



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FACULTAD DE EDUCACIÓN

MATEMÁTICA, FÍSICA e INFORMÁTICA

TESIS

**APLICACIÓN DE LA NEUROCIENCIA  
EN EL APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMÉTRICAS  
EN EL PLANO CARTESIANO**

**GUTIERREZ AYALA DANIEL      BERROCAL HINOSTROZA ABIJAEEL**

ASESOR: Lic. José Luis Moreno Vega

PRESENTADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE  
LICENCIADO(a) EN EDUCACIÓN Nivel SECUNDARIA Especialidad:  
MATEMÁTICA, FÍSICA E INFORMÁTICA.

HUACHO – PERU

2012

## **PRESENTACIÓN**

Conforme al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, presentamos el informe de Investigación, denominado: **APLICACIÓN DE LA NEUROCIENCIA EN EL APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS EN EL PLANO CARTESIANO**, para la obtención de Título Profesional de Licenciado en Educación , en la especialidad de Matemática, Física e Informática; mediante la modalidad de Tesis. Por el cual se aplicó algunos fundamentos de la neurociencia en la educación matemática, describiendo y explicando las regiones cerebrales que influyen en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano, es decir investigamos las capacidades geométricas en el aprendizaje de la geometría. Esperamos cumplir con producir experimentaciones en la educación, para los cuales nos hemos formado integralmente a nivel superior.

**GUTIERREZ AYALA DANIEL**

**BERROCAL HINOSTROZA ABIJAEL**

## **DEDICATORIA**

Primeramente a Dios por habernos permitido llegar hasta este punto y habernos dado salud y bienestar físico y espiritual, ser el manantial de vida y darnos lo necesario para seguir adelante día a día para lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A nuestros padres por su apoyo moral, material, espiritual y su confianza en nosotros.

A nuestros hermanos y hermanas, y a todos aquellos que nos ayudaron directa o indirectamente en nuestros estudios.

A nuestros docentes por brindarnos su  
guía y sabiduría.

## INDICE

CARÁTULA	
PRESENTACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
INDICE	iv
INTRODUCCIÓN	xii
CAPITULO I FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
a. PROBLEMA GENERAL	4
b. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	4
1.1.3. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS	4
a. GENERAL	4
b. ESPECÍFICOS	4
1.1.4. IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.2. ASPECTOS TEORICOS	6
1.2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	6
1.3. BASES TEÓRICAS	45
1.4. DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICOS	68
1.5. HIPOTESIS Y VARIABLES	70
1.5.1. HIPOTESIS	70
a. GENERAL	70
b. ESPECIFICAS	70
1.5.2. VARIABLES	70
1.5.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	71
CAPITULO II METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	72
2.1. METODOLOGÍA	73

2.1.1. MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN	73
2.2.2.DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	74
2.2.3.POBLACIÓN Y MUESTRA	75
2.2.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS	78
2.2.5.TÉCNICAS ,ANALISIS Y PROCESAMIENTOS DE DATOS	85
CAPITULO III CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	103
CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	115
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	120
ANEXOS	124
MATRIZ DE CONSISTENCIA	

# **Aplicación de la neurociencia en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano.2012.**

## **Application of neuroscience in learning geometric figures in the cartesian plane. 2012.**

Daniel, Gutierrez Ayala<sup>1</sup>

Abijael, Berrocal Hinostraza<sup>1</sup>

### **RESUMEN**

**Objetivo:** Aplicar la Neurociencias en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano. Y específicos: Explicar y describir cómo las regiones cerebrales: Lóbulo y corteza parietal influyen en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano. Explicar y describir cómo las regiones cerebrales: hemisferios derecho e izquierdo influyen en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano. Explicar y describir cómo la región cerebral: Hipocampo influye en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano. **Material y Métodos:** La investigación fue descriptiva, explicativa relacional y aplicativa para contrastar las hipótesis, sobre una muestra de 144 estudiantes de la IE San Luis Gonzaga N°6151 Pamplona Alta - San Juan de Miraflores - Lima. VI Ciclo. Educación Básica Regular. 2° grado de secundaria. Turno mañana. **Resultados:** se observó una Sig(bilateral) para la variable x e y, donde la probabilidad de  $p = 0,002 < \alpha = 0,05$ , entonces se rechazó la hipótesis nula, en la contratación de la hipótesis general. Así como también para las hipótesis específicas con una correlación de 0,954, 0,963 y 0,973 respectivamente. **Conclusiones:** Las regiones cerebrales influyen significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano. Con una correlación de Pearson de 0,984.

*Palabras claves:* Neurociencia, aprendizaje, figuras, geométricas, plano, cartesiano.

### **ABSTRACT**

Objective: To apply Neuroscience in the learning of geometric figures in the Cartesian plane. And specific: Explain and describe how the brain regions: Lobe and parietal cortex influence the learning of geometric figures in the Cartesian plane. Explain and describe how the brain regions: Right and left hemispheres influence the learning of geometric figures in the Cartesian plane. Explain and describe how the brain region: Hippocampus influences the learning of geometric figures in the Cartesian plane. Material and Methods: The research was descriptive, explanatory, relational and applicative to contrast the hypotheses, on a sample of 144 students from the IE San Luis Gonzaga N°6151 Pamplona Alta - San Juan de

---

<sup>1</sup> Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Miraflores - Lima. VI Cycle. Regular Basic Education. 2nd grade of high school. Shift tomorrow. Results: a Sig(bilateral) was observed for the variable x and y, where the probability of  $p = 0.002 < \alpha = 0.05$ , then the null hypothesis was rejected, in the contrast of the general hypothesis. As well as for the specific hypotheses with a correlation of 0.954, 0.963 and 0.973 respectively. Conclusions: The brain regions significantly influence the learning of geometric figures in the Cartesian plane. With a Pearson correlation of 0.984.

Keywords: Neuroscience, learning, figures, geometric, plane, cartesian.

## **INTRODUCCIÓN**

En pleno apogeo por una educación que busca desarrollar capacidades, los neurocientíficos proponen a los educadores que utilicen los avances científicos descubiertos en la actualidad en la educación matemática. Siendo la geometría un componente del área de la matemática, hemos seleccionado y adaptado, algunos fundamentos de la neurociencia susceptibles a ser aplicados en la educación, para experimentar y buscar cual es nivel de influencia significativa en el aprendizaje de las figuras geométricas, buscando desarrollar capacidades geométricas, conforme a la estrategia de Duval.

En el desarrollo del estudio, se analizan las variables: Acción Tutorial y Habilidades Sociales, establecer el nivel de influencia en el aprendizaje de la geometría, en correspondencia con algunos fundamentos de la neurociencia, y contrastar cual es el nivel de influencia que presentan, frente a los medios alternativos

La investigación describe y explica cómo serían las aplicaciones de la neurociencia aplicada a la educación, en particular las regiones cerebrales que influyen en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano, es decir investiga las capacidades geométricas en el aprendizaje de la matemática.

El estudio de Investigación se ha dividido en cuatro capítulos:

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

La investigación fue descriptiva, explicativa relacional y aplicada, en el cual se mide cada variable y se busca la correlación entre ellas. Cuyas variables son: Regiones Cerebrales y Aprendizaje de las figuras geométricas.

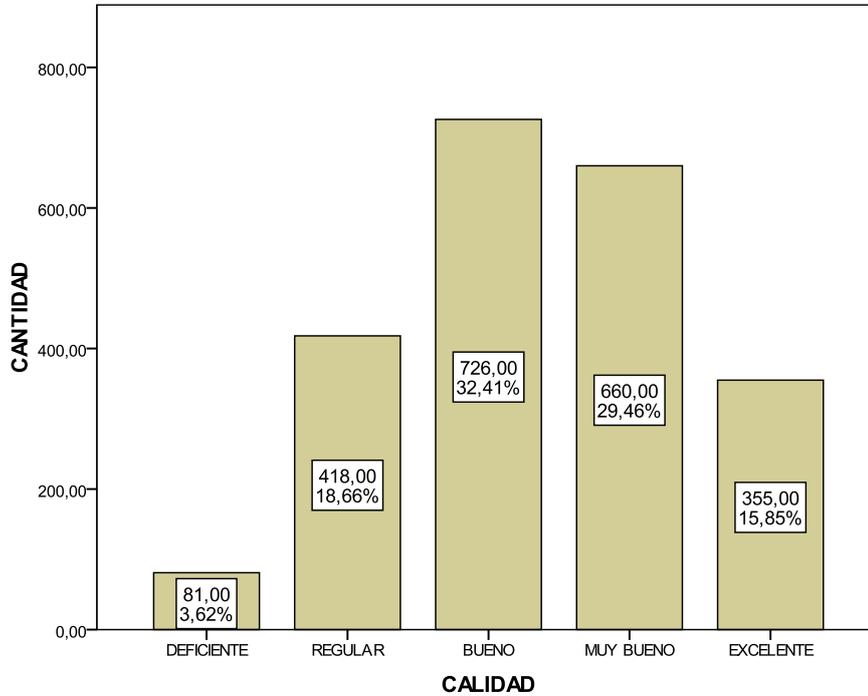
La muestra se obtuvo utilizando el muestreo probabilístico de tipo aleatorio con un nivel de probabilidad de éxito y fracaso de 0,5; cuyo resultado fue 144 estudiantes, e la IE San Luis Gonzaga N°6151 Pamplona Alta - San Juan de Miraflores - Lima. VI Ciclo. Educación Básica Regular. 2° grado de secundaria. Turno mañana.

El método a utilizar es el Hipotético-Deductivo porque lo que se va a realizar es contrastar las hipótesis.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### GRÁFICO 4

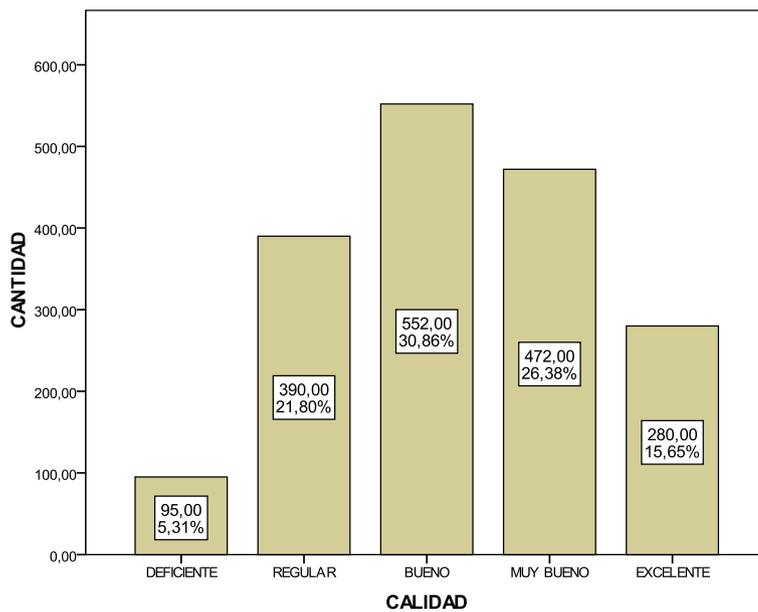
*Variable Independiente Post Prueba. Total*



Interpretación: El 32,41% de los estudiantes obtiene una escala de BUENO, y el 3,62% DEFICIENTE, en la región cerebral: Total.

### GRÁFICO 8

*Variable dependiente post prueba aprendizaje de las figuras geométricas capacidades geométricas. Total.*



**Interpretación:** El 30,86 % de los estudiantes obtiene una escala de BUENO, y el 5,31 % DEFICIENTE, en el aprendizaje de las figuras geométricas capacidades geométricas: TOTAL.

### Contrastación de la hipótesis general

$H_0$  : Las regiones cerebrales no influyen significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano.

$H_1$  : Las regiones cerebrales influyen significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano.

#### Correlaciones

		H	A
REGIONES CEBRALES (NEUROCIENCIA)	Correlación de Pearson	1	,984**
	Sig. (bilateral)		,002
	N	5	5
APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS	Correlación de Pearson	,984**	1
	Sig. (bilateral)	,002	
	N	5	5

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

En el cuadro anterior se observa que Sig(bilateral) para la variable x e y es la probabilidad de  $p = 0,002 < \alpha = 0,05$ , entonces se rechaza la hipótesis nula. Luego la correlación encontrada es estadísticamente significativa al nivel de significancia de 5%.

## DISCUSIÓN

Después de obtener los resultados de haber aplicado la prueba de hipótesis, se evidencia que Las regiones cerebrales influyen significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano. tan igual que sus componentes, dimensiones e indicadores. Al aplicar la Prueba de Correlación, se puede apreciar que el Coeficiente de Pearson es de 0,984 que significa que existe una correlación lineal directa positiva alta.

Coincidimos con Willging (2008) cuando investigó la creación matemática y el cerebro humano: preguntas intrigantes que las neurociencias comienzan a responder. Algunos descubrimientos notables de la neuropsicología relacionados con la Matemática utilizando avanzadas tecnologías y procedimientos ingeniosos, en los últimos años se han obtenido sorprendentes descubrimientos relacionados al modo en el que el cerebro procesa el pensamiento matemático. Muchos experimentos demuestran que la habilidad de distinguir cantidades y realizar cálculos elementales es inherente en bebés humanos. Estudios con pacientes que sufrieron ataques cerebros vasculares y perdieron su habilidad matemática indican que funciones matemáticas claves residen en el lóbulo parietal izquierdo del cerebro.

También coincidimos con Martínez (2010) cuando investigó el Proceso Enseñanza-Aprendizaje a la Luz de la Neurociencia. Cuando se formuló su problema investigativo ¿Qué aportes nos ofrecen la neurofisiología, la neuroquímica, la neurocirugía, la neurofarmacología y la neuropsicología en la comprensión de la dinámica y éxito del proceso enseñanza-aprendizaje?. El estudio integrado de estas ciencias hace constatar que cuando la enseñanza coordina armónicamente los tres lóbulos básicos del cerebro (hemisferio izquierdo, hemisferio derecho y sistema límbico), el aprendizaje puede duplicarse, triplicarse, cuadruplicarse y hasta quintuplicarse, dependiendo del nivel de orquestación didáctica puesto en práctica por el docente

Asimismo, Martínez (2010), cuando investigó los conceptos geométricos son innatos en nuestra especie, en una aislada tribu amazónica utiliza la geometría sin usar palabras y sin haberla aprendido; obtenido algunas pruebas de que los conceptos geométricos son innatos y que no necesitan lenguaje ni cultura para manifestarse. Lo han comprobado realizando test comparativos a niños y adultos.

## CONCLUSIONES

Las regiones cerebrales: Lóbulo y corteza parietal influyen significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano. Las regiones cerebrales: hemisferios derecho e izquierdo influyen significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano. La región cerebral: Hipocampo influye significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano. Las regiones cerebrales influyen significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano.

Al comparar ambos grupos de investigación, el grupo experimental, es decir aquellos que utilizaron los fundamentos de la neurociencia, obtuvieron una influencia estadísticamente significativa, en relación a los que continuaron con el desarrollo tradicional de capacidades en la matemática.

