados nos permiten afirmar que la muestra del presente estudio es homogénea.



## 2.- DIFERENCIAS SEXUALES EN HABILIDADES MATEMÁTICAS

### 2.1.- Diferencias Sexuales en la prueba de Habilidades Numéricas (DAT), de la aplicación a 233 alumnos.

La muestra estudiada en la primera fase del estudio (n=233), fue integrada por 158 participantes mujeres (67.81% de la población) y 75 participantes fueron hombres (32.18% de la población), con un promedio de escolaridad de 15.52 años (1° semestre de Licenciatura) SD=1.07, con un rango de 13 años de escolaridad a 18 años de escolaridad, como se muestra en la Tabla 3:

Tabla 3. Descripción de la muestra estudiada por sexo y escolaridad.

	PROMEDIO DE ESCOLARIDAD	CASOS
<b>HOMBRES</b>	15.50	55
<b>MUJERES</b>	15.60	178
<b>TOTAL</b>	15.52	233

Después de obtener la estadística descriptiva de toda la muestra se realizó un análisis estadístico para observar si en los puntajes obtenidos entre hombres y mujeres de la Subprueba de Habilidades Numéricas (DAT) existían diferencias estadísticamente significativas.

Se realizó la prueba estadística, ANOVA de una vía y se encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres del primer grupo, compuesto por 233 alumnos, en el puntaje de la Subprueba de Habilidades Numéricas (DAT) [F (232, 1)= 14.452 p=0.000], cuyo puntaje fue mayor para los hombres, como se puede observar en la Figura 2

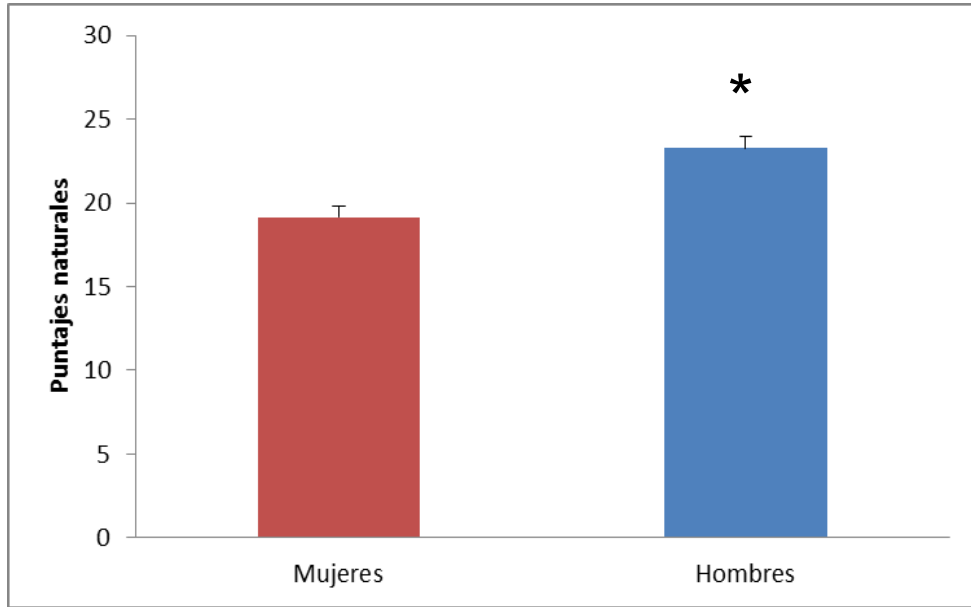


Figura 2. Valores promedio de la Subprueba de Habilidades Numéricas (DAT) en hombres y mujeres. El asterisco indica diferencias sexuales estadísticamente significativas (\*  $p < 0.05$ ).

## 2.2.- HABILIDAD NUMERICA (Subprueba de Habilidad Numérica (DAT), de los 40 participantes seleccionados.

Se realizó un análisis estadístico, con los puntajes obtenidos en la Subprueba de Habilidades Numéricas, de los 40 participantes elegidos, para observar las diferencias sexuales en esta población.

Para observar si existían diferencias se realizó la prueba ANOVA de una vía, encontrando que no existían diferencias significativas entre mujeres y hombres en la subprueba de Habilidades Numéricas (DAT) [ $F(39,1) = 0.311, p = 0.581$ ]. Como se puede observar en la Figura 3, los hombres obtuvieron un puntaje mayor.

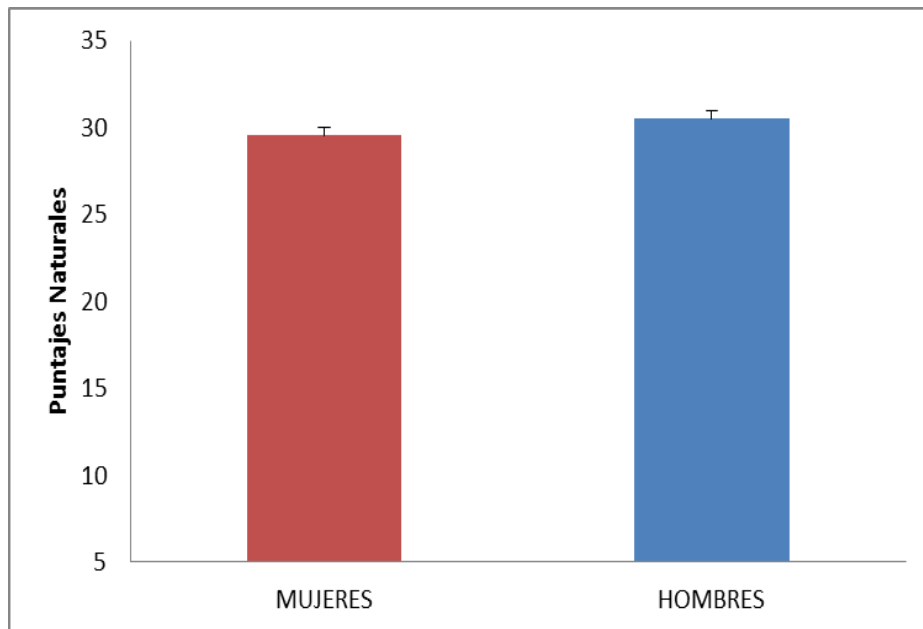


Figura 3. Valores promedio de la Subprueba de Habilidades Numéricas (DAT) en hombres y mujeres de la población matemáticamente hábil.

### 2.3.- HABILIDAD MATEMÁTICA (Test de Buenos Aires)

A partir de los puntajes obtenidos de las 32 preguntas resultantes del acuerdo entre jueces, se analizaron el número de respuestas correctas obtenidas por cada uno de los sexos, realizando un análisis estadístico.

Para el análisis de las respuestas del Test de Buenos Aires, se realizó la prueba ANOVA de una vía, donde no se observaron diferencias estadísticamente significativa entre mujeres y hombres [ $F= (39,1) =0.094$ ,  $p=0.761$ ], como puede verse en la Figura 4.

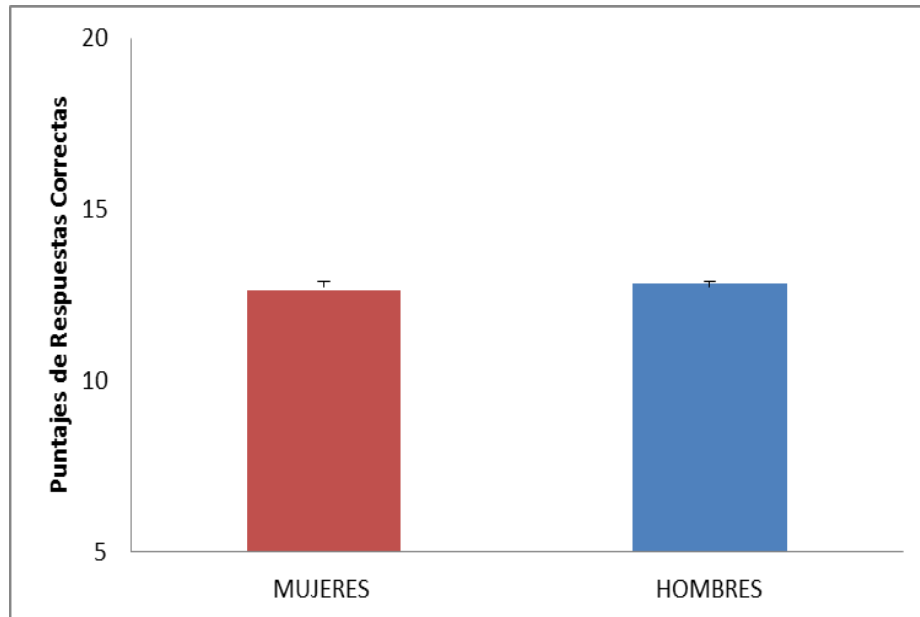


Figura 4. Valores promedio por sexo de las respuestas correctas del Test de Buenos Aires.

## 2.4.- Habilidades Matemáticas por áreas (Test de Buenos Aires).

Conforme al acuerdo entre Jueces, las preguntas se clasificaron de acuerdo al área de las matemáticas que pertenecían por lo que, se hizo un análisis de diferencias sexuales de acuerdo a estas áreas.

Tabla 4. Valores promedio de los grupos de hombres y mujeres de las respuestas correctas por áreas matemáticas del Test Buenos Aires.