## AGRADECIMIENTO

A nuestros padres por su apoyo moral, material, espiritual y su confianza en nosotros. A nuestros hermanos y hermanas, y a todos aquellos que nos ayudaron directa o indirectamente en nuestros estudios. A nuestros docentes por brindarnos su guía y sabiduría.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Braidot, N. (2004). *Neurobiología y neurociencias aplicadas a toma de decisiones, aprendizaje y comportamiento*. Universidad de Salamanca .España.
- Fernández, J. (2008) *Neurociencias y Enseñanza de la Matemática. Prólogo de algunos retos educativos*. Centro de Enseñanza Superior Don Bosco Universidad Complutense de Madrid.
- Gutiérrez, A.(2005).*Aspectos metodológicos de la investigación sobre aprendizaje de la demostración mediante exploraciones con software de geometría dinámica*.[Versión electrónica.].Obtenido, en 13/10/2011, del sitio web personal.  
<http://www.uv.es/Angel.Gutierrez/marcotex.html>
- Martínez, M. (1982). *La psicología humanista: fundamentación epistemológica, estructura y método*. México: Trillas.
- Martínez, M. (1987). *Implicaciones de la neurociencia para la creatividad y el autoaprendizaje*, Anthropos (Caracas), 14, 95-124.
- Martínez, M. (1989). *Comportamiento humano: nuevos métodos de investigación*. México: Trillas.
- Martínez, M. (1992). *El proceso creador a la luz de la neurociencia*. Congreso Hispanoamericano de investigación educativa. Caracas.
- Martínez, M. (2010). *El Proceso Enseñanza-Aprendizaje a la Luz de la Neurociencia (Aprender con todo el Cerebro)* URL: <http://buscador.lanacion.com.ar/El-Proceso-Enseñanza-Aprendizaje.htm>. Consultado: 04/05/10.
- Martínez, Y. (2010) *Los conceptos geométricos son innatos en nuestra especie*. Mc Graw Hill. Costa Rica.
- Blakemore, S. y Frith, U. (2007).*Como aprende el cerebro. Las claves para la educación*.Ariel.2º Edición. Barcelona.
- Willging, P. (2008). *La creación matemática y el cerebro humano: preguntas intrigantes que las neurociencias comienzan a responder*. II REPEM – Memorias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de La Pampa Uruguay.

## INTRODUCCIÓN

En pleno apogeo por una educación que busca desarrollar capacidades, los neurocientíficos proponen a los educadores que utilicen los avances científicos descubiertos en la actualidad en la educación matemática. Siendo la geometría un componente del área de la matemática, hemos seleccionado y adaptado, algunos fundamentos de la neurociencia susceptibles a ser aplicados en la educación, para experimentar y buscar cual es nivel de influencia significativa en el aprendizaje de las figuras geométricas, buscando desarrollar capacidades geométricas, conforme a la estrategia de Duval.

Por esas razones presentamos nuestro trabajo de investigación denominado: **«APLICACIÓN DE LA NEUROCIENCIA EN EL APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMÉTRICAS EN EL PLANO CARTESIANO »**, para contribuir con la tecnología del aprendizaje de la matemática; buscando establecer el nivel de influencia en el aprendizaje de la geometría, en correspondencia con algunos fundamentos de la neurociencia, y contrastar cual es el nivel de influencia que presentan, frente a los medios alternativos en el VI ciclo del nivel secundario de la Institución Educativa San Luis Gonzaga N°6151, Pamplona Alta - San Juan de Miraflores - Lima.2010. Hemos dividido la presente investigación en : Capitulo I: Fundamentos teóricos de la Investigación, donde se desarrolla los sustentos básicos relacionados al

problema de investigación, los objetivos, limitaciones e alcances generales, así como el marco teórico, que permitieron formular las hipótesis respectivas. Capítulo II: Metodología de la Investigación, donde explicamos las estrategias metodológicas, el tipo de investigación, diseño de la investigación, determinación de la población y muestra, procedimientos, técnicas aplicadas, Capítulo III: Contrastación de la Hipótesis: referidos a la organización de los datos obtenidos, sistematizados, analizados, interpretados acerca de los medios tradicionales y la utilización de recursos didáctico alternativo, aplicando la prueba de Pearson, el nivel de correlación de variables; empleando Excel 2007 y SPSS v 17. Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones: Conforme a lo planteado en las hipótesis de la investigación, que permitieron contrastar el nivel de relación planificado. Así como formular conclusiones básicas de la investigación.

Después de recibir una formación integral como futuro docente, en la especialidad de Matemática, Física e Informática; cumplimos con aplicar nuestros conocimientos en el mejoramiento de la planificación estratégica de la educación, esperando satisfacer las necesidades primordiales en el trabajo docente.

Cualquier mejora al presente trabajo de investigación, será corregida por los autores, conforme lo indique el Jurado Evaluador.

**GUTIERREZ AYALA DANIEL**

**BERROCAL HINOSTROZA ABIJAEL**

## **CAPÍTULO I**

### **FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

En<sup>2</sup>¿Cómo hace nuestro cerebro para codificar  $2+1=3$ ?, ¿Por qué encontramos las multiplicaciones por 7, 8, o 9 particularmente difícil?, ¿Por qué no puedo reconocer más de 4 objetos con una sola mirada?, ¿Qué trucos les permiten a algunos “genios” multiplicar dos números de 3 dígitos en unos pocos segundos?

Si bien los historiadores de la ciencia y filósofos de la matemática han provisto algunas respuestas tentativas, para la mente científica, el carácter especulativo y contingente de las mismas es insatisfactorio. Recientemente, varios descubrimientos científicos han comenzado a revelar el modo en el que el cerebro realiza cálculos matemáticos. Utilizando ingeniosos experimentos con animales, bebés, pacientes con lesiones cerebrales, y herramientas de mapeo cerebral de última generación, equipos multidisciplinarios de investigadores han llegado a una sorprendente conclusión: la Evolución nos ha legado una habilidad innata para la aritmética, una intuición de las cantidades numéricas que combinadas con nuestra capacidad humana única para el lenguaje, nos da una habilidad inigualable para crear matemática.

---

<sup>2</sup> Pedro A. WILLGING.(2008). LA CREACIÓN MATEMÁTICA Y EL CEREBRO HUMANO: PREGUNTAS INTRIGANTES QUE LAS NEUROCIENCIAS COMIENZAN A RESPONDER. II REPEM – Memorias.Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de La Pampa Uruguay.

El avance de la tecnología de imágenes ha producido instrumental que permite visualizar los circuitos activos del cerebro humano a medida que calcula y resuelve problemas aritméticos.

Un nuevo campo científico ha nacido: matemática cognitiva, o la búsqueda científica acerca del modo en el que el cerebro da origen a la matemática. En esta investigación se provee una mirada a este nuevo campo de investigación que varios científicos alrededor del mundo están aún ocupados en desarrollar. Los aportes vienen de diferentes campos: neuropsicología, psicolingüística, psicología cognitiva, neurobiología, y mapeo de imágenes cerebrales entre otros. Conoceremos como la estructura del cerebro modela nuestras habilidades matemáticas, y como nuestras matemáticas abren una ventana a la mente humana.

No tiene sentido buscar una región cerebral que “haga” matemáticas. En las matemáticas hay diferentes aspectos, por ejemplo, la cantidad y el número.

Desde Euclides y Pitágoras, la aritmética y la geometría han estado unidas. Si lo pensamos la línea de números que utilizamos para contar, sumar y restar supone imaginar números u objetos en el espacio.

## **1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **a. PROBLEMA GENERAL**

¿Cómo las regiones cerebrales influyen en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano?

### **b. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

b.1. ¿Cómo las regiones cerebrales: Lóbulo y corteza parietal influyen en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano?

b.2. ¿Cómo las regiones cerebrales: Hemisferios derecho e izquierdo influyen en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano?

b.3. ¿Cómo la región cerebral: Hipocampo influye en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano?

## **1.1.3. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS**

### **a. GENERAL**

Aplicar la Neurociencias en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano

### **b. ESPECÍFICOS**

b.1. Explicar y describir cómo las regiones cerebrales: Lóbulo y corteza parietal influyen en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano.

b.2. Explicar y describir cómo las regiones cerebrales: Hemisferios derecho e izquierdo influyen en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano.

b.3. Explicar y describir cómo la región cerebral: Hipocampo influye en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano.

#### **1.1.4. IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación describe y explica cómo serían las aplicaciones de la neurociencia aplicada a la educación, en particular las regiones cerebrales que influyen en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano, es decir investiga las capacidades geométricas en el aprendizaje de la matemática.

La investigación se realizó durante un periodo de 10 meses.

La investigación fue viable porque se dispone de un marco legal y científico.

La investigación fue orientada a los estudiantes de la educación básica regular del VI ciclo conforme a las normas del Ministerio de Educación de Perú.

#### **1.1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

No tiene sentido buscar una región cerebral que “haga” matemáticas. En las matemáticas hay diferentes aspectos, por ejemplo, la cantidad y el número. Las capacidades geométricas desde la neurociencia aplicada a la educación

El cerebro realiza dos “podas”, a los 12 y 40 años aproximadamente. Se limitará la investigación a los estudiantes del VI ciclo de la educación básica regular, de acuerdo como aprende el cerebro, las claves para la educación.

El diseño Cuasiexperimental de la investigación se realizó con los contenidos y componentes del diseño curricular de la educación básica regular propuesta por el Ministerio de Educación de Perú.

Para ajustar los valores experimentales recurrimos a la estadística aplicada a la educación, y así tener una formalidad científica para nuestras conclusiones.

## **1.2. ASPECTOS TEORICOS**

### **1.2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

<sup>3</sup>Algunos descubrimientos notables de la neuropsicología relacionados con la Matemática utilizando avanzadas tecnologías y procedimientos ingeniosos, en los últimos años se han obtenido sorprendentes descubrimientos relacionados al modo en el que el cerebro procesa el pensamiento matemático.

Muchos experimentos demuestran que la habilidad de distinguir cantidades y realizar cálculos elementales es inherente en bebés humanos.

Estudios con pacientes que sufrieron ataques cerebros vasculares y perdieron su habilidad matemática indican que funciones

---

<sup>3</sup> WILLGING. P. (2008). La creación matemática y el cerebro humano: preguntas intrigantes que las neurociencias comienzan a responder. II REPEM – Memorias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de La Pampa Uruguay.

matemáticas claves residen en el lóbulo parietal izquierdo del cerebro.

Tanto el ser humano como los animales poseen un “acumulador” numérico en su cerebro, legado de la Evolución, que les permite realizar estas operaciones matemáticas simples. También está registrado en numerosos experimentos que cuando animales y humanos son confrontados con la tarea de comparar dos cantidades numéricas para decidir cuál de ellas es mayor, el tiempo de reacción y precisión en las operaciones esta sistemáticamente influenciado por la distancia numérica entre los dos valores (el efecto distancia) y el valor numérico (el efecto tamaño). El tiempo de reacción es mayor y la precisión menor para los valores que son similares en valor numérico (e.g. 6 y 7) que para valores que están más separados en valor (e.g., 2 y 7). Cuando la distancia se mantiene igual, la precisión disminuye y la demora en responder aumenta a medida que el tamaño de los valores que se comparan aumenta (e.g., comparar 3 y 5 contra comparar 65 y 67).

Ingeniosos experimentos demuestran que los bebés humanos, ya saben desde el nacimiento algunos fragmentos de aritmética comparable al conocimiento matemático de los animales.

Del mismo modo que sabemos que el color de un objeto es rojo (o verde o lo que sea) con solo verlo, los humanos –desde la cuna- sabemos, solo con verlos que si se nos presentan tres objetos,

ellos son tres. Esto contradice la teoría de Jean Piaget, quien negaba a los niños pequeños toda habilidad numérica.

Las tomografías computadas muestran que cuando nuestro cerebro se ve confrontado con una tarea para la cual no fue preparado por la evolución, tal como la multiplicación de dos dígitos, recluta una vasta red de áreas cerebrales para llevarla a cabo.

#### **<sup>4</sup> Funciones y estructuras**

Para poder 'ver' lo que ocurre en el cerebro prácticamente en tiempo real, los investigadores cuentan con dos tipos de técnicas, estructurales (que ven la parte más física, la anatomía del órgano) y funcionales, que lo analizan mientras realiza ciertas tareas: como el PET o la resonancia magnética funcional.

Esta última, según explica Santiago Reig, del Laboratorio de Imagen del Hospital Gregorio Marañón de Madrid, "permite comparar qué neuronas están más activas en función del consumo de glucosa que realizan; es decir, dónde hay más flujo sanguíneo". De esta manera, se puede comparar al mismo sujeto en una situación de reposo o ante un estímulo, como una imagen, un recuerdo, o una tarea ("un pianista ejecutando una melodía, por ejemplo"); y ver qué áreas de su cerebro se 'encienden'.

---

<sup>4</sup> [http://www.psicopatia.com.ar/noticias/avance\\_neuroimagen.html](http://www.psicopatia.com.ar/noticias/avance_neuroimagen.html). Consulta: 13/10/2011

El PET, por su parte, menos extendido para estas pruebas por tratarse de una prueba de medicina nuclear, utiliza la glucosa marcada con un fin muy similar. "Después de media hora en reposo, dejando que el cerebro capte la glucosa [que es al fin y al cabo, energía para las células], se puede ver qué áreas están más activas y comparar a distintos sujetos", explica Reig. De esta manera, por ejemplo, puede verse que un cerebro con esquizofrenia "tiene menos actividad en ciertas áreas de la corteza prefrontal que el de una persona sana; pero mayor dinamismo en la corteza visual".

El segundo tipo de pruebas capaces de 'leer' cambios en el cerebro se denominan estructurales, tal y como aclara Benedicto Crespo-Facorro, miembro de uno de los grupos de investigación del CIBERSAM. "Éstas miden parámetros como el grosor de la corteza cerebral, la integridad de los tractos de sustancia blanca [el cableado cerebral] o el patrón de girificación cortical, es decir, los surcos que dan forma al cerebro", aclara.

### **Cautelas y futuro**

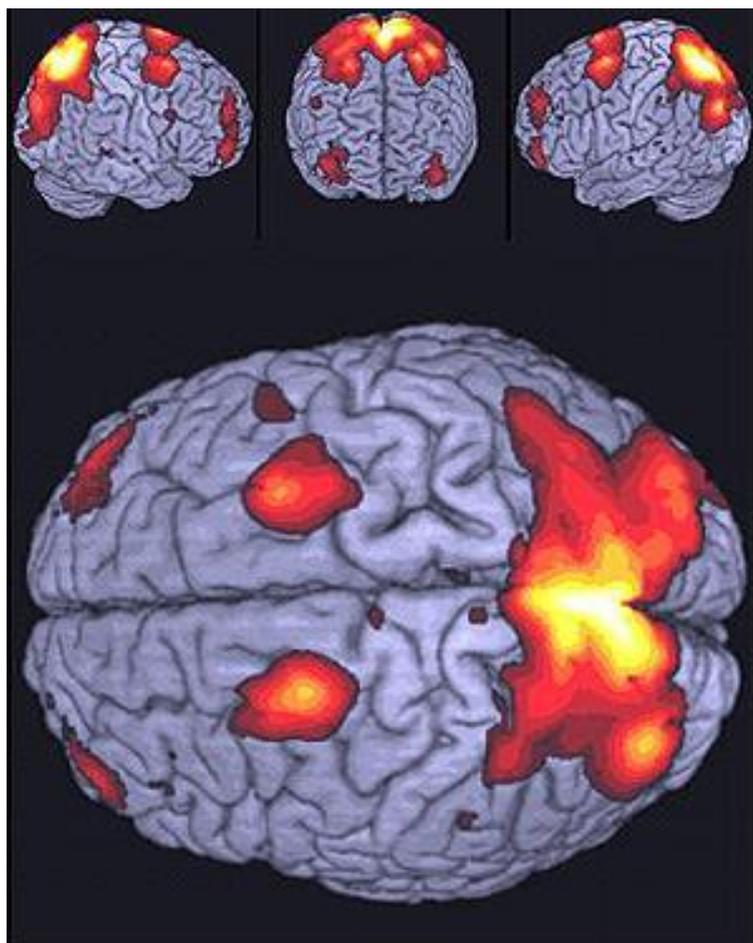
"La resonancia magnética anatómica es una especie de radiografía del cerebro para ver, por ejemplo, pérdidas de materia gris", añade en esta línea Reig. Por ejemplo, esta prueba ha permitido observar cierto 'adelgazamiento' en el lóbulo frontal de pacientes con esquizofrenia; "algo que el cerebro parece ser

capaz de compensar con un aumento del líquido cefalorraquídeo cortical".