	NÚMERO DE CASOS	MEDIA DE RESPUESTAS CORRECTAS EN ARITMÉTICA	MEDIA DE RESPUESTAS CORRECTAS EN ALGEBRA	MEDIA DE RESPUESTAS CORRECTAS EN GEOMETRIA	MEDIA DE RESPUESTAS CORRECTAS EN ESTADISTICA
<b>HOMBRES</b>	20	13.53	29.038	10.58	15
<b>MUJERES</b>	20	18.53	32.53	11.33	12
<b>TOTAL</b>	40	16.03	10.9	14.75	13.5

Con el número de respuestas correctas según el sexo, por área de las matemáticas que evalúa el Test de Buenos Aires (Véase Tabla 7), se llevó a cabo un análisis con la prueba estadística ANOVA de una vía, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas por sexo en ninguna de las áreas; para Aritmética [F (39,1) =.040, p=.843 ] para Algebra [F (39,1) =2.424, p=0.128 ] para Geometría [F (39,1) =0.375, p=0.544] para Estadística [F (39,1) =1, p=0.324 ] Como puede observarse en Sin embargo, como puede observarse en la Figura 5, las mujeres puntúan más alto en Aritmética, Geometría y Algebra, a pesar de que estas no sean significativas.

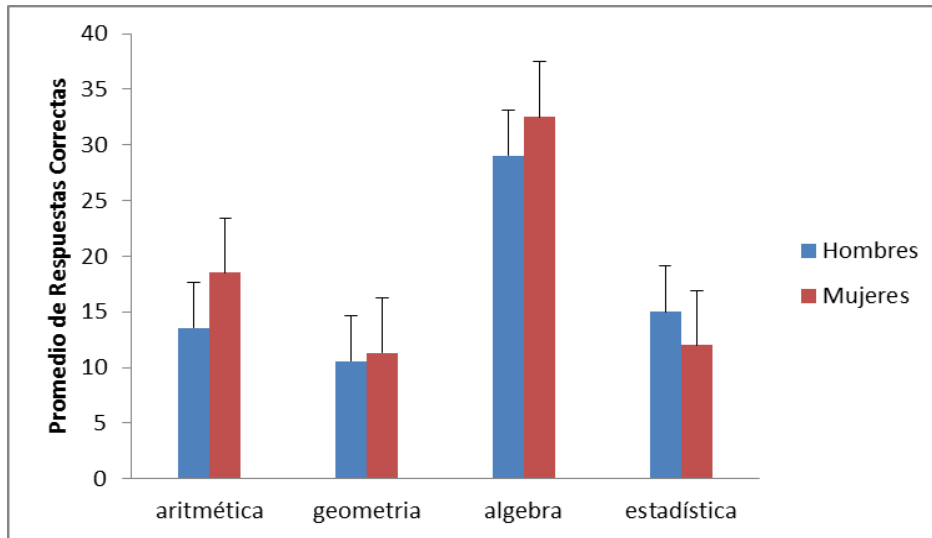


Figura 5. Valores promedio de las respuestas correctas en el Test de Buenos Aires, divididas en las áreas de las matemáticas de acuerdo al sexo.

## 2.5 Tiempos de Reacción al momento de responder en el Test Buenos Aires.

En el Test de Buenos Aires Computarizado, también se tomaron en cuenta los tiempos de reacción, éste fue medido en milisegundos, restando el promedio de los tiempos de reacción de la Prueba computarizada de Tiempos de Reacción para sólo así medir el proceso cognitivo restando el proceso motor.

A los promedios de los tiempos de reacción obtenidos, se les aplicó la prueba estadística ANOVA de una vía, para observar si existían diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en el total de los tiempos de reacción, encontrando que no existen diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres [ $F(39,1) = 0.734$ ,  $p = 0.397$ ]. A pesar de que las mujeres tardaron más en responder.

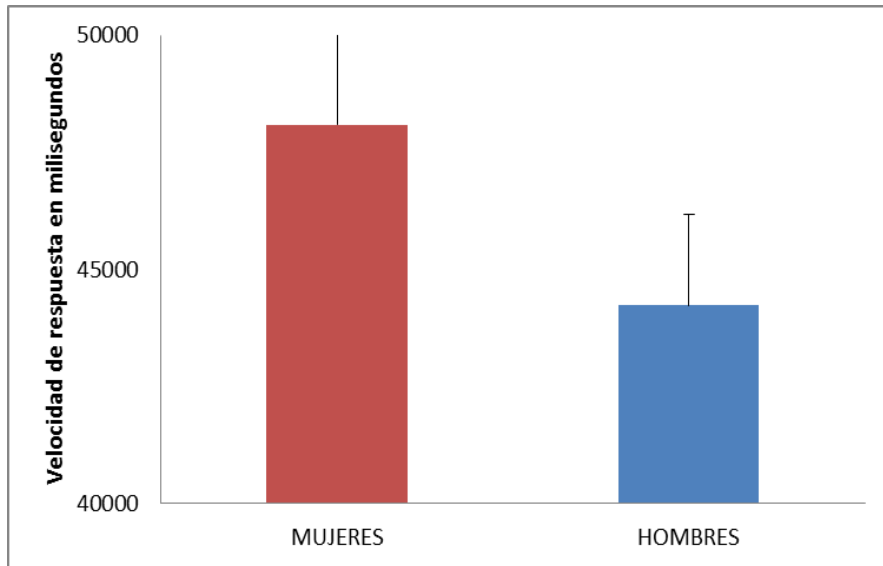


Figura 6. Valores promedio de la velocidad de respuesta en milisegundos de las respuestas emitidas en el Test de Buenos Aires, por sexo, sin diferencias estadísticamente significativa.

### 3.- DIFERENCIAS SEXUALES EN HABILIDADES VISUOESPACIALES

#### 3.1.- Habilidad Espacial (Subprueba de Habilidades Espaciales (DAT)).

Con los puntajes obtenidos de la Subprueba de Habilidades Espaciales (DAT) se realizó el análisis estadístico con la prueba ANOVA de una vía, para observar si había diferencias sexuales.

En los resultados de esta prueba no se observaron diferencias estadísticamente significativas en la subprueba de Habilidades Espaciales (DAT) [ $F(39,1) = 0.193$ ,  $p = 1.75$ ] a pesar de que el puntaje fue mayor en el desempeño del grupo masculino, (Figura 7).

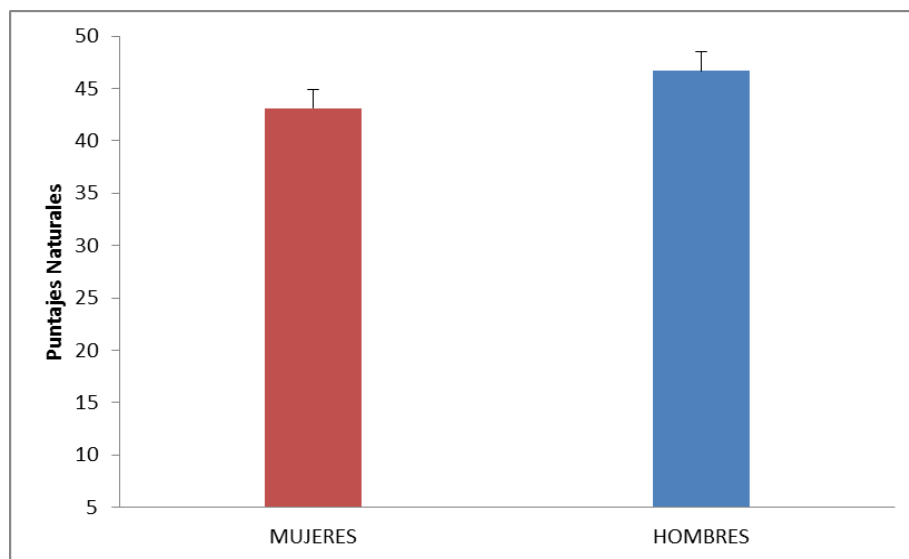


Figura 7. Valores promedio de la Subprueba de Habilidades Espaciales (DAT) en Hombres y Mujeres de la población matemáticamente hábil.

#### 3.2.- Rotación Mental (Prueba de Rotación Mental Computarizada)

A partir de los puntajes obtenidos de los 60 reactivos de la prueba de rotación mental, se promediaron las respuestas correctas obtenidas por cada sexo. Con estos promedios se aplicó una prueba de estadística, ANOVA de una vía, para observar si existían diferencias estadísticamente significativas entre hombres y



mujeres [ $F(39,1) = 4.222, p = 0.047$ ], encontrando una diferencia estadísticamente significativa, favoreciendo al grupo de los hombres, como puede verse en la Figura 8.

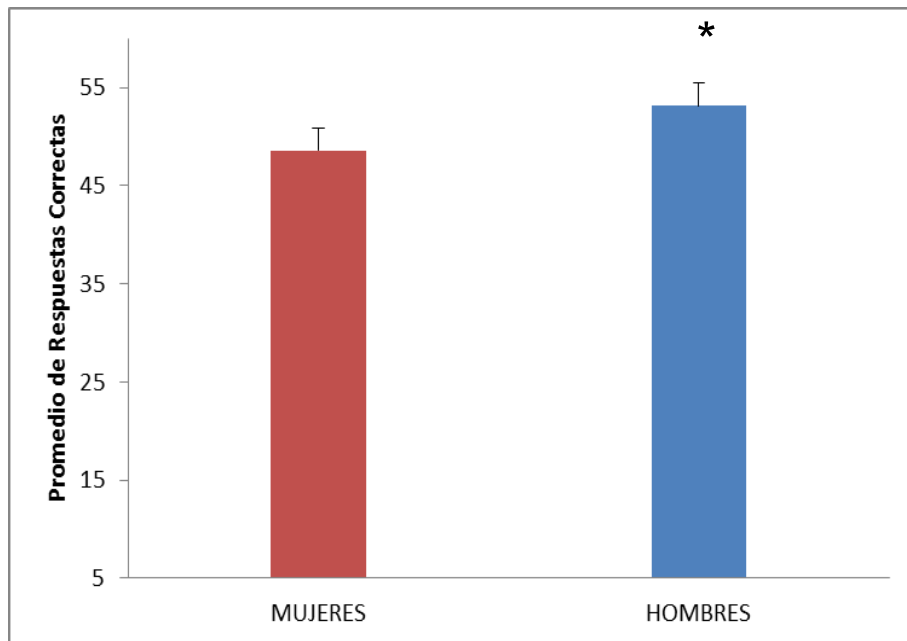


Figura 8. Valores promedio de la Prueba Computarizada de Rotación Mental. El asterisco indica diferencias sexuales estadísticamente significativas (\*  $p < 0.05$ ).

### 3.3.-Rotación Mental, dividida por tipo de rotación presentada (Tarea de Rotación Mental Computarizada)

Se dividieron las figuras de acuerdo al tipo de rotación que cada figura tenía, para analizar estadísticamente los puntajes de respuestas correctas por sexo

Tabla 5. Valores Promedio de los Grupos de Hombres y Mujeres de acuerdo al tipo de Rotación Mental.

	NÚMERO DE CASOS	MEDIA DE RESPUESTAS CORRECTAS EN FIGURAS ROTADAS	MEDIA DE RESPUESTAS CORRECTAS EN FIGURAS ROTADAS Y EN ESPEJO	MEDIA DE RESPUESTAS CORRECTAS EN FIGURAS EN ESPEJO	MEDIA DE RESPUESTAS CORRECTAS EN FIGURAS IGUALES
<b>HOMBRES</b>	20	21.55	15.85	10.05	5.7
<b>MUJERES</b>	20	18.45	14	10.5	5.7
<b>TOTAL</b>	40	20	14.92	10.27	5.67

Los promedios obtenidos del número de respuestas correctas de acuerdo a los tipos de figuras presentadas en la Prueba Computarizada de Rotación Mental (Véase Tabla 5), se analizaron estadísticamente por medio de la prueba ANOVA de una vía, obteniendo las siguientes diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres. Los hombres tuvieron una diferencia significativa favorable en las figuras que se encontraban rotadas [ $F(39,1) = 9.271, p = 0.004$ ] y en las figuras que presentaban rotación y a la vez que se encontraban en espejo [ $F(38,1) = 3.33, p = 0.076$ ]. En las figuras que sólo se encontraban en espejo [ $F(38,1) = 0.786, p = 0.381$ ] y en las figuras iguales [ $F(38,1) = 0.042, p = 0.839$ ] no hubo diferencias significativas (Véase Figura 9).

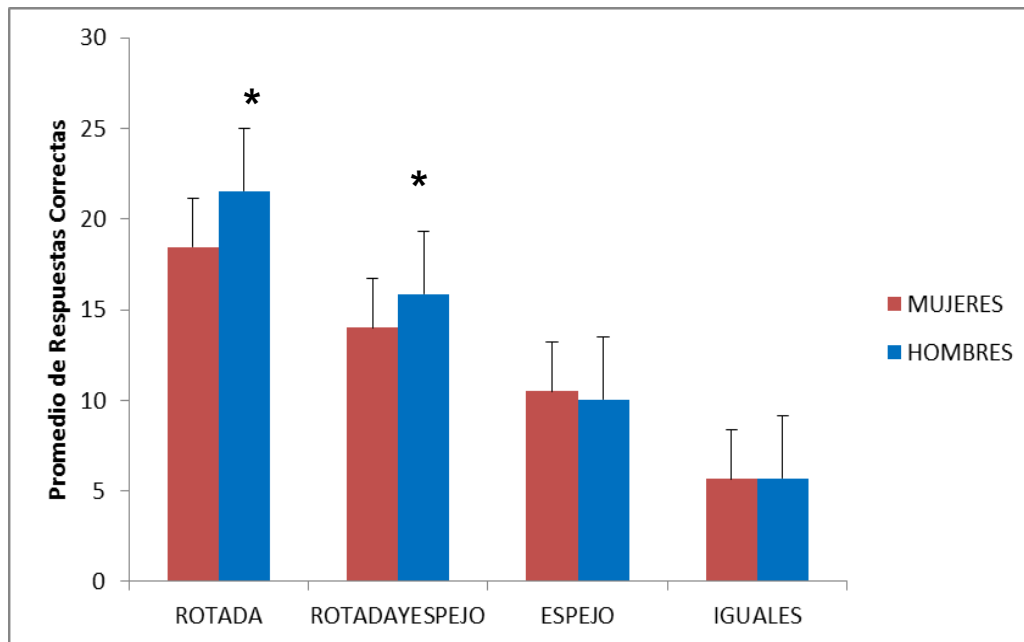


Figura 9. Valores promedio de la Prueba Computarizada de Rotación Mental, por áreas dependiendo del sexo. El asterisco indica diferencias sexuales estadísticamente significativas (\*  $p < 0.05$ ).

### 3.4.- Tiempos de Reacción al momento de responder en la Prueba Computarizada de Rotación Mental

La Prueba Computarizada de Rotación Mental, ofrecía la oportunidad de medir los tiempos de reacción, por lo que a este se le realizó la resta del promedio del tiempo de reacción de la prueba de Tiempo de reacción para restar el efecto motor y medir sólo el proceso cognitivo. Se realizó un análisis estadístico con el promedio del tiempo obtenido en milisegundos de acuerdo a cada uno de los sexos.

Con el promedio de los tiempos de reacción obtenidos, se realizó una prueba estadística ANOVA de una vía, para observar si existían diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en la velocidad de respuesta, encontrando que no existen diferencias estadísticamente

significativas entre hombres y mujeres [ $F(39,1) = 0.124, p=0.726$ ]. A pesar de que las mujeres tardaron más en responder, como se observa en la Figura 10.

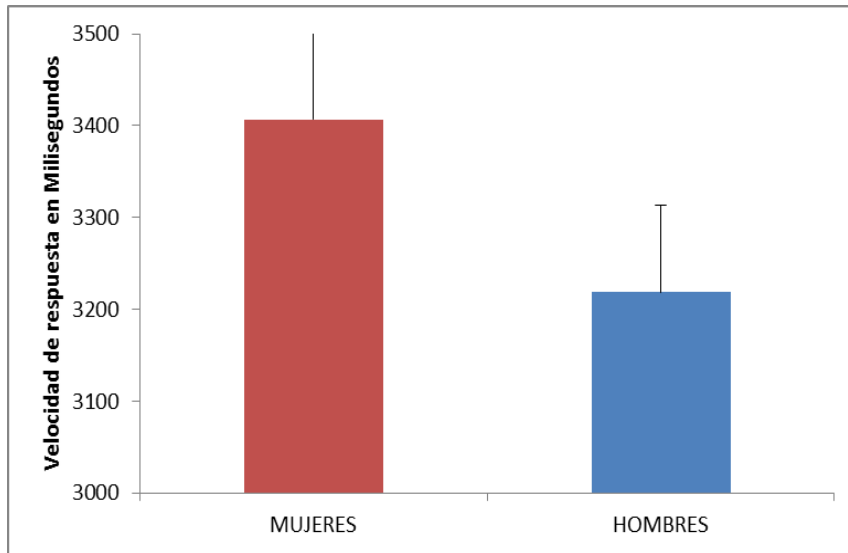


Figura 10. Valores promedio de los tiempos de reacción, en milisegundos de las respuestas emitidas en la Prueba de Rotación Mental Computarizada, por sexo, sin diferencias estadísticamente significativa.

#### 4.- RELACIÓN ENTRE LAS HABILIDADES MATEMÁTICAS Y LAS HABILIDADES ESPACIALES.

##### 4.1.- Correlaciones entre Habilidades Numéricas y Habilidades Espaciales (Subpruebas de la Prueba DAT, de Habilidades Numéricas y Espaciales).

Se realizó un análisis con los puntajes obtenidos sin importar el sexo, de las subpruebas de la prueba DAT que se aplicaron a los participantes de esta investigación, realizando una correlación de Pearson, para poder establecer una relación entre ambas habilidades.

Tabla 6. Correlación entre la subprueba de Habilidad numérica y Habilidad espacial de la prueba Differential Aptitud Test (DAT)

	Habilidad Especial
Habilidad numérica	0.321*

\*La correlación es significativa al \*0.05

##### 4.2.- Correlaciones entre Habilidades Matemáticas y Rotación Mental (Test de Buenos Aires y la Prueba de Rotación Mental Computarizada).