Una idea en la que coincide Crespo-Facorro, que estudia una de las muestras más grandes de pacientes con primeros episodios de esquizofrenia y cuyas conclusiones indican que existen cuatro grandes alteraciones en estos sujetos: "Ya desde el comienzo de la enfermedad existe un aumento de los ventrículos laterales cerebrales, una reducción del tamaño del tálamo y del volumen global del cerebro y un aumento del líquido cefalorraquídeo cortical".

Precisamente su grupo está siguiendo desde hace ocho años a jóvenes que han sufrido un primer brote psicótico; y trata de investigar si hay alguna correlación entre su evolución clínica y las anomalías anatómicas en su cerebro. O si, por el contrario, el tratamiento que mejora sus síntomas tiene algún reflejo en sus imágenes cerebrales.

Como señalaba el autor del trabajo canadiense sobre estrés posttraumático, Florin Dolcos, de la Universidad de Alberta, "este campo está aún en su infancia; pero estos avances abren la posibilidad a que un día podamos ver este tipo de trastornos en el organismo de una manera tan clara como ya hacemos hoy en día con patologías como el cáncer o los problemas de corazón".



*Imagen de resonancia magnética de un sujeto con talento matemático (Foto: Laboratorio de imagen Hospital Gregorio Marañón.de Madrid). 13/04/2009*

**<sup>5</sup> Los genios matemáticos usan bien las dos mitades del cerebro**

Los "genios de las matemáticas" realmente tienen algo diferente en la cabeza: las dos mitades de su cerebro cooperan mejor que en las demás personas, según un informe publicado recientemente por la revista *Neuropsychology*. Esta publicación

---

<sup>5</sup> <http://www.revistanatural.com/noticia.asp?id=440.Consulta> 13/11/2011

de la Asociación Psicológica de Estados Unidos da cuenta de un estudio del Instituto de Investigación del Ejército de EE UU y científicos de la Universidad de Melbourne, en Australia.

Los científicos estudiaron a 60 varones diestros: 18 de ellos tenían dotes sobresalientes para las matemáticas (con un promedio de 14 años), 18 tenían capacidad promedio para las matemáticas (edad media de 13 años), y 24 eran estudiantes universitarios (edad promedio 20 años).

El hemisferio derecho del cerebro es responsable del pensamiento lógico y analítico, en tanto que la parte izquierda domina en las funciones de pensamiento estético, intuitivo y creativo.

Las dotes para las matemáticas ocurren aparentemente con más frecuencia entre los varones que entre las mujeres, en una proporción de 6 a 13 veces más que favorece a los hombres.

Los "genios matemáticos" fueron seleccionados de un programa de la Universidad del Estado de Iowa.

Mientras que los grados promedio de las pruebas de matemáticas en el examen de aptitud universitaria son de 500 puntos sobre 800, los varones con mayores dotes tuvieron un promedio de 620 puntos en la escuela secundaria.

Los varones precoces en matemáticas eran igualmente buenos en el procesamiento de elementos globales y locales con cualquiera de los hemisferios, lo que sugiere cerebros que son más

interactivos y con mayor cooperación entre la derecha y la izquierda.

El estudio sustenta la noción de que los muchachos que tienen dotes matemáticas mayores también tienen cerebros que transmiten e integran mejor la información entre los hemisferios.

"No se trata de que uno tenga un módulo matemático especial en alguna parte del cerebro", dijo Michael O'Boyle, uno de los autores del estudio. "Se trata más bien de la organización funcional peculiar del cerebro".

"Una mejor organización permite que el hemisferio derecho contribuya al uso de las imágenes y destrezas espaciales de alto nivel, las cuales a su vez resultan muy útiles cuando se trata del razonamiento matemático", añadió.

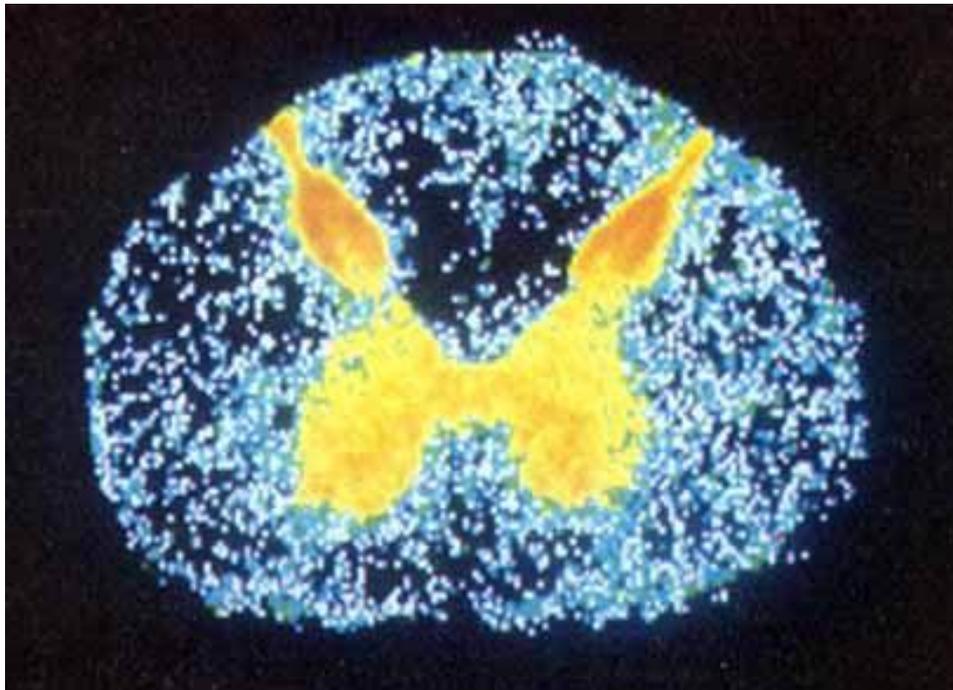
La investigación fortalece la noción más amplia de que "la organización funcional, aunque no necesariamente la estructura del cerebro, puede contribuir de manera importante a las diferencias en las cualidades cognitivas, talentos y, al menos, los estilos de procesamiento de la información", indicó O'Boyle.

Las diferentes expresiones de talentos excepcionales, ya sea para las matemáticas, la música o el arte, "pueden señalar que un cerebro ha organizado su funcionamiento de una forma cualitativamente diferente de la habitual asimetría entre los hemisferios derecho e izquierdo", agregó.

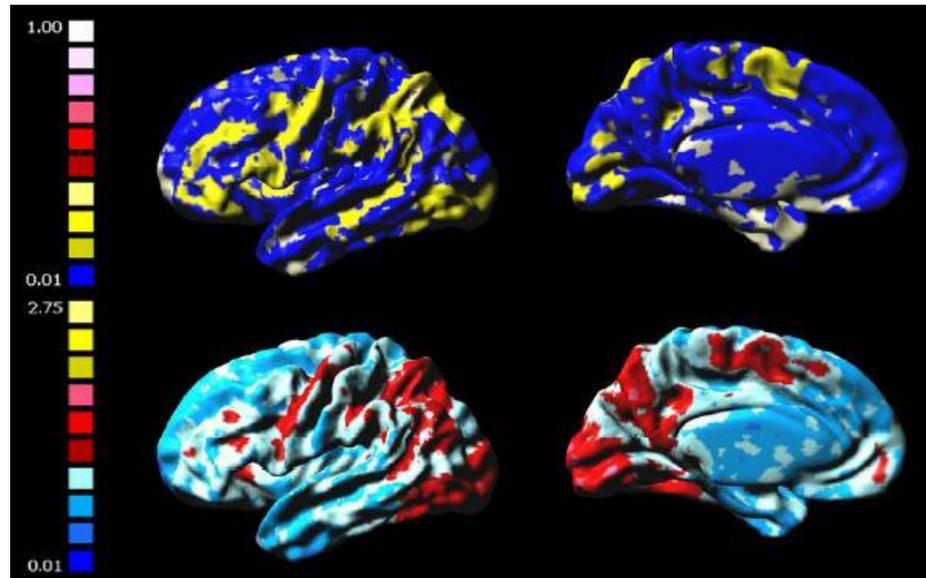
Pero el investigador dijo no estar seguro de que estas conclusiones puedan aplicarse a la educación matemática en general.

Más bien, opinó O'Boyle, su trabajo quizá haga un aporte acerca del momento óptimo cuando un cerebro en particular "está más listo para aprender" o a adquirir una determinada destreza.

"Pero no pienso que podamos 'crear' un genio matemático si el talento innato no está ya allí", sostuvo.



**<sup>6</sup>Las estrategias cognitivas de tu cerebro para resolver problemas están escritas en tus genes**



Un equipo de investigadores europeos ha *observado* que el cerebro de personas diferentes utiliza estrategias diferentes para resolver la misma tarea mental y que los genes son los que determinan la estrategia que nuestro cerebro utiliza. Literalmente, han *observado* gracias a la imagen por resonancia magnética funcional (fMRI) como diferentes partes del cerebro se activan en secuencias diferentes en individuos sometidos a las mismas tareas. Cuando son hermanos mellizos, las diferencias están claras, pero cuando son hermanos gemelos, estos patrones de activación neuronal son prácticamente idénticos. El alemán Jan

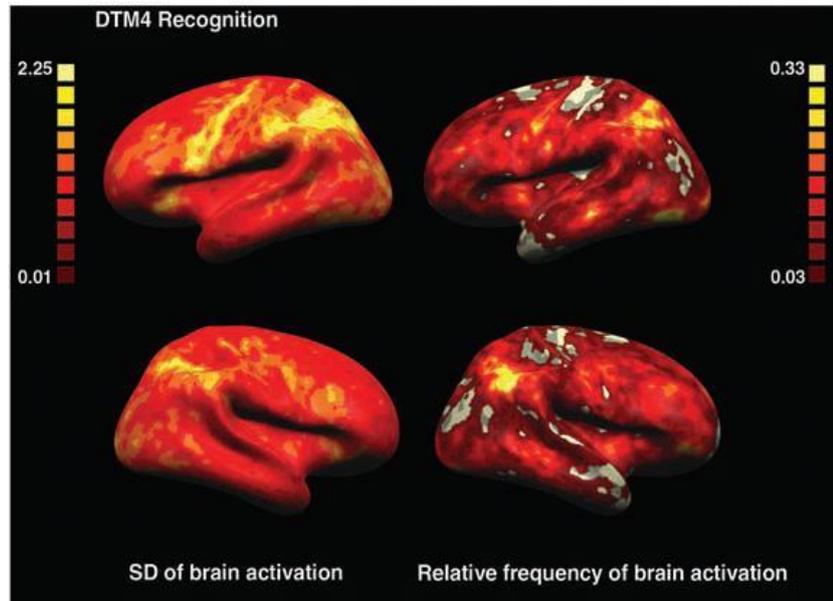
---

<sup>6</sup> Archivado en: Cerebro, Ciencia, General, Noticias, Redes de Neuronas, Science — emuleneews @ 23:05. 28 marzo 2009.Consulta; 15/12/2011

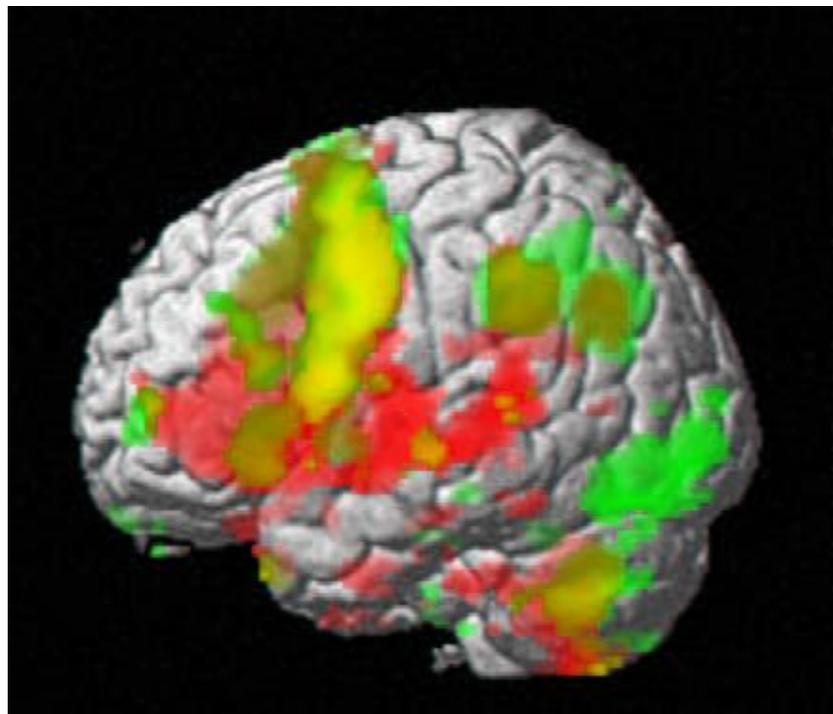
Willem Koten Jr. de la *RWTH Aachen University* y sus colaboradores creen que han obtenido una prueba indiscutible de que el modo en el que el cerebro responde a los estímulos externos tiene una fuerte influencia genética. Nos lo cuenta Constance Holden, "Twins May Think Alike Too, MRI Brain Study Suggests," *Science* 323: 1658, 27 March 2009 , haciéndose eco del artículo técnico de Jan Willem Koten, Jr. et al. "Genetic Contribution to Variation in Cognitive Function: An fMRI Study in Twins," *Science* 323: 1737-1740, 27 March 2009.

Parejas de hermanos gemelos y de hermanos mellizos han tenido que memorizar una ristra de números mientras se les distraía con operaciones aritméticas elementales (como  $2 + 4 = 7$ , ¿verdadero o falso?) y otras preguntas de respuesta sencilla. Las imágenes fMRI para los gemelos muestran que se activan las mismas áreas del cerebro en prácticamente el mismo orden, lo que no ocurre con los mellizos. Los investigadores han interpretado que esto significa que los gemelos utilizan básicamente la misma estrategia cognitiva. La manera más sencilla de explicar este resultado es suponer que dicha estrategia depende fuertemente de las diferencias genéticas entre individuos. El trabajo no explica por qué ocurre lo observado, ni en qué genes están codificadas las estrategias cognitivas. Pero parece que deja claro que la influencia genética es indiscutible. Poco se sabe sobre la contribución genética en la función

cognitiva de nuestros cerebros y este trabajo induce a pensar que dicho estudio será muy prometedor.