Se realizó un estudio de la relación existente entre los resultados obtenidos en el Test de Buenos Aires y la Prueba de Rotación Mental Computarizada, para observar si estas dos habilidades tienen alguna relación entre sí. Con los puntajes obtenidos sin importar el sexo, se realizó una correlación de Pearson, para observar las relaciones que existen entre ambas habilidades.

Tabla 7. Correlación entre el Test de Buenos Aires, con la Prueba Computarizada de Rotación Mental.

	Prueba de Rotación Mental Computarizada
Test de Buenos Aires	0.480**

\*\*La correlación es significativa al \*\*0.01

**4.3.- Correlaciones entre las áreas de habilidades matemáticas y los tipos de rotación mental presentadas (Test de Buenos Aires y la Prueba de Rotación Mental Computarizada).**

Se hizo un análisis, para correlacionar cada una de las áreas de Matemáticas que evalúa el Test de Buenos Aires, con las diferentes formas en las que se presentaron las figuras de la Prueba Computarizada de Rotación Mental, con una prueba estadística de Correlación de Pearson.

Tabla 8. Correlaciones entre cada una de las áreas evaluadas por el Test de Buenos Aires, y las áreas de la Prueba Computarizada de Rotación Mental

	ARITMETICA	ALGEBRA	GEOMETRIA	ESTADISTICA
<b>ROTADA</b>	0.360*	0.257	0.347*	0.351*
<b>ROTADA Y EN</b>	0.182	0.303	0.277	0.213
<b>ESPEJO</b>	0.061	0.401*	0.314*	0.121
<b>IGUALES</b>	0.477**	0.343*	0.189	0.338*

\*La correlación es significativa al nivel 0.05

\*\* La correlación es significativa al nivel 0.01

## DISCUSIÓN

Se ha descrito que entre hombres y mujeres, así como hay diferencias a nivel físico también existen a nivel cognitivo, predominando un sexo más que otro en la ejecución de ciertas tareas cognitivas (Kimura et al., 1994; Kimura, 2002; Gil-Verona et al., 2003; Salkind, 2008); el objetivo del presente estudio fue observar si existen diferencias sexuales en dos habilidades cognitivas en particular, en las habilidades visuoespaciales y habilidades matemáticas.

Por lo anterior, respecto a las habilidades matemáticas, en primer lugar se encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres en habilidades numéricas que se midieron con la Prueba Differential Aptitud Test (DAT), se demostró que los hombres presentaron una diferencia significativa con respecto a las mujeres, estos resultados corresponden a los hallazgos de estudios previos (Bethencourt, 1987; Shibley et al., 1990; Lubinsky & Persson, 1992; Persson et al., 2000), donde se describe que por medio de una prueba de aptitudes en el área de habilidades numéricas los hombres obtienen puntajes mayores a comparación de las mujeres. Cabe resaltar que el tamaño de la muestra no fue proporcional porque, el 67.81% de la población fueron mujeres y el 32.18% correspondía a la población masculina; resulta interesante que a pesar de que los hombres eran una proporción mucho menor obtuvieron un puntaje mayor en las habilidades numéricas, respecto a las mujeres.

En la segunda fase del estudio, solamente participaron aquellos estudiantes medianamente hábiles numéricamente (40 participantes), que fueron elegidos al obtener un puntaje mayor al percentil 50, en la subprueba de habilidad numérica del DAT; sin embargo al realizar un análisis en el desempeño que ellos tuvieron en la subprueba de habilidades numéricas (DAT) no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los sexos.

En las habilidades matemáticas evaluadas con el Test de Buenos Aires, tampoco se mostraron diferencias significativas entre hombres y mujeres; una

razón a lo que se puede atribuir que no existan diferencias significativas entre hombres y mujeres en habilidades numéricas y habilidades matemáticas, puede ser que la población que se seleccionó para este estudio era medianamente hábil, por ello estos resultados no corresponden a lo descrito en la literatura (Grabner et al., 2007; Keller & Menon, 2009) donde los hombres presentaban una diferencia significativa respecto a las mujeres en una tarea computarizada de habilidades matemáticas y en una tarea de lápiz y papel.

El promedio de respuestas correctas de la población total fue de  $M= 20.45$ , de un total de 32 preguntas, lo cual corresponde al 63.90%, como puede observarse este no es un puntaje alto; este resultado puede ser atribuido al sistema educativo de México que está enfocado a memorizar y mecanizar procedimientos, no al desarrollo de las capacidades y competencias de cada individuo (Rivera, Guerrero, Sepúlveda & Alaizola, 2005).

En cuanto a la velocidad de respuesta (medido con los tiempos de reacción), al momento de realizar la tarea de habilidades matemáticas (Test de Buenos Aires), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres, sin embargo el tiempo de reacción en los hombres fue menor que en las mujeres, dejando en claro que los hombres tuvieron mayor velocidad al emitir una respuesta, sin importar que esta fuera correcta o incorrecta, y también que las estrategias utilizadas por cada uno de los sexos fueron diferentes.

Al realizar un análisis más fino según la clasificación que los jueces dieron a cada uno de los reactivos por área de las matemáticas en el Test de Buenos Aires. Se observó que las diferencias entre hombres y mujeres no fueron significativas, sin embargo las mujeres presentan un mayor puntaje en: Aritmética, Álgebra, Geometría; mientras que los hombres sólo aventajaron en Estadística. Estos resultados pueden explicarse por lo que Gallanger & Kaufman (2000 en Ganley & Vasileyva, 2011) describen, que las mujeres obtienen



mejores resultados en problemas convencionales que se pueden resolver utilizando procedimientos que se enseñan en el aula y los hombres les va mejor en resolución de problemas complejos, incluyendo problemas no convencionales que requieren una profundización de los conceptos aprendidos a nuevos contextos. La prueba presentada es una prueba que presenta problemas escolares, esto puede explicar porque las mujeres puntuaron más alto en 4 de las 5 áreas de las que estaba compuesta la prueba. Una de las consideraciones que deben tomarse en cuenta del porque no existieron diferencias significativas es la sensibilidad del Test de Buenos Aires.

Las habilidades espaciales, se estudiaron en la presente investigación con el fin de conocer el desempeño de hombres y mujeres en esta habilidad, particularmente en personas medianamente hábiles en matemáticas. La mayoría de los estudios describe, que los hombres obtienen mayores puntajes con respecto a las mujeres (Arce et al., 1995; Kimura & Hampson 1994, Kimura, 2002; Saucier et al., 2002). Se ha descrito que al momento de realizar una tarea visuoespacial las áreas que mayormente se activan son regiones del lóbulo parietal derecho (Hoppe et al., 2011), a diferencia de las habilidades matemáticas que se procesan en áreas izquierdas y fronto-parietales (Squirel et al., 2008); sin embargo se ha encontrado que los puntajes mayores en habilidades visuoespaciales se relacionan con altos puntajes en habilidades matemáticas, y la población masculina es la que presenta estos puntajes (Ganley & Vasileyva, 2011).

En cuanto a las diferencias sexuales en habilidades visuoespaciales, se encontró que los hombres en la prueba de Rotación Mental presentaron una diferencia significativa en comparación con las mujeres; es importante tomar en cuenta que el tiempo en que los hombres tardaron en responder fue menor que el tiempo en que tardaron en responder las mujeres, sin importar si estas respuestas eran correctas o no, pero se debe de tomar en cuenta que la diferencia entre hombres y mujeres no fue significativa.

Al realizar un análisis por tipo de rotación en la que se presentaban las figuras, se encontraron diferencias significativas, siendo los hombres los que obtuvieron mayor puntaje, en las figuras que requerían mayor manipulación para conocer en qué situación se encontraban. Esto guarda una estrecha relación con los estudios anteriores, donde se reporta que los hombres son mayormente favorecidos en estas habilidades porque poseen la capacidad de manipular un objeto mentalmente en un espacio (Arce et al., 1995; Kimura & Hampson 1994; Kimura, 2000; Saucier et al., 2002).

Los resultados obtenidos en el presente estudio, son congruentes con lo reportado por Hooven et al. (2003), quienes confirman que a mayor presencia de testosterona mayor puntaje en una prueba de rotación mental; a pesar de que en este estudio no se midieron los niveles de testosterona, la población que presentó mayor puntaje fue la población masculina que por naturaleza tiene mayores niveles de testosterona.

El desempeño en las Habilidades Espaciales evaluadas con el DAT, no existieron diferencias significativas para ninguno de los sexos. El hecho de que no existiera una diferencia entre hombres y mujeres se puede atribuir a que toda la población era numéricamente hábil, por lo tanto también sería espacialmente hábil), porque se ha demostrado que estas dos habilidades comparten procesos y que para el desarrollo de habilidades matemáticas se requieren habilidades visuoespaciales (Geary et al., 2000).

Existe una relación entre las habilidades espaciales y las habilidades matemáticas, se comprobó esta relación mediante una correlación significativa entre los puntajes de las pruebas: Test de Buenos Aires (Habilidades matemáticas) y la Rotación Mental; Habilidades Numéricas (DAT) y Habilidades Espaciales (DAT); estos resultados son similares a lo reportado por O'Boyle et al. (2005) quienes encontraron que las habilidades matemáticas comparten una relación con las habilidades visuoespaciales y viceversa, porque en ese estudio

podieron evaluar el funcionamiento cerebral al momento de realizar una tarea de rotación mental y encontraron que se activaron áreas parietales, así como regiones temporales involucradas con procesos de memoria. Dichos procesos de memoria se consideran importantes y necesarios para el desarrollo y ejecución de las habilidades matemáticas (Cortada & Macbeth, 2007).