## <sup>7</sup> Estudio del funcionamiento cerebral



<sup>7</sup> La Voz On line. Consulta: 12/10/2011

El procedimiento “colorea” las áreas de la corteza cerebral involucradas en las actividades cognitivas y motoras.

Cuando Ramiro mueve la mano derecha, el área frontal izquierda de su cerebro se activa. Esto significa que en ese lugar de la corteza cerebral aumenta el metabolismo (y, por lo tanto, su irrigación sanguínea). Si habla, lo que se activará será la denominada área de Broca, que se localiza en el cerebro un poco por encima de la sien.

Y si alguien le cuenta una historia, al dispararse en este caso mecanismos mentales más complejos, serán al menos dos las zonas de la corteza cerebral que reflejarán esa actividad: el área de la audición (temporal posterior); y el área de Wernicke (que se encuentra unos dos centímetros por encima del lóbulo de la oreja izquierda), que es el área de la comprensión y asociación del lenguaje.

¿Cómo se puede saber y literalmente “ver” cómo el cerebro refleja éstas y muchísimas otras funciones cognitivas superiores y motoras?

A través de la resonancia magnética funcional, una herramienta de diagnóstico por imágenes que ha tenido un enorme desarrollo en los últimos años, y que hoy permite ver las zonas que se “iluminan” en el cerebro frente a distintas situaciones.

Pensamiento al descubierto. “La evolución en este campo hoy nos permite estudiar no sólo el aspecto y la morfología del cerebro,

sino también sus funciones”, explica el neurorradiólogo Gustavo Foa Torres, profesor de la 2ª Cátedra de Diagnóstico por Imágenes de la Universidad Nacional de Córdoba, e integrante del servicio de Neurorradiología Diagnóstica y Terapéutica del Instituto Oulton de Córdoba.

Con los nuevos aparatos que trabajan con campos magnéticos intensos (que equivalen a 15 mil veces la fuerza de gravedad) y con el desarrollo de programas de computación, es posible localizar las áreas del cerebro que participan en los movimientos, en el lenguaje y en funciones cognitivas superiores, tales como el cálculo, la memoria, el placer, la recompensa y el fracaso, entre otras.

¿Cómo se hace? A partir de su alta potencia y programas especiales, los equipos pueden detectar los pequeños cambios en la irrigación de las diferentes zonas del cerebro, que traducen con un color, “iluminándolas”.

“Durante el procedimiento, se le pide al paciente que lleve adelante diferentes consignas, como mover los dedos de la mano, pronunciar sustantivos o imaginar una historia. Y cuando lo hacen, el resonador refleja las zonas de la corteza cerebral que ‘trabajan’, y colorea esas áreas permitiendo localizarlas”, señala Foa Torres.

“GPS” para la neurocirugía. La mayor utilidad de este procedimiento en la práctica clínica cotidiana, se vincula al control de la evolución de enfermedades y de compromiso de zonas

“elocuentes”; así como también a la localización y evaluación de la cercanía de las lesiones (como tumores o infartos cerebrales) a las áreas que son importantes desde lo funcional, según precisa la neurorradióloga Lucrecia Ballarino, también del Instituto Oulton. “Hoy en Córdoba usamos esta técnica sobre todo como estudio previo a la realización de una neurocirugía”, explica Foa.

“Si el área que se activa está a más de dos centímetros de la lesión, el riesgo de complicaciones es bajo. Pero si está a menos de dos centímetros es esperable algún problema en el posoperatorio inmediato”, precisa.

O sea que la resonancia magnética funcional “permite esencialmente dar información a los cirujanos para establecer estrategias de tratamiento, planificar cirugías, establecer la probabilidad de riesgos y predecir algunas de las posibles secuelas posquirúrgicas”, acota Ballarino.

### **El cerebro se reorganiza.**

Esta sofisticada herramienta del diagnóstico por imágenes también permite evaluar la evolución de la neurorrehabilitación en un paciente. Pero también permite descubrir cómo muchas veces el cerebro “refuncionaliza” ciertas áreas lesionadas con la activación de otras con el otro hemisferio cerebral.

“Lo cual tira por tierra muchos mitos con respecto a la imposibilidad del cerebro de adaptarse”, advierte Foa Torres.

Y señala que “existe un gran potencial de plasticidad y reorganización neuronal, que lo vemos con sorpresa en los programas de neuro rehabilitación y objetivamos con la resonancia funcional”.

Por otra parte, al igual que la resonancia magnética “tradicional”, este procedimiento no implica riesgos para el paciente y no provoca daños al organismo. No se conocen efectos adversos, aseguran los profesionales, y no se utiliza material de contraste. El estudio sólo está contraindicado en pacientes que tienen prótesis metálicas y dispositivos electrónicos o mecánicos como los marcapasos.

Pero no todo son rosas, porque al igual que sucede con muchas técnicas y procedimientos novedosos y de alto costo, este estudio hoy no es cubierto por las obras sociales a nivel local.

“Pero seguro que paulatinamente, con la difusión y el mayor conocimiento de la utilidad de sus aplicaciones, se irá incorporando a las prácticas corrientes”, considera el médico, quien asegura que en Buenos Aires algunas prepagas ya le dan cobertura, mientras que en Europa y Estados Unidos son exámenes cubiertos por la seguridad social.

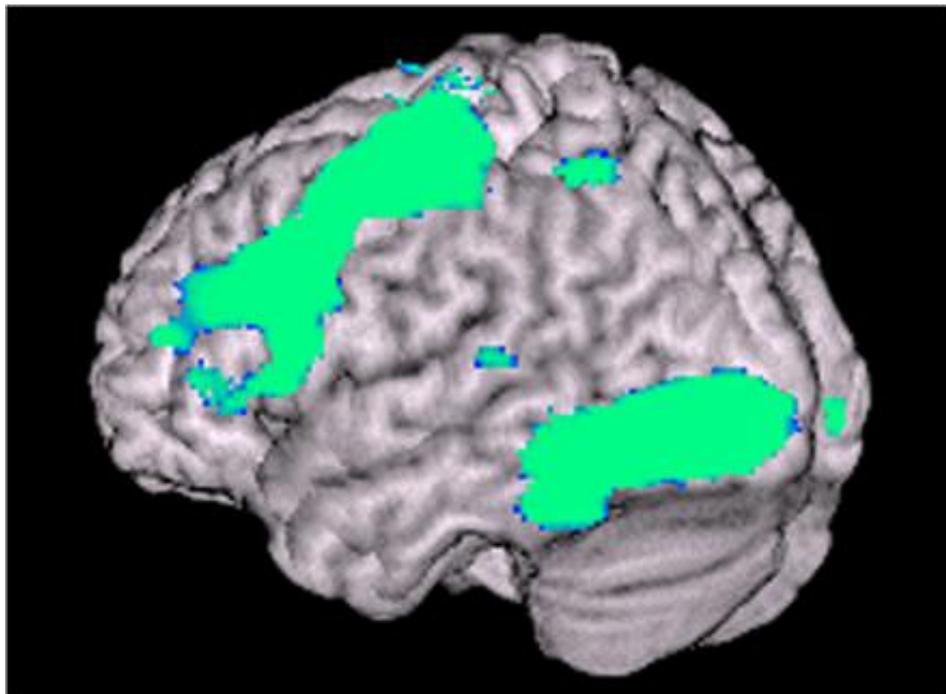
Hoy, entretanto, se trata de un estudio de alto costo por dos motivos: las características del equipo, cuyo precio es mayor al doble que el de los resonadores corrientes; y también por la duración y complejidad de análisis que implica el estudio.

### **Futuro sin límites.**

Cuál será el futuro de esta herramienta, es algo que nadie se atreve a pronosticar. “Lo que vendrá en esta área es inimaginable, porque es difícil predecir dónde se detiene el desarrollo”, sostiene Foa Torres.

“Con el conocimiento de las áreas del cerebro que participan en el comportamiento, existe la invaluable posibilidad de reeducar, pero también el peligro de manipular las reacciones y los patrones de comportamiento de la gente”, aventura el experto.

### **<sup>8</sup>¿Por qué leemos?**



Resonancia magnética del cerebro donde se destacan las áreas que intervienen durante la lectura (Imagen de Haskins Laboratories). Jueves 01 de Abril de 2010

---

<sup>8</sup> [http://weblogs.clarin.com/revistaenie-enminuscua/2010/04/01/%C2%BFpor\\_que\\_leemos/](http://weblogs.clarin.com/revistaenie-enminuscua/2010/04/01/%C2%BFpor_que_leemos/).  
Consulta: 09/07/2011

¿Por qué leemos ficción? ¿Por qué nos interesamos tan apasionadamente en personajes inexistentes? ¿Qué procesos mentales básicos se activan cuando leemos?

Lisa Zunshine, profesora de literatura de la Universidad de Kentucky, junto con otros diez estudiosos, en 1999 obtuvieron la autorización de la Modern Language Association para conformar un grupo de discusión sobre los enfoques cognitivos de la literatura.

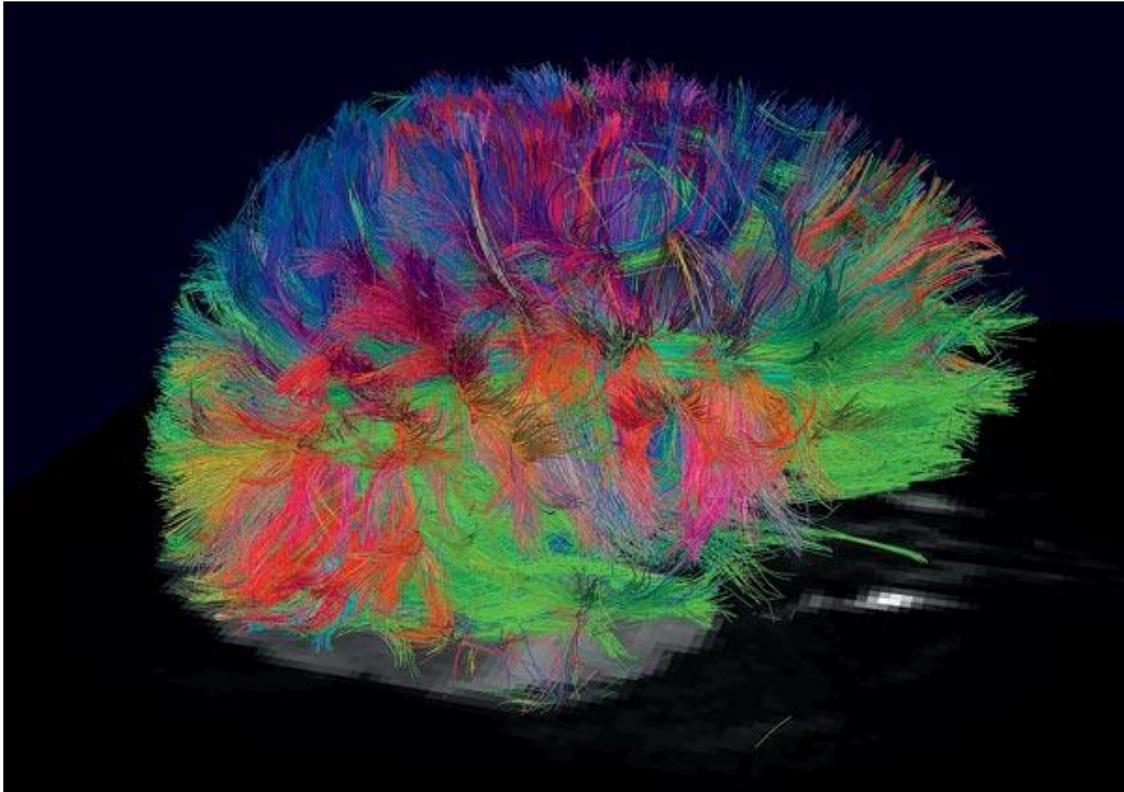
El grupo observó que los seres humanos pueden captar sin problemas tres estados mentales diferentes al mismo tiempo. Los autores modernistas como Virginia Woolf, dijo Zunshine, son especialmente difíciles porque la escritora pide a sus lectores que estén atentos a seis diferentes estados mentales, o lo que los académicos denominan niveles de intencionalidad.

#### **<sup>9</sup>40 Verdades acerca del cerebro**

En el año 2008, el Dr. Van J. Wedeen, experto del Hospital General de Massachusetts (EEUU), descubrió que el cerebro está compuesto aproximadamente por 400 pequeños órganos neuronales, conectados a su vez con otros cinco, y dentro de este complejo sistema todas las conexiones se entrecruzan. Es decir, que a pesar de las continuas investigaciones, el cerebro humano continúa siendo una incógnita.

---

<sup>9</sup><http://neuroniando.blogspot.com/2010/10/40-verdades-acerca-del-cerebro-o-comete.html>12/10/2011



Neuroimágen del cerebro realizada con una nueva técnica creada por el científico neurólogo Van Wedeen, obtenida a través de resonancia magnética. Aquí, un cerebro humano vivo, mostrando una reconstrucción completa. Las fibras rojas en el centro y en la parte inferior izquierda forman parte del corpus calloso, el cual conecta las dos mitades del cerebro. De [http://www.technologyreview.com/es/read\\_article.aspx?id=575](http://www.technologyreview.com/es/read_article.aspx?id=575)

**1. Cuando logras algo tu fuerza de voluntad aumenta** porque **esta capacidad es como un músculo que puede entrenarse.** Si tienes que hacer algo que necesite autocontrol, no tendrás que hacerlo por segunda vez con el mismo vigor que pusiste en la primera ocasión, y esto funciona aún dentro de actividades diferentes (ser capaz de subir a un árbol muy alto o querer dejar de hacer algo que te molesta). **La fuerza de voluntad actúa como una reserva de energía** que podemos fortificar con la práctica, aunada a la disciplina. Esta última facultad es un motor que incrementa la fuerza de voluntad.

**2. Hay que hacer ejercicio físico en la vejez**, ya que permite al oxígeno y a la glucosa seguir fluyendo al envejecer, sobre todo si se practica regularmente pues, aumentan las funciones cerebrales en aquellas personas que podamos tener dificultades en problemas de planificación y pensamiento abstracto. **No hay salida, es igual para todos: la corteza frontal se reduce con la edad.**

**3. Somos capaces de sintonizar sonidos pero nos resulta muy difícil usar el celular en sitios ruidosos**, aunque taponemos uno de nuestros oídos con un dedo, no funciona. Lo que debemos hacer es tapar el micrófono del teléfono y escucharemos mucho mejor debido a que el cerebro aprovecha su capacidad para separar las señales que le llegan desde distintos sitios.

**4. El cerebro hace que nos desplazemos por el espacio como un navegador** automáticamente, sin que nos demos cuenta; una Pc no puede distinguir objetos visualmente e identificar voces en una fiesta, nuestro navegador cerebral sí.

**5. Nuestras reacciones suceden antes de pensar.** En experimentos realizados, se le ha pedido a un grupo de personas reaccionar a un estímulo visual, y éstas han señalado tener conciencia del estímulo **medio segundo después de comenzar a reaccionar**. La conciencia trabaja como un intérprete que nos

informa recapitulando sobre nuestras actuaciones en el mundo.

**6. Ante los problemas tomamos sendas cortas pero nos equivocamos.** Nuestro cerebro acostumbra a buscar de inmediato respuestas apropiadas **para no perder tiempo en encontrar la solución perfecta** pues, damos muchas cosas por sentadas. "Responda al siguiente problema lo más rápidamente que pueda, sin hacer las operaciones matemáticas: una raqueta y una pelota cuestan 1,10 euros. La raqueta cuesta un euro más que la pelota. ¿Cuánto cuesta la pelota? Es posible que haya dicho 0,10 euros, pero la respuesta correcta es 0,5 euros."

**7. Ningún testigo presencial es de fiar.** Nuestro cerebro se despoja de gran parte de la información proveniente del exterior al comprobar que carece de novedad. Cada uno de nosotros creemos que vemos y recordamos con más detalles de lo que realmente nuestro cerebro puede observar y recordar.

**8. Nuestro cerebro no siempre usa la lógica para explicar los eventos que presenciamos,** puesto que generalmente interpretamos lo vivido de acuerdo a unas reglas generales fáciles de aplicar, pero no por ello sensatas o de acuerdo al sentido común. Realizar un análisis tranquilo y pormenorizado requiere muchísimo esfuerzo; este tipo de pensamiento es idóneo para realizar cálculos matemáticos o armar rompecabezas.

**9. Nunca vemos el futuro en forma realista.** Al pensar cómo estaremos en el futuro imaginamos detalles poco prudentes

descuidando otros, posiblemente importantes. Tendemos, en la misma medida "a pasar por alto tanto dificultades como oportunidades cuando planificamos nuestras vidas."

**10. En cuestión de energía sólo consumimos el equivalente a dos plátanos.** El vatio es la unidad de potencia con que puede medirse todo el gasto de energía y **nuestro cerebro usa solamente 12 vatios.** Gastamos menos energía que la bombilla de la nevera, pero podemos hacer mucho más aunque diariamente utilicemos el equivalente a la energía contenida en dos plátanos grandes. No es mucha fuerza más, es bastante en relación a la cantidad de energía de todo el cuerpo, esto es, unos 70 vatios.

**11. Tenemos una especie de reloj interno que tarda en sintonizarse al hacer largos recorridos en avión, hacia el este o el oeste.** Dicho reloj no se pone "a la hora" si nos mantenemos despiertos, en cambio, **la luz fija el reloj interno según la hora que el cerebro calcule.** Al llegar a nuestro destino, casi siempre es por la tarde cuando el reloj cerebral se pone en la hora adecuada debido a la luz, ya sea que estemos en el oeste o el este. Atravesar muchas zonas horarias más de dos veces al mes es peligroso para la salud debido a que podemos sufrir daño cerebral y problemas de memoria por las hormonas del estrés, probablemente.

**12. Siempre que recordamos algo, hacemos "borrón y cuenta nueva" reescribiendo el recuerdo.** Debido a ello recordamos cosas que en realidad no ocurrieron nunca. Esta es la explicación del por qué distintas personas que han vivido un mismo hecho, cada una lo recuerda de modo bien distinto. **Recordar el punto 7 de esta lista.**

**13. La tensión crónica nos hace perder la memoria, en cambio** una excitación emocional no permanente permite acumular detalles valiosos dentro de la memoria de largo plazo. Cuando estamos en tensión nerviosa activamos la secreción de un tipo de hormonas que actúan sobre el hipocampo y la amígdala para reforzar la memoria, en cambio, estar en tensión permanente puede dañar el hipocampo y producir pérdidas duraderas en la memoria.

**14. El cerebro no distingue el sabor del azúcar.** A los ratones de laboratorio la Coca Cola Light no les sabe dulce pues el ingrediente para endulzarla (el aspartamo) actúa al reaccionar con las papilas gustativas de la lengua sensibles al dulzor, mensaje que recibe el cerebro. Pero las papilas de los ratones reaccionan sólo al azúcar y a la sacarina, pero no al aspartamo.

**15. Comer picante puede hacer sudar pero no por ello da calor.** El receptor gustativo que identifica la capsicina (compuesto químico del picante) detecta también las temperaturas elevadas. Razón por la cual los alimentos con especias fuertes producen

sudor. En todo el cuerpo están repartidas las terminaciones nerviosas sensibles a la capsicina, y cualquiera puede comprobarlo tocándose los ojos con los dedos después de haber tocado algo picante.

**16. Estornudar después de un orgasmo es un “fallo” cerebral.**

Les pasa bastante a muchas personas y la razón es por causa de las ramificaciones cerebrales; una maraña intrincadísima que puede llevar a que extraños cruces de cables produzca movimientos reflejos diferentes. También le sucede a una de cada cuatro personas que miran una luz resplandeciente -ej. el sol- y estornudan.

**17. Nadie puede hacerse cosquillas a sí mismo.** Nuestro propio cerebro predice lo que cada uno de nosotros va a sentir en respuesta a nuestras propias acciones. Podemos aprovechar esta facultad del cerebro para defendernos de quien nos haga cosquillas: **basta con ponerle una mano encima de la mano de quien nos cosquillea.**

**18. Los bebés desconectan las conexiones neuronales que no usan.** En general, descartan las que no se usan lo suficiente en los dos primeros años de vida. "Si el cerebro fuera un rosal, las experiencias del mundo exterior serían la técnica que se utilizaría para podar, no el fertilizante."

**19. Quien sufre abusos durante la infancia es más vulnerable al estrés.** Se ha descubierto en experimentos con ratas que una

buena crianza las vuelve adultas menos vulnerables al estrés porque se reduce la intensidad de las respuestas de su "sistema de hormonas del estrés". Una mala crianza aumenta el riesgo de depresión, ansiedad, obesidad, diabetes, hipertensión, dolencias cardíacas, etc. (Yo digo que no es necesario observar a las ratas para darse cuenta).

**20. La niñez es la mejor etapa para aprender un idioma.** Los niños pequeños reconocen los sonidos de todos los idiomas pero, a partir de los 2 años de edad sus cerebros comienzan a encontrar dificultades para diferenciar sonidos no habituales en su lengua materna.

**21. Los adolescentes están “equipados” para comportarse bien.** En la adolescencia hay una mejora en la planificación y organización del comportamiento, también en la inhibición de las reacciones, la capacidad de atención, la memoria y el autocontrol emocional. Probablemente se debe por las conexiones en la corteza cerebral prefrontal, importantes para la regulación del comportamiento, las cuales siguen desarrollándose hasta los 20 años de edad.

**22. Aunque no lo creas, el envejecimiento del cerebro nos hace más felices.** Al envejecer tenemos una mejoría con respecto a los pensamientos negativos y podemos controlar mejor las emociones. Esto puede explicar por qué las personas mayores tienden a ser más felices que las jóvenes.

**23. Con los videojuegos mejoramos las funciones cerebrales.**

Se observó que estudiantes universitarios asiduos a los videojuegos son más competentes en registrar más objetos dentro de un estímulo visual muy corto, reelaboran la información mucho más rápido, reconocen más objetos de una sola vez y pueden pasar a otro tipo de tarea con mayor facilidad, en contraposición a los que no juegan.

**24. No se puede memorizar de una sola vez los contenidos para un examen,** ya que retenemos la información por más tiempo si descansamos entre sucesivos turnos de estudio. *Dos tandas separadas de estudio facilitan el asimilar doblemente los conocimientos.*

**25. Sí se renuevan las neuronas en la edad adulta.** Las neuronas nacen en el bulbo olfativo -el que procesa los olores-, y en el hipocampo, importante para la memoria. El ejercicio o el aprendizaje mejoran la supervivencia de estas neuronas. Así que no te duermas.

**26. Elegir no es su fuerte.** Las personas tienden a sentirse más satisfechas con las decisiones tomadas y elegidas entre pocas alternativas, que cuando tienen muchas opciones. Tener que hacer muchas comparaciones puede reducir la sensación de satisfacción, esto lleva a lamentar no haber elegido las alternativas despreciadas.

**27. La depresión moderada se cura sin pastillas.** Al terminar el día pueden ponerse por escrito tres cosas buenas que hayan ocurrido y una breve exposición de las circunstancias que han propiciado cada una de ellas. *Este ejercicio aumenta la sensación de felicidad y aminora los síntomas de depresión moderada en un plazo de pocas semanas.*

**28. El amor es una droga.** Las regiones del cerebro que causan las drogadicciones también reaccionan a estímulos positivos naturales como el amor. *Estas regiones ayudan a los animales a establecer vínculos con sus iguales –lo que puede explicar las razones de su existencia–, a pesar de los daños colaterales que causa una adicción.*

**29. Los orgasmos nos hacen ser más confiados.** *La oxitocina, una hormona liberada durante el orgasmo, hace aumentar la confianza entre las personas en las relaciones sociales. Personas a las que se les suministró oxitocina pulverizada por vía nasal presentaron dos veces más probabilidades de entregar dinero a otra persona que las que no recibieron el tratamiento, lo que da a entender que la experimentación de orgasmos puede influir en la toma de decisiones. (Esto me dio risa).*

**30. Los hermanos pequeños tienen más probabilidades de ser homosexuales.** De hecho, tener un hermano mayor es el factor conocido que puede predecir mejor la homosexualidad. La presencia de un feto masculino puede hacer que las mujeres

embarazadas produzcan anticuerpos contra algunas moléculas que determinan la orientación sexual. En embarazos posteriores el anticuerpo podría inhibir esta molécula.

**31. El cerebro de las mujeres las traiciona en matemáticas.** En muchos países existe el tópico de "las chicas no son muy buenas en matemáticas". Las niñas tienen peor rendimiento en los exámenes si antes de hacerlo les piden que indiquen su género. Sin embargo, obtienen un mejor resultado si antes del examen escuchan una conferencia sobre matemáticas famosas o si les recuerdan que son buenas estudiantes. (Interesante, me lleva a sospechar...)

**32. Los hombres y las mujeres se orientan en el espacio de manera diferente.** Las mujeres dependen más de puntos de referencia para navegar, y muchas suelen dar indicaciones del tipo "gira a la izquierda en la fuente y busca la casa roja". En cambio, los hombres identifican la dirección correcta a partir de un mapa mental del espacio: "Siga hacia el este un kilómetro y luego gire en dirección norte". Sin embargo, las mujeres recuerdan el lugar de los objetos más fácilmente que los hombres. (Ahora lo entiendo).

**33. Somos cada vez más inteligentes.** En muchos países industrializados las puntuaciones medias en las pruebas de inteligencia han aumentado entre tres y ocho puntos por década en el siglo XX. El hecho no se debe a la evolución sino a la mejora

de las condiciones de vida de los niños económicamente más desfavorecidos. (A pesar de ello seguimos destruyendo el planeta)

**34. Ciertos circuitos cerebrales se han especializado en la imitación.** Tales circuitos pueden ser importantes para los sentimientos de identificación o empatía. Las llamadas «neuronas especulares» se activan cuando el animal realiza una acción como por ejemplo, asir firmemente su comida, o cuando ve a otro animal realizar esa misma acción. (Este punto me hace recordar el pánico en las masas y la generación de ciertos grupos sociales unidos por una idea común, cuestión de "neuronas especulares").

**35. Algunos daños ocasionados por derrames cerebrales pueden evitarse.** *Podemos librarnos de daños a largo plazo por un derrame cerebral si acudimos a un hospital en un lapso de pocas horas al sentir los siguientes síntomas: entumecimiento de gran parte del cuerpo, incapacidad repentina para hablar o mover alguna extremidad.*

**36. Los espejismos pueden producir visiones debido a un trastorno en el funcionamiento del cerebro.** La privación o insuficiencia de oxígeno en los lóbulos temporal y parietal de la corteza cerebral puede ocasionar en los montañistas que vean a su lado personas desconocidas u observen una luz emitida por ellos mismos o de origen desconocido, también, el sentir miedo de forma repentina.

**37. Muchos “poseídos” son en realidad, enfermos cerebrales.**

Actualmente se sabe que casi todas las personas "embruajadas" de tiempos pasados eran objeto de enfermedades neurológicas tales como la esquizofrenia o epilepsia.

**38. Al amputar una extremidad**, los pacientes pueden sentir la presencia de una “extremidad fantasma”. *La razón es porque el cerebro tiene registrado un mapa del cuerpo y tarda un tiempo en asimilar que desaparezca la representación mental de la extremidad perdida.*

**39. El dolor está en el cerebro y es controlable.** La actividad cerebral es la que determina totalmente la sensación de dolor y su intensidad. Los científicos intentan emplear imágenes del cerebro y técnicas de retroalimentación para enseñar a las personas a activar por su propia cuenta las zonas del cerebro que controlan el dolor. En un experimento se logró que el cerebro de un experto en meditación inhibiera su respuesta al pinchazo de una aguja en la mejilla; este método podría emplearse para que los enfermos de dolor crónico reduzcan la sensación de malestar activando voluntariamente el efecto placebo.

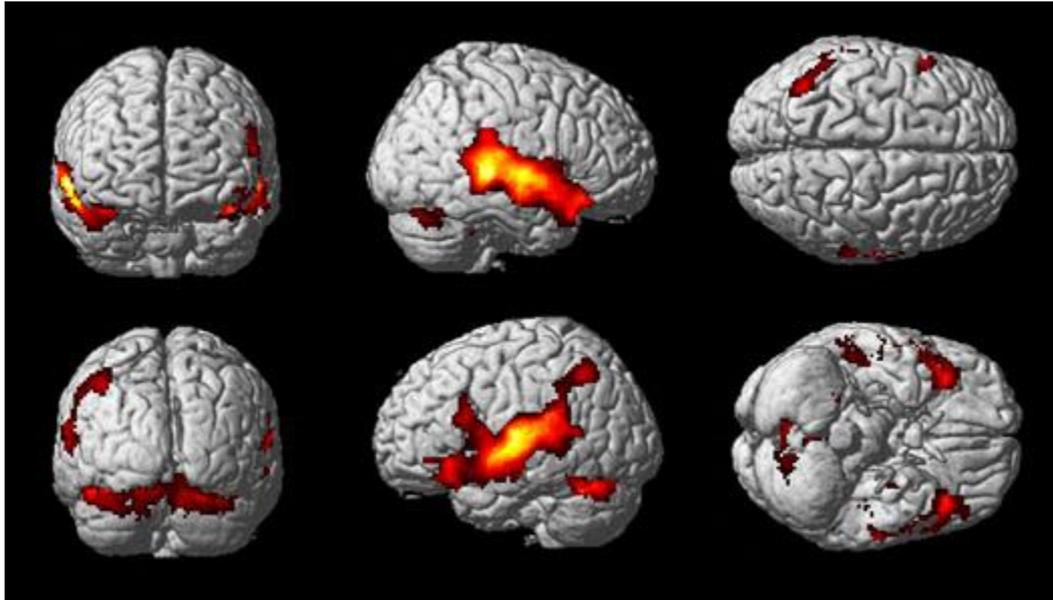
**40. Los investigadores científicos trabajan en diseños de prótesis de brazos para ayudar a pacientes con parálisis casi total.** Gracias a monitoreos de la actividad cerebral los científicos infieren cuál es el movimiento que quieren reproducir, y usan esta información para guiar un brazo artificial...