Las habilidades numéricas y espaciales presentaron una correlación significativa, aunque menor que la correlación existente entre habilidades matemáticas y rotación mental, esto permite observar que los procesos de razonamiento aritmético, se relacionan con la habilidad para visualizar un objeto construido a partir de un patrón; estos resultados son similares al estudio realizado por Casey (1995, en Geary et al., 2000) donde en estudio simple, con los resultados obtenidos de una aplicación completa de la prueba SAT (Scholastic Aptitud Test), en habilidades numéricas y espaciales, realizó una correlación y esta fue significativa, demostrando que los procesos numéricos y la formación de patrones están altamente relacionados.

La rotación mental en particular tiende a tener una alta relación con las habilidades matemáticas (Casey, 1995, en Ganley & Vasilevva, 2011), en este estudio se presenta una correlación medianamente significativa entre estas dos habilidades, pero esta correlación es más alta que la encontrada entre habilidades espaciales y habilidades numéricas. Geary et al. (2000) atribuyen que la relación entre rotación mental y habilidades matemáticas tiende a ser más alta porque las habilidades matemáticas incluyen más procesos espaciales en su ejecución, sobretodo el manipular e imaginar figuras en el área de Geometría, y debemos mencionar que en este estudio el Test de Buenos Aires incluía 12 reactivos de Geometría, siendo la segunda área con mayor número de reactivos.

Al hacer un análisis de cada una de las áreas de las matemáticas que se evaluaron en relación con los tipos de figuras presentadas en la prueba de rotación mental se encontraron correlaciones significativas, principalmente entre:

Aritmética y las figuras que se presentaron iguales con una correlación medianamente significativa, la correlación entre Álgebra y las figuras en espejo fue medianamente significativa, en lo que respecta a la correlación entre Geometría y las figuras en espejo fue una correlación medianamente significativa, la correlación con las figuras que presentaban un tipo de rotación fue una correlación débil; el área de Estadística presentó correlaciones medianamente significativas con figuras iguales y rotadas.

A pesar de que las correlaciones no fueron altas, se observa que el proceso de rotación mental se relaciona con cada una de las áreas de las matemáticas; cabe mencionar que las figuras rotadas y a su vez en espejo, no presentaron ninguna correlación significativa con ninguna de las áreas de las habilidades matemáticas. Otro punto importante a considerar es que el área de Geometría correlacionó sólo con las figuras que requieren la habilidad para mantener la imagen en su mente mientras mentalmente la manipulan, porque esa es una de las principales habilidades que se requieren para la ejecución de la Geometría (Ganley & Vasilevva, 2011).

En la literatura se reporta que las áreas implicadas en ambos procesos son diferentes (Hoppe et al., 2011; Rosenberg-Lee et al., 2011), pero en este estudio se encontró que la rotación mental tiene una relación significativa con la ejecución de tareas de habilidades matemáticas. Las habilidades numéricas, que en este caso sólo consistía en tareas aritméticas se relacionan con habilidades espaciales, particularmente la formación de patrones. El procesamiento de esta información ocurre principalmente en los lóbulos parietales; sin embargo las habilidades matemáticas son procesadas a nivel parietal izquierdo y las habilidades espaciales son a nivel parietal derecho (Grabner et al., 2007; Ganley & Vasilevva, 2011; Geng et al., 2011) pero la relación que se presenta en este estudio deja ver que se comparten procesamientos, O'Boyle et al. (2005) describen que ambas habilidades comparten el surco intraparietal derecho para su procesamiento.

Las habilidades matemáticas se procesan a nivel fronto-parietal izquierdo y la rotación mental se procesa en el lóbulo parietal derecho, pero se ha reportado que en una tarea de rotación mental también se observa la activación de áreas del giro medial frontal a ésta área particularmente se le ha atribuido su funcionamiento con tareas de memoria de trabajo (O'Boyle et al., 2005); la memoria de trabajo es parte fundamental para la resolución de tareas de habilidades matemáticas, a esto puede deberse la relación entre ambos procesos.

El objetivo principal del presente trabajo, era conocer las diferencias que existen entre hombres y mujeres en la ejecución de tareas matemáticas, y visuoespaciales, así como la relación que pueda existir entre la ejecución de ambas tareas. Los resultados obtenidos, permiten observar que efectivamente existen diferencias entre hombres y mujeres en la ejecución de tareas visuoespaciales como rotación mental, que las habilidades matemáticas tienen procesos en común con las habilidades espaciales, particularmente con las tareas de rotación mental y que existen algunas diferencias sexuales en la ejecución de tareas de habilidades matemáticas aunque se debe tomar en cuenta que en personas medianamente hábiles en matemáticas estas diferencias no son del todo claras; mientras en un grupo con mayor variabilidad en su desempeño, si se encontraron diferencias significativas favoreciendo a los hombres, como ha sido reportado en la literatura (Bethencourt, 1987; Shibey et al., 1990; Lubinsky & Persson, 1992; Geary et al., 2000; Grabner et al., 2007).

Un factor que puede determinar la diferencia que existe entre hombres y mujeres, es la segregación de hormonas que ejerce una alta influencia en el desempeño de estos procesos, particularmente los andrógenos favorecen a las habilidades matemáticas y visuoespaciales (Hooven et al., 2003). En este trabajo se observa que el grupo predominante es el del sexo masculino, quienes se espera tengan un mayor nivel de testosterona.

Durante la realización del presente estudio, se pudo observar que existieron algunas limitantes, por ejemplo no se tomaron en cuenta las fases del ciclo menstrual en el que se encontraban las mujeres participantes de este estudio y que algunas de ellas presentaban cierta irregularidad. Este factor es importante porque a lo largo del ciclo menstrual los niveles hormonales fluctúan, por lo que existen fases en las que podemos encontrar mayor nivel de estrógenos que en otras (Kimura & Hampson, 1994). También se sugiere evaluar estas habilidades en diferentes fases del desarrollo humano, para ver si dependen del nivel hormonal o del nivel de aprendizaje adquirido.

Se recomienda que para futuros estudios, se puedan elegir participantes de otras áreas diferentes a la Psicología, para observar si realmente el factor educativo es el que influye en que existan diferencias entre hombres y mujeres, o es un factor biológico que hace que estas diferencias sean evidentes, porque en este estudio sólo se tomó en cuenta que los participantes no tuvieran un constante contacto con las matemáticas, para evitar que existiera un factor educativo que interviniera en estas diferencias.

En la primera fase del estudio, se evaluó una muestra de 233 personas y si se observaron las diferencias esperadas, puede ser atribuido a que era un grupo que presentó mayor variabilidad en el desempeño, porque no se tomó en cuenta los procesos o estrategias que cada uno de los estudiantes utilizó para la resolución de los problemas.

Una limitante es que para el presente estudio se utilizó una prueba extranjera, que a pesar de ser de habla hispana, al momento de realizar el acuerdo entre jueces 18 reactivos fueron eliminados, por lo que se sugiere aplicar la prueba a una mayor cantidad de personas para poder realizar una validez y estandarización en la población mexicana.

## CONCLUSIONES

- Los hombres obtuvieron un puntaje mayor en habilidades numéricas, con respecto a las mujeres, en un grupo de 233 personas, a pesar de que la proporción de hombres que participaron fue menor a la proporción de mujeres; estos resultados son similares a estudios previos, que la literatura reporta.
- En la población numéricamente hábil no hubo diferencias significativas en habilidades matemáticas.
- El sexo masculino obtuvo puntajes mayores en la habilidad visuoespacial de Rotación Mental, como era esperado y estos resultados son consistentes con lo reportado en la literatura.
- En las habilidades espaciales, no hubo diferencias significativas para ninguno de los sexos.
- La correlación entre habilidades matemáticas y rotación mental fue moderadamente significativa. La literatura reporta que la rotación mental tiende a tener mayor relación con las habilidades matemáticas que otra habilidad visuoespacial, siendo congruente con los resultados obtenidos.
- Las habilidades espaciales y numéricas presentaron una correlación significativa, aunque débil muestra una relación entre ambas habilidades, y es concordante con lo reportado en la literatura.

## REFERENCIAS

- ψ Alonso, D., Fuentes, L. (2001) Mecanismos cerebrales del pensamiento matemático, *Revista Neurología*, 33, pp. 568-576.
- ψ Arce, C., Ramos, J., Guevara, M., Corsí-Cabrera, M. (1995) Effect of spatial ability and sex on EEG power in high school students, *International Journal of Psychophysiology*, 20, pp. 11-20.
- ψ Barcelata, B., Gómez, E. y Durán, C. (2006) Construcción, Confiabilidad, Validez de Contenido y discriminante del inventario auto descriptivo del adolescente, *Acta Colombiana de Psicología*, 9, Pp. 5-13
- ψ Bermejo, V. y Rodríguez P. (1987) Estructura semántica y estrategias infantiles en la solución de problemas verbales en adición, *Infancia y Aprendizaje*, Pp. 39, 40, 71-81.
- ψ Bermúdez, P., Zarrote, R., (2001) Sexual dimorphism in the corpus callosum: Methodological considerations in Mri morphometry. *Neuroimage*, 13. Pp. 1121-1130.
- ψ Bendow, C., Lubinski, D., Shea, D. y Eftekhari-Sanjani H. (2000) Sex Differences in Mathematical Reasoning Ability at Age 13: Their Status 20 Years Later, *Psychological Science*, 11, Pp. 474-480.
- ψ Bennett, G., Seashore, H. y Wesman, A. (1982) Prueba de Aptitud Diferencial (DAT), México DF, Manual Moderno.
- ψ Burges, L. (2006) Diferencias Mentales entre los sexos: Innato versus adquirido bajo un enfoque evolutivo. *Ludus Vitalis*, 14, Pp. 43-73.
- ψ Carlson, N. (2006) *Fisiología de la conducta*, México DF, Pearson, Addison Wesley. Pp. 340-345.
- ψ Casey, M., Pezaris, E. y Nuttall, R. (1991) Spatial ability as a predictor of math achievement: The importance of sex and handedness patterns. *Neuropsychologia*, 30, Pp. 35-45.
- ψ Castillo, J., Cely, J. y Manrique-Abril, F. (2008) Desempeño cognitivo de mujeres universitarias a lo largo del ciclo menstrual. *Universitas Psychologica* 7 (1) Enero-Abril. Pp. 173-183.



- ψ Corsi-Cabrera, M. (2003). El electroencefalograma y la ansiedad: Diferencias Sexuales. *Ciencia*, Abril-Junio.
- ψ Cortada, N. y Macvbeth, G. (2007) Construcción de un test de matemática para adolescentes y adultos. *Interdisciplinaria*, 24 (1). Pp. 43-64.
- ψ Colman, A. (Ed.) (2009) Dictionary of Psychology (1a. ed.,) Estados Unidos de América: Oxford University Press USA.
- ψ Dehaene, S. (1997) *The number sence: How the mind creates mathematics*. New York: Oxford University Press. Recuperado de: [http://books.google.com.mx/books?id=CbCDKLbm\\_UC&printsec=frontcover&dq=The+number+sense:+How+the+mind+creates+mathematics&hl=es&sa=X&ei=WSEHUaa8OOj62AWBuYDYAg&ved=0CDcQ6AEwAA](http://books.google.com.mx/books?id=CbCDKLbm_UC&printsec=frontcover&dq=The+number+sense:+How+the+mind+creates+mathematics&hl=es&sa=X&ei=WSEHUaa8OOj62AWBuYDYAg&ved=0CDcQ6AEwAA)
- ψ Dehaene, S. (2009) Origins of Mathematics Intuitions: The case of arithmetic. *The year in cognitive Neuroscience*. Pp 232-250. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2009.04469.x
- ψ Dehaene, S., Molko, N., Cohen, L., Wilson, A. (2004) Arithmetic and the Brain. *Current opinion in Neurobiology*, 14, 218-224. DOI: 10.1016/j.conb.2004.03.008
- ψ Dennis, R. (2004) *Principios de Neuropsicología Humana*. México DF, McGraw Hill, Pp. 180, 185-186.
- ψ Diamond, J. (1999) *¿Por qué es divertido el sexo? La evolución humana de la sexualidad humana*, Barcelona, España. Debate Pp. 53-77
- ψ Fairweather, H. (1976) Sex Differences in Cognition. *Cognition*, 4, Pp. 231-280.
- ψ García, E. (2003) Neuropsicología y Género. *Revista de la Universidad Complutense de Madrid*, 8, Pp. 2177-2186.
- ψ Ganley, C. y Vasilyeva, M. (2011) Sex Differences in the relation between math performance, spatial skills, and attitudes. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 32, Pp. 235-242. DOI: 10.1016/j.appdev.2011.04.001
- ψ Geary, D. (1993) Mathematical disabilities: Reflection on cognitive, neuropsychological and genetic components. *Psychological Bulletin, American Psychological Association*, 114 , Pp. 345- 363.

- ψ Geary, D. (1996) Sexual selection and sex differences in mathematical abilities. *Behavioral and brain science*, 19, Pp. 229-284.
- ψ Geng L., Zhang L. y Zhang, D. (2011) Improving spatial abilities through mindfulness: Effects on the mental rotation task. *Consciousness and Cognition*, 20. Pp. 801-806. DOI: 10.1016/j.concog2011.02.004
- ψ Gil-Verona, J., Macias, J., Pastor, J., Felix, M., Maniega, M., Román, J., López, A., Alvarez-Alfageme, I., Rami-González, L. y Boget, T. (2003) Diferencias Sexuales en el Sistema Nervioso Humano. Una revisión desde el punto de vista Psiconeurobiológico. *International Journal of clinical and health psychology*, 3, 351-361.
- ψ Grabner, R., Ansari, D., Reishorfer, G., Stern, E., Ebner, F. y Neuper, C. (2007) Individual differences in mathematical competence predict parietal brain activation during mental calculation, *Neuroimage*, 38. Pp. 346-356. DOI: 10.1016/j.neuroimagen.2007.07.041
- ψ Hausmann, M., Slabbekoorn, D., Van, S., Cohe-Kettenis, P. y Güntürkün, O. (2000) Sex Hormones Affect Spatial Abilities During the Mestrual cycle. *Behavioral Neuroscience*, 114 (6), Pp. 1245-1250.
- ψ Hernández, J. (2006) *Habilidades Matemáticas en la comprensión de la estadística y la probabilidad en alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Sur*. Tesina de Maestría, Instituto de Investigación en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM. Pp. 16-24. Recuperada de:  
[http://oreon.dgbiblio.unam.mx:8991/F/1UQA72RGKSDXR64D6SHJM1BJNNGMSM2JCTLMS3JEXESUCDYRSG29693?func=findb&request=Habilidades+Matem%C3%A1ticas+en+la+compresi%C3%B3n+de+la+estad%C3%ADstica+y+la+probabilidad+en+alumnos+del+Colegio+de+Ciencias+y+Humanidades+Plantel+Sur.+&find\\_code=WRD&adjacent=N&local\\_base=TES01&x=73&y=13&filter\\_code\\_2=WYR&filter\\_request\\_2=&filter\\_code\\_3=WYR&filter\\_request\\_3=](http://oreon.dgbiblio.unam.mx:8991/F/1UQA72RGKSDXR64D6SHJM1BJNNGMSM2JCTLMS3JEXESUCDYRSG29693?func=findb&request=Habilidades+Matem%C3%A1ticas+en+la+compresi%C3%B3n+de+la+estad%C3%ADstica+y+la+probabilidad+en+alumnos+del+Colegio+de+Ciencias+y+Humanidades+Plantel+Sur.+&find_code=WRD&adjacent=N&local_base=TES01&x=73&y=13&filter_code_2=WYR&filter_request_2=&filter_code_3=WYR&filter_request_3=)
- ψ Hernández, R., Fernández-Collado, C. y Baptista, P. (2006) *Metodología de la Investigación*, México DF, McGraw Hill Interamericana. Pp. 128,130, 203.
- ψ Hernández, N. (2011) *Relación entre la lateralidad y dependencia del Campo Visual*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Psicología UNAM. Pp. 22, 28-30.

- ψ Hoppe, C., Fliessbach, K., Stausberg, S., Stojanovic, J., Trautner, P., Elger, C. y Weber, B.(2012) A key role for experimental task performance: Effects of math talent, gender and performance on the neural correlates of mental rotation, *Brain and Cognition*, 78, Pp. 14-27
- ψ Hooven, C., Chabris, C., Elleson, P. y Kosslyn, S. (2004) The relationship of male testosterone to comonents of mental rotation. *Neuropsychologia*, 42, Pp. 782-790. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2003.11.012
- ψ Husain, M. y Nachev, P. (2006) Space and the Parietal Cortex. *TRENDS in cognitive science*, 11(1), Pp. 30-36. DOI: 10.1016/j.tics.2006.10.011
- ψ Jausovec N. y Jausovec K. (2009) Do women see things differently tan men do? *Neuroimage*, 45, Pp. 198-207. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2008.11.013
- ψ Kandel, E., Harris, J. y Jessell T. (1997) *Principios de Neurociencias*, Madrid España, McGraw-Hill, 3 Ed, Pp. 204-210.
- ψ Keller, K. y Menon, V. (2009) Gender differences in the functional and structural neuroanatomy of mathematical cognition, *Neuroimagen*, 47, Pp. 342-352. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2009.04.042
- ψ Kimura, D. y Hapmson, E., (1994) Cognitive Patter in men and women is influenced by fluctuation in sex hormones, *Current Directions in Psychological Science*, 3 (2), Pp. 57-63
- ψ Kimura, D. (1999) Sex differences in the brain, *Scientific American*, Summer, Pp. 32-37.
- ψ Kimura, D., (2002) Sex Hormones Influence Human Cognitive Patter. *Neuroendocrinology Letters*, 23, Pp. 67-77.
- ψ Kosciak, T., O'Leary, D., Moser, D., Andreasen, N. y Nopous, P. (2009) Sex differences in parietal lobe morphology: Relationship to mental rotation performance. *Brain and Cognition*, 69, Pp. 451-459. DOI: 10.1016/j.bandc.2008.09.004
- ψ Kroger, J., Nystrom, L., Cohen, J. y Jonhson-Laird, P. (2008) Distinc neural substrates for deductive and mathematical processing. *Brain research*. Pp. 86-103. DOI: 10.1016/j.brainres.2008.07.128
- ψ Lacoste-Ustamsing, C. y Holloway, F. (1982) Sexual dimorphism in the human corpus callosum. *Science*, 216 Pp. 1431- 1432.