## <sup>10</sup> RM Funcional

- Adquisición de datos:
  - Equipos Resonancia Magnética 1.5T y 3T mediante contraste BOLD
  - Paradigmas auditivos, motores y de flexión verbal
  
- Postproceso
  - Herramienta informática SPM
  - Cálculo de la correlación entre las regiones de activación (consumo de oxígeno) y las tareas descritas en el paradigma de estimulación
  - Generación de mapas cerebrales paramétricos de activación funcional
  
- Indicación: enfermedades psiquiátricas, planificación quirúrgica, trastornos específicos de funciones, ensayos clínicos.

---

<sup>10</sup> [http://www.cuantificacionquironvalencia.es/funcional\\_es.php?M1=6&M2=2](http://www.cuantificacionquironvalencia.es/funcional_es.php?M1=6&M2=2). Consulta: 13/08/2011



Representación tridimensional del cerebro mostrando activación funcional ante estímulos auditivos. Clínica Sistema Nervioso Central.Cuantificación .Sericio de Radiología.Quirón. Valencia. Copyright © 2011

La evolución genética toma millones de años, es por ello que el cerebro del hombre moderno, es esencialmente igual al del hombre de las cavernas. En cambio, los cambios culturales son mucho más rápidos. Las innovaciones se difunden de cultura en cultura por medio del lenguaje y la educación.

Podemos decir que la matemática, en su estado actual, ha surgido en unos pocos miles de años. Fueron los babilonios quienes sugirieron el concepto de número, los griegos quienes lo refinaron, pasando por una purificación por parte de los hindús y los árabes, más recientemente Dedekind y Peano lo axiomatizaron, y Galois lo generalizó, y nunca ha cesado de evolucionar de cultura en cultura, sin requerir ninguna

modificación del material genético del matemático. Por esto es que los estudiantes aprenden matemática moderna con un cerebro diseñado para sobrevivir en un planeta primitivo.

El cerebro humano posee una flexibilidad tal que le permite planear como atrapar un mamut o demostrar el teorema de Gödel dependiendo del contexto y la época. Pero nuestras habilidades matemáticas están limitadas por nuestros circuitos cerebrales y a pesar de que al igual que los animales, poseemos una representación intuitiva de las cantidades que nos permite aproximar, nuestra memoria, por ser asociativa hace que tengamos enormes dificultades para hacer multiplicaciones. Las tablas aritméticas y los algoritmos de cálculo son antinaturales para la mente humana, ¿por qué entonces insistir con ellos en las escuelas? ¿No sería más inteligente enseñarles a usar las calculadoras y las computadoras, para que jueguen con ellas y descubran propiedades y patrones en los cálculos con los números?

La metáfora del cerebro como una computadora digital es totalmente inadecuada. Nuestro cerebro es más bien “analógico” y está bien adaptado para representar cantidades continuas.

Esta es la razón por la cual bombardear a los jóvenes cerebros con sistemas de axiomas abstractos es inútil, en nuestro cerebro, la intuición cuantitativa está por encima de los axiomas lógicos.

El concepto de número, de acuerdo a Poincaré, pertenece a los “objetos naturales del pensamiento”, es una categoría innata con la que los humanos interpretamos el mundo que nos rodea. Por ello ni siquiera los axiomas de Peano -que posiblemente sea la mejor axiomatización de la teoría de números que tenemos- logran capturar de modo único nuestras intuiciones de lo que son los números.

También en<sup>11</sup> el Congreso Norteamericano emitió una Resolución por medio de la cual designó la década del 90 como "década del cerebro", y destinó más de 500 millones de dólares para el estudio de la Neurociencia durante ese año. Actualmente se realizan más de medio millón de investigaciones anuales sobre el cerebro.

¿Qué aportes nos ofrecen la neurofisiología, la neuroquímica, la neurocirugía, la neurofarmacología y la neuropsicología en la comprensión de la dinámica y éxito del proceso enseñanza-aprendizaje?

El estudio integrado de estas ciencias hace constatar que cuando la enseñanza coordina armónicamente los tres lóbulos básicos del cerebro (hemisferio izquierdo, hemisferio derecho y sistema límbico), el aprendizaje puede duplicarse, triplicarse, cuadruplicarse y hasta quintuplicarse, dependiendo del nivel de orquestación didáctica puesto en práctica por el docente

---

<sup>11</sup> Dr. Miguel Martínez Miguélez. El Proceso Enseñanza-Aprendizaje a la Luz de la Neurociencia (Aprender con todo el Cerebro).

<sup>12</sup> **Los conceptos geométricos son innatos en nuestra especie.** Una aislada tribu amazónica utiliza la geometría sin usar palabras y sin haberla aprendido.

Investigadores europeos y norteamericanos han obtenido algunas pruebas de que los conceptos geométricos son innatos y que no necesitan lenguaje ni cultura para manifestarse. Lo han comprobado realizando test comparativos a niños y adultos de la tribu amazónica Mundurukú, que desde la llegada de los conquistadores europeos lograron mantenerse sin contacto con nuestra civilización durante más de cuatro siglos. Su ancestral conocimiento de la geometría señala que existen en nuestra especie intuiciones geométricas que son independientes de un aprendizaje previo, de una experiencia anterior con mapas o símbolos gráficos, e incluso de un lenguaje de términos geométricos. Toda una revolución para la hermenéutica, la neurología, la antropología y la psicología, que no han podido determinar todavía si el lenguaje es absolutamente necesario para conocer lo real.

Los niños y adultos Mundurukú usan espontáneamente conceptos básicos de geometría como puntos, líneas, paralelismo o ángulos rectos para detectar figuras extrañas o “intrusos” en dibujos sencillos. Asimismo, utilizan la distancia, el ángulo y relaciones de

---

<sup>12</sup> Yaiza Martínez.Blog: Tendencias Sociales. Los conceptos geométricos son innatos en nuestra especie.Publicado en : Jueves 18 Noviembre 2010

percepción para localizar objetos ocultos en el interior de mapas geométricos.

Lo han descubierto investigadores de la Universidad de Harvard (EU) y del College de France, que visitaron en 2004 y 2005 a los indios mundurukú y plasmaron sus hallazgos en un artículo que ha publicado la revista Science.

El descubrimiento implica, según los investigadores, que existen intuiciones geométricas en la mente humana que son independientes de un aprendizaje previo, de una experiencia anterior con mapas o símbolos gráficos o de un lenguaje de términos geométricos.

Los Mundurukú son cazadores y recolectores y carecen de lenguaje escrito. Tanto los adultos como los niños demostraron firmes conceptos geométricos, tales como dónde se encuentra el centro de un círculo.

El investigador Stanislas Dehaene, de la Cognitive Neuroimaging Unit, en París, y sus colegas, realizaron pruebas a 14 niños y a 39 adultos de esta población, y compararon sus resultados con los de diversos test realizados a adultos y niños norteamericanos.

Los indígenas, incluyendo algunos de seis años, eligieron la imagen correcta en un 66,8 por ciento de los casos, lo que demostró la existencia de conceptos de topología, geometría euclidiana y básica en sus mentes, señalan Spelke y Dehaen.

El uso espontáneo de los conceptos geométricos, según Deahene, sugiere que son innatos, ya que los Munduruku no han podido “aprender” dichas ideas. En la actualidad, La mayoría de los participantes en las pruebas viven en aldeas aisladas y no tienen acceso a la educación.

### **¿Conocer sin lenguaje?**

Según explican los investigadores, el lenguaje está tan íntimamente relacionado con nuestros pensamientos que resulta difícil imaginar que podamos pensar sin él. Sin embargo, los Mundurukú son capaces de distinguir un triángulo equilátero de unas líneas paralelas sin que su lengua posea palabras que definan ambos conceptos.

Esto lleva de nuevo a la discusión entre psicólogos y filósofos acerca de la influencia del lenguaje en nuestro pensamiento. El trabajo sugiere que los principios conceptuales de la geometría se hallan presentes de manera inherente en las mentes de los Mundurukú, antes de que hayan creado las palabras para éstos.

Estos resultados exacerban también una discusión más profunda, de ámbito ontológico, protagonizada por determinados filósofos del siglo XX. El término “hermenéutica” estableció que la realidad que percibe el ser humano no es más que un conjunto heredado de relatos, mitos, narraciones, saberes, creencias, monumentos e instituciones. Este conjunto fundamenta nuestro conocimiento acerca del mundo y del hombre.

La cuestión que se plantea a la vista de estos resultados es: ¿qué aparece primero, el conocimiento o el lenguaje? ¿Van de la mano? ¿Existen conocimientos ajenos al lenguaje?, es decir, ¿podemos conocer algo independientemente de que seamos o no capaces de nombrarlo?

Según el filósofo alemán Martin Heidegger (1889-1976), el lenguaje es la casa del ser, lo que quiere decir que el lenguaje es lo único que posibilita lo real, y que el ser es puro lenguaje. Otros filósofos que mantuvieron hipótesis similares el siglo pasado fueron Hans Georg Gadamer, Luigi Pareyson, Gianni Vattimo y Paul Ricoeur.

### **La pregunta sobre los rasgos universales**

Sin embargo, lingüistas también del siglo XX han establecido rasgos semánticos universales, comunes a todas las lenguas, al igual que los rasgos fonéticos que componen cualquier articulación de nuestro lenguaje hablado.

¿Estará aquí la clave para entender que, al igual que ocurre en la lengua, pueda haber rasgos geométricos o aritméticos universales que compartan los seres humanos independientemente de que los hayan estudiado o no? ¿Es el conocimiento previo al conocedor? ¿Se hereda, es innato? ¿Son genéticos al igual que los universales lingüísticos, que defiende Noam Chomsky?

En<sup>13</sup> expone que los científicos cerebrales han estudiado como el cerebro procesa cálculos matemáticos y han observado que hay distintas regiones cerebrales especializadas en “cálculos aproximados” y cálculos exactos. Los pacientes con lesión cerebral que de repente han perdido sus destrezas matemáticas han desvelado mucho sobre estos procesos, al igual que los niños que no han llegado a adquirir dichas destrezas. Estos estudios también han aclarado diferencias entre los cerebros derecho e izquierdo, así como diferencias de género. Según ciertos estudios realizados en individuos con lesiones cerebrales, el *lóbulo parietal*, implicado en la visión y el recuerdo de donde están los objetos, está vinculado al conocimiento de los números y sus relaciones.

---

<sup>13</sup> Sarah-Jayne Blakemore/Uta Frith.(2007).Como aprende el cerebro.Las claves para la educación.Ariel.2º Edición.Barcelona.Capitulo 4.El cerebro Matematico.Pag.87-105.

### 1.3. BASES TEÓRICAS

1.3.1. <sup>14</sup> Menciona en **Neurociencias y Enseñanza de la Matemática**, que en el cerebro se produce la acción intelectual; un complejo proceso que guarda todavía para nuestro conocimiento, enigmas y secretos de insospechada magnitud en cantidad y tamaño. Hace más de cien años que Golgi y Ramón y Cajal descubrieron la ramificación de las células nerviosas, sus conexiones o sinapsis. A partir de ese momento, el avance neurocientífico ha sido espectacular y, aunque actualmente estemos muy lejos de dar respuestas a cómo funciona el cerebro, es tarea educativa principal incorporar a la actividad pedagógica lo que sabemos sobre el ‘cómo pensamos’ y el ‘cómo sentimos’, y traer a consideración algunas preguntas.

Según **la teoría del localizacionismo** cerebral, la actividad matemática se presenta, en mayor medida, en el lóbulo frontal y parietal del cerebro. Dentro del lóbulo parietal, se registra mayor consumo de energía con la actividad matemática en la región denominada surco intraparietal y en la región inferior.

Parece ser que la región inferior parietal controla el pensamiento matemático y la capacidad cognitiva visual-espacial. Actualmente, se cree que las tareas complejas del procesamiento matemático se deben a la interacción simultánea de varios lóbulos del cerebro. La simple resolución

---

<sup>14</sup> 15. FERNÁNDEZ BRAVO, J. (2008) *Neurociencias y Enseñanza de la Matemática*. Prólogo de algunos retos educativos. Centro de Enseñanza Superior Don Bosco Universidad Complutense de Madrid.

de un problema en el que intervenga una operación aritmética requiere de habilidades verbales, espaciales, conceptuales, aritméticas, razonamiento,...

¿Sabremos estimular convenientemente la provocación del proceso que interactúa en el cerebro para el aprendizaje de la matemática? Si pudiéramos fotografiar una misma idea matemática generada en el cerebro de varias personas como resultado de un proceso, e ir hacia atrás hasta donde surgió dibujando el recorrido que ha realizado, ¿obtendríamos el mismo dibujo y pasaríamos gráficamente por las mismas áreas cerebrales?

#### **a. Educación y neurociencias.**

**Información recibida e información registrada.** El cerebro humano recibe unos 400.000 millones de bits de información por segundo, pero solo somos conscientes de dos mil. De esa información registrada conscientemente, la memoria guarda aproximadamente un 10%. En el mejor de los casos de extrema atención, cuando nos dedicamos a exponer una lección la memoria a corto plazo retiene el 10% de la información registrada por el cerebro consciente. Si a esto añadimos que la exposición informativa de un tema exige habitualmente que el alumno se limite tan solo a escuchar, lo que se provoca es una pasiva actividad cerebral y, dado que los estímulos del cerebro son bajos, suele inhibirse la

motivación y variables afectivo-sociales, inhibiéndose también las respuestas de acción y reacción mental. Diferente fijación cerebral se observa cuando presentamos propuestas desafiantes de obligado esfuerzo intelectual, o generamos diálogos abiertos a la búsqueda de conocimiento mediante intervenciones que permiten al aprendizaje el protagonismo que necesita. En estas situaciones no es la información, sino la formulación de preguntas la que reina de modo supremo. La actividad cerebral aumenta, y aumenta la cantidad de respuestas que se despliegan ante los estímulos percibidos. Se activan las atribuciones, la motivación, la reflexión, la autoestima. El cerebro consciente registra mucha más información, se mejora la memoria de trabajo y se retiene durante más tiempo.

**Utilización de materiales.** Las terminaciones nerviosas que tenemos en las yemas de los dedos estimulan nuestro cerebro. La manipulación de materiales genera una actividad cerebral que facilita la comprensión. Cuando se entiende y comprende lo que se está aprendiendo se activan varias áreas cerebrales, mientras que cuando se memoriza sin sentido, la actividad neuronal es mucho más pobre.

También las características de los materiales didácticos y la metodología empleada en su utilización, debería ser objeto de investigación. Mediante un estudio computacional se ha

observado que la activación neuronal para el reconocimiento de cantidades es mayor si se estimula a partir de materiales didácticos que presentan la cantidad de puntos junto al número cardinal con el que se corresponde esa cantidad, que si se presenta sola la cantidad de puntos.

Butterworth (1999) y Dehaene (1997), afirman que las personas humanas nacemos con un módulo numérico que la escuela se encarga de obstaculizar. Aconsejan a la enseñanza de la Matemática, el desarrollo del razonamiento intuitivo, la manipulación de materiales y el carácter lúdico de las actividades, para interactuar con la mente del sujeto.

**'Error' y 'mal razonamiento' no son sinónimos.** El cerebro se encarga de generar razonamientos a partir de las informaciones registradas. Cuando un niño responde con un error científico no quiere decir que haya razonado mal, o su cerebro esté deteriorado –como algunos creen–. Ante la suma  $1 + 2$ , algunos niños responden 12. Es verdad que hay error científico ( $1 + 2 = 3$ ) pero no hay error de razonamiento puesto que la escuela le ha dicho que “sumar es juntar”. El cerebro piensa de esta manera: “Si sumo, entonces, junto. He ahí una suma ( $1 + 2$ ), luego, junto (12)”. Considero que el alumno comete error científico cuando hay discrepancia entre la respuesta que da y la respuesta que la ciencia espera. Por error lógico entiendo error en el razonamiento.

Puede ocurrir entonces que en una respuesta dada se presente: a) error científico y error lógico, b) error científico y acierto lógico, c) acierto científico y acierto lógico, y, d) acierto científico y error lógico. Es tarea escolar de fuerte investigación didáctica buscar las causas de estas posibilidades y ser capaz de identificar el error o acierto, científico o lógico, de las respuestas que obtiene.

**Emoción y aprendizaje.** Los recientes avances en neurociencia ponen de relieve las conexiones entre la emoción, el funcionamiento social, y la toma de decisiones. Estos avances afectan directamente en materia de educación. Los aspectos de la cognición están directamente relacionados y afectados positiva o negativamente por los procesos de emoción. Los aspectos emocionales, el pensamiento y la cognición guardan estrecha relación. “Las emociones están relacionadas con los procesos necesarios para la adquisición de los conocimientos que se transfieren en la escuela. Nuestra esperanza es que se construya una nueva base para la innovación en el diseño de entornos de aprendizaje. Cuando los profesores no aprecian la importancia de las emociones en los estudiantes, no aprecian un elemento decisivo para el aprendizaje. Se podría argumentar, de hecho, que no aprecian en absoluto la

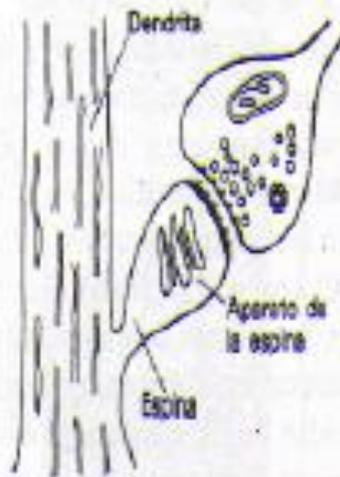
razón fundamental por la que los alumnos aprenden.”(Immordino-Yang y Damasio, 2007).

- 1.3.2.** También Braidot, Néstor. (2004). Neurobiología y neurociencias aplicadas a toma de decisiones, aprendizaje y comportamiento. Universidad de Salamanca .España.

**Neuronas y conexiones neurales.** Asimilando el lenguaje informático podemos decir que nuestra fisiología biológica es el “hardware” de nuestra realidad humana.

La neurobiología, por su parte comprende el estudio de los procesos químicos, luminosos, eléctricos, calóricos y mecánicos de las neuronas, así como el estudio de su conformación interna y externa como células, sus funciones y sus relaciones de mutualidad como un sistema de células complejo dentro del sistema cerebral. Y ¿por qué este tema es importante para el estudio de la toma de decisiones, para analizar el comportamiento de las personas e incluso para mejorar la formación y los métodos de aprendizaje?

### Retención y memoria: conexión sináptica



1. El dato o estímulo provoca una conexión sináptica.
2. La repetición del dato o estímulo fortalece la conexión.
3. La no repetición o cambio de estímulo o información debilita la conexión.
4. La potenciación voluntaria de la captación fortalece la conexión.

**Dinámica de funcionamiento: Estimulación, proceso interno y reacción.**

Para poner en funcionamiento un método se requiere un pensamiento. Y para producir un pensamiento, por pequeño que fuere, es necesario que se “disparen” varias neuronas al unísono.

Que se active una sola neurona no consigue prácticamente nada. Una neurona tiene que excitar a sus vecinas y éstas a las demás conformando una cadena para producir un tipo de actividad suficientemente complejo como para generar pensamientos, sensaciones y percepciones constituyendo en definitiva lo que denominamos en términos generales cánones de pensamiento”.

### Neuronas, memoria y decisiones

**Estímulo Inicial**

**Concepto:** "Memoria" es una asociación entre un grupo de neuronas en el que cuando se "dispara" una se disparan todas creando un canon de actividad.

**Proceso:** el cerebro humano recibe y retiene miles de millones de impresiones. De la misma forma que la información entrante se divide y luego se recompone para formar las percepciones. Estas se dividen al pasar a la memoria y almacenarse.

Durante la noche estos fragmentos se ensamblan y proyectan.

Cada proyección se graba más profundamente en la estructura neural, hasta que llega el momento en que "las memorias y la persona que las retiene ¡¡son la misma cosa!!"

La célula 1 recibe un estímulo que la dispara y si es suficientemente fuerte excita a la célula vecina que se disparará a su vez.

A consecuencia la célula 2 produce un cambio químico que la hace más receptiva (más sensible) respecto al estímulo de su vecina.

Cada vez que ambas se activan sincrónicamente la conexión se refuerza.

Cuando ambas se activan al mismo tiempo la energía conjunta es suficiente para activar a una tercera.

*"cuando dos o más neuronas se ligan a un mismo estímulo o recuerdo estamos ante un proceso de potenciación a largo plazo".*

Para que estas impresiones o informaciones que acceden queden registradas deben asentarse en la memoria. Los cánones que duran que se memorizan" son aquellos que disparan actividad en otros grupos de neuronas formando asociaciones que constituyen la memoria. También pueden recombinarse para generar nuevos conceptos. Y esta es la génesis de la verdadera creatividad.

En realidad nunca volvemos a experimentar dos veces lo mismo con total exactitud. Si bien en teoría cuando un mismo grupo de neuronas interconectadas se dispara producen en el cerebro el mismo fragmento de pensamiento sensación o función metaconsciente aunque a decir verdad se disparan cánones parecidos no exactamente.

Luego ante cada estímulo externo, una experiencia, un aprendizaje, una clase o la lectura de un libro se producen en

el cerebro explosiones de actividades constituyendo nuevos cánones de pensamiento.

Esta “explosión de actividad interna” estos nuevos cánones de pensamiento generados por estos estímulos externos provocan a su vez otros cambios internos ante los cuales reacciona también el cerebro entero. El impacto sensorial de lo que sucede en el mundo exterior altera el estado interior de la persona y modifica la percepción subsecuente que tenemos del entorno, lo que a su vez volverá a modificar la percepción posterior. Asimismo cada impacto sensorial produce explosiones de actividad interna! Una percepción externa hace cambiar el estado interno de la persona. El cambio del estado interno altera la siguiente percepción de la misma situación externa. Se produce un circuito de realimentación interno-externo que produce un cambio de crecimiento creciente (geométrico) Esta actividad de ida y vuelta del cerebro y su medio ambiente genera una “bootstrap operation” es decir una actividad que crece por efecto de la misma actividad .....¡¡¡en la orientación que el estímulo inicia indica!!! Cánones de pensamiento y el comportamiento humano.

Se produce así un circuito de retroalimentación que da origen a un proceso de cambio retroalimentado. Las conexiones de ida y vuelta del cerebro constituyen una “bootstrap operation (actividad que crece por efecto de esa misma actividad)

La actividad cerebral en el individuo evoluciona de forma que favorece los cánones que sean favorables para su supervivencia y desarrollo y desecha los que no lo sean....Este proceso de “darwinismo” neuronal asegura el establecimiento permanente de aquellos cánones que generan pensamientos, y por tanto comportamientos, que ayudan a que el organismo sobreviva en tanto los inútiles desaparecen.

Las neuronas están conectadas unas con otras en un tipo de red que emula a las redes neurales construidas artificialmente

**Hemisferios cerebrales, razonamiento y creatividad.** El cerebro humano está compuesto de dos hemisferios, es la unión de dos mentes. El funcionamiento de uno es el espejo del otro y normalmente están conectados por un conjunto de fibras que permiten un diálogo permanente entre ellos.

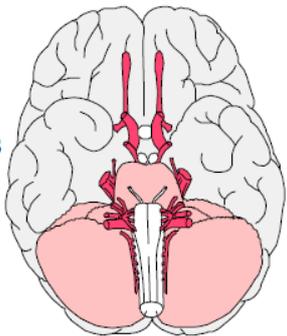
La información sensorial que llega al cerebro para su elaboración ingresa a un hemisferio el que rápidamente la envía al otro a través del cuerpo calloso. Ej. La información visual que se genera en la mitad izquierda de cada ojo va al hemisferio derecho y viceversa.

Las rutas neurales del cuerpo terminan también en el lado contrario del cerebro La mayor parte de la información auditiva se elabora en el lado opuesto del cerebro respecto del oído por el que ingresa. El olfato es la excepción en el cruce al otro lado

pues los olores se procesan en el mismo lado de la fosa nasal que los capta.

En definitiva la información que se percibe en una mitad está disponible para la otra instantáneamente y las respuestas que producen están en armonía. Sin embargo existen diferencias entre ellos, cada mitad tiene sus propias fuerzas y debilidades y sus propias formas de procesar información y capacidades diferenciales entre ellos.

**Los hemisferios cerebrales.**  
**Su función en el aprendizaje, la decisión y el comportamiento**

<p><b>Izquierdo.</b></p> <p>Analiza los detalles</p> <p><b>Aspectos “racionales académicos” del aprendizaje</b></p> <p>Procesamiento lógico secuencial y analítico.</p> <p><b>“Aprendizajes y decisiones Lineales”.</b></p>		<p><b>Derecho.</b></p> <p>Capta globalmente</p> <p><b>Aspectos “creativos”, ideas intangibles</b></p> <p>Pensamientos conceptuales (amor, belleza, lealtad.)</p> <p><b>“Aprendizajes y decisiones Globales”</b></p>
---	---	---

**El aprendizaje “creativo” se fija más rápidamente porque casi siempre es vivido como una experiencia creada por el sujeto.**

El hemisferio izquierdo es calculador, comunicativo y es capaz de construir planes complicados mientras el derecho es más emotivo, conceptual y de pensamientos integrales y holísticos.

La disposición general de los hemisferios coincide bastante con la idea popular en el sentido de que el hemisferio izquierdo es

analítico, preciso, lógico, numérico y sensible al tiempo. El hemisferio derecho es más imaginativo, soñador, que procesa las informaciones de manera más integral, conceptual y holística en vez de desmenuzarlas y se vincula más a la percepción sensorial que al conocimiento abstracto. El derecho es más emocional que el izquierdo.

El hemisferio derecho capta globalmente las cosas mientras que el izquierdo se dedica a los detalles. El hemisferio derecho distingue imágenes en entornos complejos, reconoce contornos a primera vista mientras que el hemisferio izquierdo en cambio descompone esquemas complicados en las partes que lo integran.

La información que se percibe se separa en distintas vías paralelas dentro del cerebro recibiendo en cada una de esas vías un tratamiento diferente asumiendo cada hemisferio aquellas tareas más acordes a su manera de funcionar según serán trabajos holísticos o analíticos.

En la mayoría de los individuos diestros (97 %) el hemisferio izquierdo 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 la visualización tridimensional, la rotación mental de objetos y la comprensión del significado de expresiones faciales”

Hay evidencias de que los patrones de esta asimetría cerebral pueden diferir en ambos sexos particularmente en el ritmo de maduración de los mismos.

En pruebas realizadas en niños de diversas edades demuestras que a edades tempranas, por ejemplo a los seis años, los niños ejecutan sus tareas o juegos en función de su respectiva especialización del hemisferio cerebral, esto es Hemisferio Derecho superioridad de mano izquierda y viceversa mientras que las niñas no muestran una representación bilateral diferenciada de superioridad de una mano respecto de la otra hasta aproximadamente la edad de 13 años.

Esto nos lleva a razonar que los varones alcanzan un grado de especialización cerebral antes que las niñas o visto desde otra perspectiva que existe una visión más global, más cerebro integrado en las niñas por un período más prolongado. Estas diferencias están fundadas en las diferencias físicas que existen entre ambos hemisferios.

Abriendo ambos hemisferios encontramos una mezcla de materia gris y blanca. La materia gris está compuesta básicamente por cuerpos centrales de células y se encuentran fundamentalmente en la corteza que tiene milímetros de espesor. La materia blanca está debajo de la corteza y está

formada por haces de axones que son “hilos” de cuerpos celulares que transmiten mensajes.

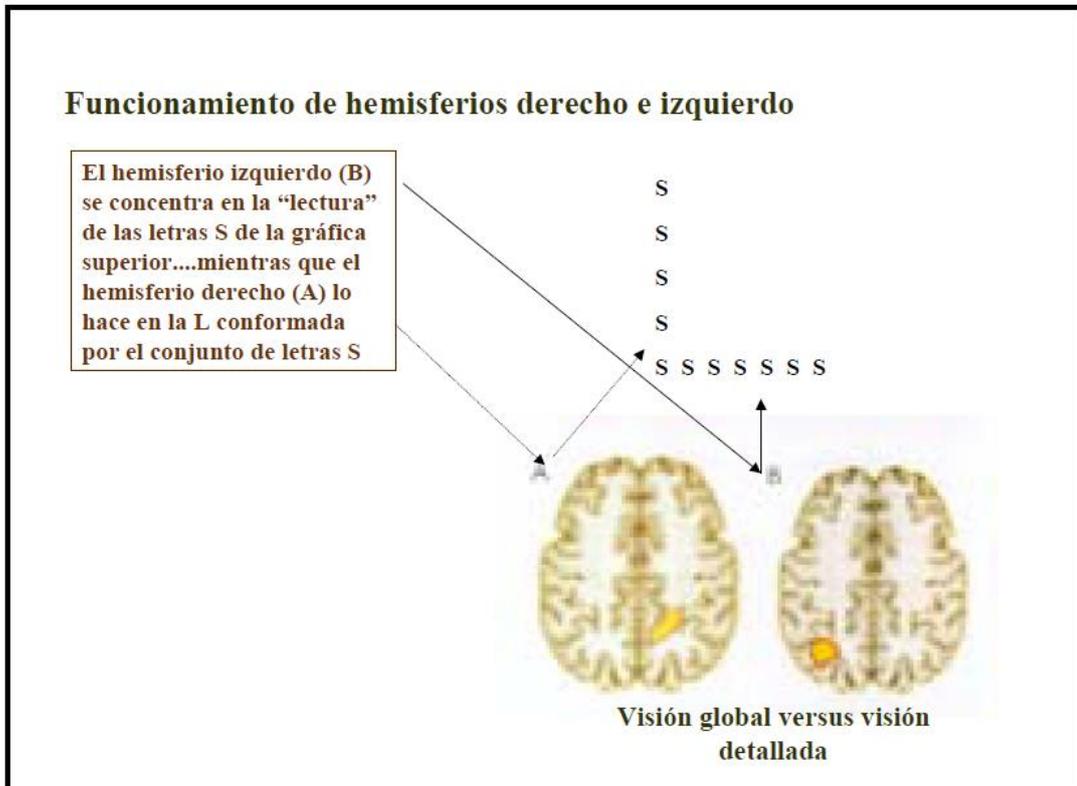
La distribución de materia blanca y gris no es regular. El hemisferio derecho tiene más material blanca, mientras que el izquierdo posee más materia gris. 6

Esta distribución es significativa ya que demuestra que los axones del hemisferio derecho son más largos que los del izquierdo y en consecuencia conectan en consecuencia neuronas que en promedio se encuentran más distantes unas de otras. Esto significa que el hemisferio derecho está mejor equipado que el izquierdo en la tarea de extraer conclusiones asociativas derivadas del hecho de contar con varios módulos de actividad simultáneos para ello.