- ψ Lubinski, D. y Persson, C. (1992) Gender Differences in Abilities and preferences among the gifted: Implications for the Math- Science, *Psychological Science*, 1(2), Pp.61-66.
- ψ MacGlone, J. (1980) Sex differences human brain asymmetry. *Behavior and brain Science*, 3, Pp. 215-263.
- ψ Martens, R, Hurks, P., Mejis, C., Wassenber, R. y Jalles, J. (2011) Sex Differences in arithmetical performance score: Central tendency and variability. *Learning and Individual Differences*, 21, Pp. 549-554. DOI: 10.1016/j.lindif.2011.06.003
- ψ Maruyama, M., Pallier, C., Jobert, A., Sigman, M. y Dehaene, S. (2012) The cortical representation of simple mathematical expressions, *Neuroimagen*, 61, Pp. 1444-1460 DOI: 10.1016/j.neuroimage.2012.04.020
- ψ Ngun, T., Ghahramani, N., Sánchez, F., Bocklandt, S. y Vilain, E. (2010) The genetic of sex differences in brain and Behavior. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 32, Pp. 227-246. DOI: 10.1016/j.yfrne.2010.10.001
- ψ Nickerson, R. (2010) *Mathematical Reasoning*, New York, Psychology Press. Pp. 1-16
- ψ O'Boyle, M., Cunnington, R., Silk, T., Vaugham, D. y Jackson, G. (2005) Mathematically giften male adolescents activate a unique brain network during mental rotation. *Cognitive brain research*, 25. Pp. 583-587. DOI: 10.1016/j.cogbrainres.2005.08.004
- ψ Orozco, J. y Matute, E. (2010) Bases Nueropsicológicas del desarrollo de las Habilidades de cálculo y sus alteraciones. *Tópicos de Ciencias Biológicas, Universidad Anáhuac Mayab*. 1, Pp. 125-138.
- ψ Ortega, L. (2010) *Efecto del ciclo menstrual en el pensamiento creativo verbal y figural*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Psicología UNAM, Pp. 19-22.
- ψ Orton, A. (2003) *Didáctica de las matemáticas*, Madrid, España. Ediciones Morata. Pp. 18-22. Recuperado de: <http://books.google.com.mx/books?id=DWBH5HdniK4C&printsec=frontcover&dq=Did%C3%A1ctica+de+las+matem%C3%A1ticas&hl=es&sa=X&ei=8SMHUanfCM6A2QWhm4DoCg&ved=0CDcQ6AEwAg#v=onepage&q=Did%C3%A1ctica%20de%20las%20matem%C3%A1ticas&f=false>

- ψ Parra-Gómez, L., García-Hidalgo, A., Ortiz-Vázquez, S., Pérez-Sámano, J., Basurto-Acevedo, N., Espinoza-Chávez, V. y Rivas-Bucio, R. (2009) Las diferencias anatómicas cerebrales que implican diferencias funcionales (2ª de dos partes). *Revista de la Facultad de Medicina UNAM*, 52 (5) Septiembre-Octubre Pp. 212-219.
- ψ Persson C., Lubinski, D., Shea, D. y Efekhari-Sanjani, H. (2000) Sex Differences in Mathematical Reasoning Ability at Age 13: Their Status 20 Years Later, *Psychological Science*, 11 (6), Pp. 474-480.
- ψ Piaget J. (1941) The child conception of number., Londo UK, Routledge, Pp. 3-5, 40-52.
- ψ Quaiser.Pohl C., Geiser, C. y Lehmann W. (2006) The relationship between computer-game preference, gender, and mental-rotation ability, *Personality and individual Differences*, 40, Pp. 606-619. DOI 10.1016/j.paid.2005.07.015.
- ψ Ramos-Loyo, J. (2006) Diferencias sexuales en el cerebro: relación entre conducta, anatomía y función, En Corsi-Cabrera M. (Compilador) *Texto de Neurociencias cognitivas*, (Pp 23-41) México DF, Manual moderno.
- ψ Rivera, F., Guerrero, M., Sepúlveda, A. y Alaizola, I. (2005) La pertinencia del Examen único. *Perfiles Educativos*; 111, Pp. 71-88.
- ψ Rosenzweig, M., Leiman, A. y Breedlove, S. (2001) *Psicología biológica*. Barcelona, España. Ariel. Pp. 429-431.
- ψ Rosenberg-Lee, M., Chang, T., Young, C., Wu, S. y Menon, V. (2011) Functional dissociations between four basic arithmetic operations in the human posterior parietal cortex: A cytoarchitectonic mapping study. *Neuropsychologia*, 49, Pp. 2592-2608. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2011.04.035.
- ψ Sack, A. (2009) Parietal Cortex and Spatial Cognition. *Behavioural Brain Research*, 202, Pp. 153-161. DOI: 10.1016/j.bbr.2009.03.012
- ψ Salking, N. (Ed.). (2008) *Encyclopedia of Educational Psychology*. (1ª.ed., Vols 1-2). California, Estados Unidos de América: SAGE, Publications, Inc.

- ψ Sánchez, J. (2009) *Análisis de la Actividad Eléctrica Cerebral del Insomne y Normal, Durante Una Tarea de Estimación de Tiempo*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Psicología UNAM. Pp. 25 y 26.
- ψ Saucier, D., McCreary, D y Saxberg, J. (2002) Does gender role socialization mediate sex differences in mental rotation?. *Personality and Individual Differences*, 32, P. 1101-1111.
- ψ Shaughnessy, J., Zechmeister, E., Zechmeister, J. (2007) *Métodos de la Investigación en Psicología*, México, DF. McGraw-Hill Interamericana. Pp. 256-258, 270-272.
- ψ Shibley, J., Fennema, E. y Lamon, S. (1990) Gender Differences in Mathematics Performances: A meta-Analysis, *Psychological Bulletin*, 107, Pp. 139-155.
- ψ Squire, L., Berg, D., Bloom, F., du'Lacs, S., Ghosh, A. y Spitzer, N. (2009), *Fundamental Neuroscience*, Canada. Elsevier. Pp. 1091-1095.
- ψ Van-Harskamp, N., Rudge, P. y Cipolotti, L., (2002) Are multiplication facts implemented by the left supramarginal and angular gyri?. *Neuropsychologia*, 40 (11), Pp. 1786-1793.



Estadística (6)  
 Cálculo (5)  
 Geometría (4)  
 Conjuntos (3)  
 Álgebra (2)  
 Aritmética (1)

EN UNA ESCALA DEL 0 al 10,  
 ¿Qué tanto el reactivo mide esta habilidad?  
 NADA TODO

	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Esta pregunta evalúa																	
2. Esta pregunta evalúa																	
3. Esta pregunta evalúa																	
4. Esta pregunta evalúa																	
5. Esta pregunta evalúa																	
6. Esta pregunta evalúa																	
7. Esta pregunta evalúa																	
8. Esta pregunta evalúa																	
9. Esta pregunta evalúa																	
10. Esta pregunta evalúa																	
11. Esta pregunta evalúa																	
12. Esta pregunta evalúa																	
13. Esta pregunta evalúa																	
14. Esta pregunta evalúa																	
15. Esta pregunta evalúa																	
16. Esta pregunta evalúa																	
17. Esta pregunta evalúa																	
18. Esta pregunta evalúa																	
19. Esta pregunta evalúa																	
20. Esta pregunta evalúa																	
21. Esta pregunta evalúa																	
22. Esta pregunta evalúa																	
23. Esta pregunta evalúa																	
24. Esta pregunta evalúa																	
25. Esta pregunta evalúa																	

	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
26. Esta pregunta evalúa																	
27. Esta pregunta evalúa																	
28. Esta pregunta evalúa																	
29. Esta pregunta evalúa																	
30. Esta pregunta evalúa																	
31. Esta pregunta evalúa																	
32. Esta pregunta evalúa																	
33. Esta pregunta evalúa																	
34. Esta pregunta evalúa																	
35. Esta pregunta evalúa																	
36. Esta pregunta evalúa																	
37. Esta pregunta evalúa																	
38. Esta pregunta evalúa																	
39. Esta pregunta evalúa																	
40. Esta pregunta evalúa																	
41. Esta pregunta evalúa																	
42. Esta pregunta evalúa																	
43. Esta pregunta evalúa																	
44. Esta pregunta evalúa																	
45. Esta pregunta evalúa																	
46. Esta pregunta evalúa																	
47. Esta pregunta evalúa																	
48. Esta pregunta evalúa																	
49. Esta pregunta evalúa																	
50. Esta pregunta evalúa																	



## ANEXO 2

Protocolo del Test de Matemática "Buenos Aires"

Nombre y apellido: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: Hombre ( ) Mujer ( ) Nivel educacional: \_\_\_\_\_

A continuación verás una serie de preguntas para las cuales te damos 4 respuestas distintas. Léelas todas y señala aquella que te parezca la respuesta correcta, indicándolo, al lado, con una cruz (X). Por ejemplo:

0.- ¿Cuántos años son 144 meses?

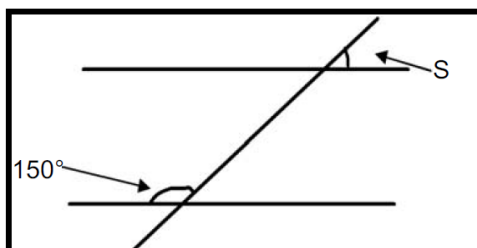
- 1) 6 años
- 2) 8 años
- 3) 10 años
- 4) 12 años X

Hemos señalado con una X la respuesta 12 años, que es la correcta. Las preguntas tienen una y sólo una respuesta correcta. ¡Puedes Comenzar!

1.- ¿Cuál es el resultado de  $(-42) + (-6)$ ?

- 1) 48
- 2) -48
- 3) 36
- 4) -36

2.- En la figura que sigue representamos dos paralelas cortadas por una recta ¿Cuál es el valor del ángulo S?



- 1) 20°
- 2) 25°
- 3) 30°
- 4) 40°

3.- El valor de X en la ecuación:  $-5 = 4x$  es:

- 1)  $+5/4$
- 2)  $-5/4$
- 3)  $+4/5$
- 4) +1

4.- Si  $p = m + n$ , ¿Cuál de las siguientes fórmulas es la correcta?

- 1)  $m = p - n$
- 2)  $m = p + n$
- 3)  $n = p + m$
- 4)  $n = p/m$

- 5.- ¿Se puede calcular el valor de  $x$  sabiendo que:  $\frac{1}{3}x = \frac{1}{3}$
- 1) Si
  - 2) No
  - 3) Faltan datos
  - 4) No siempre
- 6.- El producto de 3 números consecutivos es siempre divisible por:
- 1) 4
  - 2) 5
  - 3) 6
  - 4) 8
- 7.- ¿Cuál de los siguientes valores es mayor que 1?
- 1)  $-1^2$
  - 2)  $3^0$
  - 3)  $51 / 53$
  - 4)  $0.23 / 0.21$
- 8.- El número romano MCDXCII corresponde al año:
- 1) 1502
  - 2) 1492
  - 3) 1942
  - 4) 1962
- 9.- Si resolvemos  $0.2^4$ , nos da como resultado:
- 1) 0.16
  - 2) 0.016
  - 3) 0.0016
  - 4) 0.00016
- 10.- Si la coma decimal de un número se corre tres lugares hacia la derecha estamos:
- 1) Dividiendo el número por 1000
  - 2) Dividiendo el número por 100
  - 3) Multiplicando el número por 1000
  - 4) Multiplicando el número por 300
- 11.- Graficando la función  $y = ax^2 + bx + c$  se obtiene:
- 1) Una elipse
  - 2) Una recta
  - 3) Una parábola
  - 4) Una hipérbola
- 12.- P es divisible por 6 sí y solo si:
- A) P es divisible por 2**  
**B) P es divisible por 3**
- 1) A por si solo
  - 2) B por si solo
  - 3) A y B ambas juntas
  - 4) No se puede saber, faltan datos

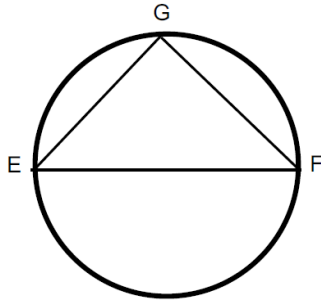
13.- El cuadrado de doble de un medio es:

- 1) 2
- 2) 1
- 3)  $\frac{1}{4}$
- 4)  $\frac{1}{16}$

14.- El triple de  $2(p-q)$  es 42. Entonces el doble de  $3(p-q)$  será:

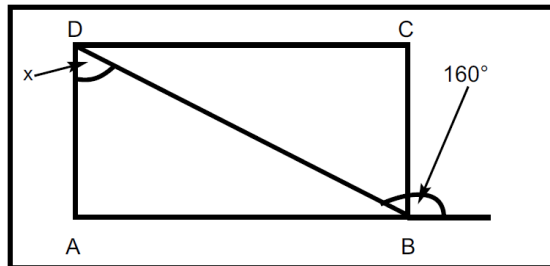
- 1) 21
- 2) 42
- 3) 63
- 4) 84

15.- En la circunferencia de la figura adjunta  $\overline{EG} = \overline{FG}$  y  $\overline{EG} = \sqrt{18}$  cm. ¿Cuánto mide el radio de la circunferencia?



- 1) 4,26 cm
- 2) 3 cm
- 3) 6 cm
- 4) 18 cm

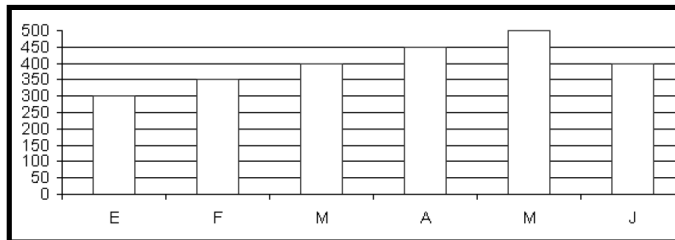
16.- La figura ABCD es un rectángulo. Con el dato indicado en ella ¿Cuánto mide el ángulo X?



- 1)  $70^\circ$
- 2)  $60^\circ$
- 3)  $50^\circ$
- 4)  $30^\circ$

17.- De acuerdo con el gráfico:

¿Qué parte de los libros vendidos durante los seis primeros meses del año es el número de libros vendidos durante el mes de Enero?



- 1)  $\frac{1}{8}$
- 2)  $\frac{1}{7}$
- 3)  $\frac{1}{6}$
- 4)  $\frac{3}{4}$

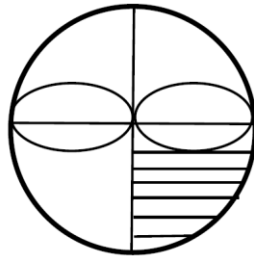
18.- Supongamos que  $a/b = 5$ . Si se aumenta a al doble y se disminuye b a la mitad entonces el valor de la fracción resulta:

- 1) 20
- 2) 10
- 3) 25
- 4) Ninguna de las anteriores

19.- Si dividimos 0.0036 por 6 resulta:

- 1) 0.6
- 2) 0.06
- 3) 0.006
- 4) 0.0006

20.- Si el diámetro de la circunferencia grande de la figura es de 8 unidades, la región sombreada tiene un área de:



- 1)  $2\pi$
- 2)  $3\pi$
- 3)  $4\pi$
- 4)  $5\pi$

21.- ¿Cuál de las siguientes expresiones es mayor que 4?

- 1)  $(4 \times 4) / (4 + 4)$
- 2)  $(4 \times 4) - (4/4)$
- 3)  $4 / (4 + 4) - (4/4)$
- 4) Ninguno de las anteriores

22.- La suma de dos números es 108 y su cociente es de 5. ¿Cuáles son los dos números?

- 1) 8 y 100
- 2) 18 y 90
- 3) 21.6 y 76.4
- 4) 28 y 80

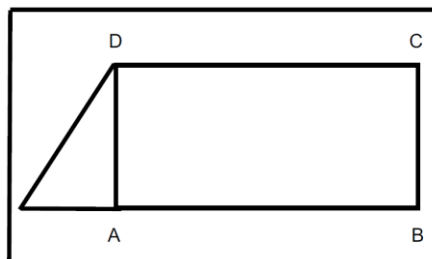
23.- El valor de  $15/0.03$  es igual a:

- 1) 500
- 2) 5.03
- 3) 0.5
- 4) 0.05

24.- El poliedro que tiene 8 vértices, 6 caras y 12 aristas recibe el nombre de:

- 1) Octaedro
- 2) Hexaedro
- 3) Dodecaedro
- 4) Ninguno de estos

25.- En la figura siguiente si  $\overline{AB} = 7, \overline{BC} = 3$  y  $\overline{CD} = 5, \overline{AD} =$  será un valor comprendido entre:



- 1) 3 y 3,4
- 2) 3,5 y 3,7
- 3) 3,8 y 4
- 4) 4,1 y 4,3

26.- Si usted encuentra que el resultado de una cuenta en su calculadora manual es  $6^{-03}$  sabe que esto equivale a:

- 1)  $-6^3$
- 2) 0.006
- 3) 3.006
- 4) 0.63

27.- Si dividimos 0.06 por 0.20 el resultado será:

- 1) 0.003
- 2) 0.03
- 3) 0.3
- 4) 3

28.- El volumen de un cubo es de  $27 \text{ cm}^3$  ¿Cuál es la suma de la longitud de todas sus aristas?

- 1) 48 cm
- 2) 36 cm
- 3) 25 cm
- 4) 24 cm

29.- Si la intersección de dos planos diferentes no es vacía entonces es:

- 1) Un punto
- 2) Una recta
- 3) Dos rectas diferentes
- 4) Un plano

30.- El diámetro de una circunferencia de radio  $r$  es:

- 1)  $\pi r^2$
- 2)  $r^2$
- 3)  $2r$
- 4)  $2\pi r$

31.- ¿Cuánto mide la línea diagonal de un cuadrado si su área es de  $16 \text{ cm}^2$ ?

- 1) 8 cm
- 2) 6 cm
- 3) 5.65 cm
- 4) 3.10 cm

32.- Si el perímetro de un cuadrado se duplica, entonces su área:

- 1) Aumenta el doble
- 2) Disminuye la mitad
- 3) Aumenta el triple
- 4) Aumenta el cuádruplo