Estas conexiones neurales de largo recorrido explican porque el hemisferio derecho tiende a producir conceptos amplios y polifacéticos aunque más bien vagos y difusos ayudando también este mismo hecho a integrar estímulos sensoriales con estímulos emocionales como ocurre cuando “captamos el arte” o para interpretar el sentido del humor.

El entramado neuronal del hemisferio izquierdo por el contrario está constituido por neuronas densamente apiñadas con conexiones cortas y apretadas lo cual le da una mejor preparación para el trabajo más detallado que requiere concentración y depende de una colaboración estrecha y

cercana entre células cerebrales dedicadas a funciones similares.



Gran parte del comportamiento humano (en tanto comprador o integrante de equipos de trabajo o decisor en una empresa) deriva del hemisferio derecho. Percibimos millones de cosas en nuestro derredor minuto a minuto... y sólo de un pequeño porcentaje somos concientes y “queda bien grabado”, el resto entra fugazmente a nuestro cerebro pero no deja ninguna impresión.

### 1.3.3. <sup>15</sup> Dinámica del Cerebro

El neurólogo y neurocirujano Wilder Penfield (1966) llama áreas comprometidas a aquellas áreas del córtex que desempeñan funciones específicas; así, las áreas sensoriales y motoras están comprometidas desde el nacimiento con esas funciones, mientras que las áreas dedicadas a los procesos mentales superiores son áreas no comprometidas, en el sentido de que no tienen localización espacial concreta, y su función no está determinada genéticamente. Penfield hace ver que mientras la mayor parte de la corteza cerebral de los animales está comprometida con las funciones sensoriales y motoras, en el hombre sucede lo contrario: la mayor parte de su cerebro no está comprometida, sino que está disponible para la realización de un futuro no programado.

**El hemisferio izquierdo**, que es consciente, realiza todas las funciones que requieren un pensamiento analítico, elementalista y atomista; su modo de operar es lineal, sucesivo y secuencial en el tiempo, en el sentido de que va paso a paso; recibe la información dato a dato, la procesa en forma lógica, discursiva, causal y sistemática y razona verbal y matemáticamente, al estilo de una computadora donde toda "decisión" depende de la anterior; su modo de pensar le permite conocer una parte a la vez, no todas ni el todo; es predominantemente simbólico, abstracto y proposicional en su función, poseyendo una especialización y control casi

---

<sup>15</sup> Dr. Miguel Martínez Miguélez.2010.El Proceso Enseñanza-Aprendizaje a la Luz de la Neurociencia (Aprender con todo el Cerebro) URL: [http://buscador.lanacion.com.ar/El Proceso Enseñanza-Aprendizaje.htm](http://buscador.lanacion.com.ar/El_Proceso_Enseñanza-Aprendizaje.htm) Consultado: 04/05/10.

completo de la expresión del habla, la escritura, la aritmética y el cálculo, con las capacidades verbales e ideativas, semánticas, sintácticas, lógicas y numéricas.

**El hemisferio derecho**, en cambio, que es siempre inconsciente, desarrolla todas las funciones que requieren un pensamiento o una visión intelectual sintética y simultánea de muchas cosas a la vez. Por ello, este hemisferio está dotado de un pensamiento intuitivo que es capaz de percepciones estructurales, sincréticas, geométricas, configuracionales o gestálticas, y puede comparar esquemas en forma no verbal, analógica, metafórica, alegórica e integral. Su manera de operar se debe, por consiguiente, a su capacidad de aprehensión estereognósica del todo, a su estilo de proceder en forma holista, compleja, no lineal, tácita, simultánea y a causal. Esto le permite orientarse en el espacio y lo habilita para el pensamiento y apreciación de formas espaciales, el reconocimiento de rostros, formas visuales e imágenes táctiles, la comprensión pictórica, la de estructuras musicales y, en general, de todo lo que requiere un pensamiento visual, imaginación o está ligado a la apreciación artística.

La velocidad de trabajo y procesamiento de información de ambos hemisferios es totalmente diferente: mientras el sistema nervioso racional consciente (hemisferio izquierdo) procesa apenas unos 40 bits (unidades de información) por segundo, la plena capacidad de todo el sistema nervioso inconsciente (asentado, en su mayor

parte, en el hemisferio derecho, el cerebelo y el sistema límbico) alcanza de uno a diez millones de bits por segundo (Hainer, 1968). John Eccles (1980), Premio Nóbel por sus descubrimientos sobre transmisión neurológica, estima que el cuerpo caloso está compuesto por unos 200 millones de fibras nerviosas que cruzan por él de un hemisferio a otro, conectando casi todas las áreas corticales de un hemisferio con las áreas simétricas del otro, y que, teniendo una frecuencia de unos 20 ciclos cada una, transportan una cantidad tan fantástica de tráfico de impulsos en ambas direcciones que supera los 4000 millones por segundo, 4000 Megahertz. Este tráfico inmenso, que conserva los dos hemisferios trabajando juntos, sugiere por sí mismo que su integración es una función compleja y de gran trascendencia en el desempeño del cerebro.

#### 1.3.4. <sup>16</sup>Figura geométrica

Una figura geométrica es un conjunto cuyos elementos son puntos. La Geometría es el estudio matemático detallado de las figuras geométricas y sus características: forma, extensión, posición relativa, propiedades.

La observación de la naturaleza nos muestra la existencia de variadas formas en los cuerpos materiales que la componen y nos proporciona la idea de volumen, superficie, línea, y punto. Por necesidades prácticas, el desarrollo de técnicas usadas para medir,

---

<sup>16</sup> Wikipedia, la enciclopedia libre.htm

construir o desplazarse, llevaron al hombre a hacer uso de las diversas propiedades de las figuras geométricas.

Una vez adquiridas estas nociones y prescindiendo de su origen práctico, la Geometría (medición de la tierra), de ser un conjunto de técnicas, pasó a constituir una disciplina matemática formal, donde la figura geométrica es un ente abstracto y sus propiedades el objeto de estudio de la Geometría.

Las figuras geométricas más elementales son el punto, la recta y el plano. Mediante transformaciones y desplazamientos de sus componentes generan diversas líneas, superficies y volúmenes, que son objeto de estudio en matemáticas: geometría, topología, etc.

La Geometría empezó con un estudio intuitivo antes que un estudio hipotético – deductivo o racional. Su posterior desarrollo alcanza su carácter abstracto.

<sup>17</sup> Las investigaciones de Duval atienden a los procesos que interviene en el aprendizaje de la geometría, manifestando su desacuerdo con la jerarquización de los procesos cognitivos (1998). Las hipótesis según el marco de análisis propuesto por Duval cuando habla del problema básico de la enseñanza de la geometría son:

- La actividad geométrica involucra tres clases de procesos cognitivos: La visualización, el razonamiento y la construcción.

---

<sup>17</sup> Torregrosa Germán/Quesada Humberto. COORDINACIÓN DE PROCESOS COGNITIVOS EN GEOMETRIA. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática educativa, Julio,año/vol.10,numero 002.Mexico.pp. 275-300

- Las tres clases de procesos deben ser desarrollado separadamente.

La diferencia entre dibujo y figura ha sido considerada en distintas caracterizaciones del proceso de visualización.

Debemos tener en cuenta la diferencia entre los conceptos de dibujo y figura, puesto que hay que distinguir el contenido de una representación y lo que representa. Si se habla de figura, entendemos la imagen mental de un objeto físico: el dibujo es la representación gráfica de una figura en sentido amplio, ya sea sobre un papel, el ordenador o un modelo físico.

Zazkis et al. (1996) describen a la visualización como “el acto por el cual un individuo establece una fuerte conexión entre una construcción interna y algo cuyo acceso es adquirido a través de los sentidos. Un ejemplo: Imaginemos un paseo por la playa. Este paseo puede ser realizado o no, es decir, podemos construirlo mentalmente o recordar un paseo realizado .Imaginando el paseo, podemos:

- Sentir la arena en nuestro pies, el frescor del aire en la cara(sentido del tacto)
- Oír el sonido del mar (sentido auditivo)
- Oler una viñeta(sentido del olfato)
- Ver la playa , las montañas , el paisaje(sentido visual)
- Saborear el pescado de un determinado bar(sentido del gusto)

- O el sabor y el olor de la imagen visual de una comida sabrosa(combinación de las anteriores)

Por otra parte, Hershkowitz et al. (1996) indican: “entendemos por visualización la transferencia de objetos, conceptos, fenómenos, proceso y sus representaciones a algún tipo de representación visual y viceversa. Esto incluye también la transferencia de un tipo de representación visual a otra. En este sentido se denomina visualización en el estudio de la geometría al proceso o acción de transferencia de un dibujo a una imagen mental o viceversa.

### **Aprehensión**

Es conveniente restringir el significado de visualización, distinguiendo las acepciones vinculadas a las características de la acción hecha por el sujeto sobre una configuración. El termino aprehensión se define “concebir las especies de las cosas sin hacer juicio de ellas o sin aprobar ni negar”, mientras que la aprehensión simple se define como “la que capta las formas de las cosas sin hacer juicio de ellas o sin afirmar ni negar”.

Se pueden distinguir tres tipos de aprehensión

- Aprehensión perceptiva: Es la identificación simple de una configuración.
- Aprehensión discursiva: Acción cognitiva que produce una asociación de la configuración identificada como formaciones matemáticas(definiciones, teoremas, axiomas)

- Aprehensión operativa de reconfiguración: Cuando las subconfiguraciones iniciales se manipulan como las piezas de un puzle.

### **Razonamiento**

- Es cualquier procedimiento que nos permita desprender nuestra información de informaciones previas, ya sean aportadas por el problema o derivadas del conocimiento anterior.
- Se diferencian tres tipos de razonamiento en relación con los procesos discursivos desarrollados: El proceso configural, que se identifica con la aprehensión operativa, el proceso discursivo natural, que es espontáneamente realizado en el acto de la comunicación ordinaria a través de la descripción, explicación y argumentación, y el proceso discursivo teórico, que se caracteriza por un desarrollo del discurso mediante la deducción y puede ser hecho en un registro estrictamente simbólico o en el del lenguaje natural.

Así, nuestra investigación está ligada al análisis y estudio de lo que genéricamente podríamos llamar **capacidades geométricas**, particularmente, a los procesos cognitivos que evidencia el alumno al resolver un problema de geometría. El conocimiento de dichos procesos y sus relaciones va a servir para diagnosticar al estudiante y dirigir el desarrollo de las nociones y conceptos geométricos asociados; de igual manera, entender su desarrollo, evolución, tratamiento e integración en el

currículo puede ayudarnos a conocer el mapa cognitivo de los alumnos , facilitando el aprendizaje.Según Gutiérrez.”la principal dificultad está en la necesidad que tenemos de conocer lo que pasa por la cabeza de los estudiantes cuando están envueltos en una actividad matemática, cuáles son sus procesos de razonamiento, como analizan y transforman la información que les llega del exterior, cuando y como toman decisiones,etc.Todo ello para tratar de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje”(2005,p.28).

Por tal motivo, saber la caracterización de estos procesos es fundamental para el profesorado, que debe constantemente interpretar las producciones de los estudiantes y ofertar algunas pautas de actuación en aras de mejorar sus capacidades geométricas.Si somos capaces de aproximarnos a una interpretación sobre los procesos de resolución de los problemas geométricos, podemos intervenir mucho más eficazmente en el aprendizaje geométrico de los alumnos, y por ende en el matemático, pues contaremos con una mayor comprensión de sus respuestas, lo cual nos ayudará a establecer métodos de enseñanza ajustados a sus necesidades.

## 1.4. DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICOS

- 1.4.1. **AMIGDALA:** Región con forma de almendra, situada en el centro del cerebro, que es parte del sistema límbico y está implicada en el procesamiento rápido y automático de las emociones, concretamente el miedo y la angustia.
- 1.4.2. **APRENDIZAJE:** una teoría cognitiva de la adquisición donde el aprendizaje es el resultado o el efecto del pensamiento que procesa los materiales informativos presentados en el momento inicial del proceso de enseñanza – aprendizaje.
- 1.4.3. **CORTEZA:** Literalmente “cascara”, “costra”, o capa exterior
- 1.4.4. **CORTEZA CEREBRAL:** Capa más externa de tejido cerebral, especialmente evolucionada en el cerebro humano.
- 1.4.5. **HEMISFERIO:** Mitad izquierdo o derecho del cerebro.
- 1.4.6. **HIPOCAMPO:** Estructura con forma de caballito de mar que, formado parte del sistema límbico, se halla situada en niveles profundos del lóbulo temporal y está implicado en el almacenamiento y la recuperación de recuerdos y la navegación espacial.
- 1.4.7. **LÓBULO:** Porción grande de la corteza. El cerebro tiene cuatro lóbulos: occipital, temporal, parietal y frontal.
- 1.4.8. **LÓBULO FRONTAL:** Región grande situada en la parte delantera del cerebro, inmediatamente detrás de la frente. Es responsable de procesos cognitivos de alto nivel entre los que se incluyen la planificación, la integración de información, el control de

emociones o la toma de decisiones. El lóbulo frontal es mucho mayor en el ser humano que en cualquier otra especie.

1.4.9. **LÓBULO OCCIPITAL:** Región grande del cerebro, situada en la parte posterior del cerebro, donde se procesan atributos visuales, entre ellos el color, la forma y el movimiento.

1.4.10. **LÓBULO PARIETAL:** Región grande de la corteza, situada en la parte superior y posterior del cerebro en ambos lados, donde se produce el procesamiento espacial y el cálculo matemático.

1.4.11. **LÓBULO TEMPORAL:** Región de la corteza, ubicada en ambos lados del cerebro, donde se produce, el reconocimiento visual y la comprensión del lenguaje.

1.4.12. **MAPAS (CORRESPONDENCIAS) CEREBRALES.** Se refiere a hacer corresponder conductas y procesamiento sensorial con distintas regiones cerebrales, normalmente por medio de neuroimágenes.

1.4.13. **PROCESOS DE PENSAMIENTO:** Los procesos de pensamiento son acciones interiorizadas-organizadas y coordinadas, por las cuales se elabora la información procedente de las fuentes internas y externas, que permiten al ser humano enfrentar por sí mismo nuevas situaciones de aprendizaje.

1.4.14. **RAZONAMIENTO:** forma de pensamiento mediante la cual, y a base de ciertas reglas de inferencia, de uno o varios juicios se obtiene un nuevo juicio, que se infiere de aquellos de modo necesario o con determinado grado de probabilidad.

1.4.15. **SISTEMA LIMBICO:** Conjunto de estructuras cerebrales implicadas en diversas emociones, como la agresividad, el miedo, el placer, así como en la formación de recuerdos. El sistema límbico consta de varias estructuras entre ellas el hipocampo, la amígdala, la circunvolución cingulada y el hipotálamo.

## 1.5. HIPOTESIS Y VARIABLES

### 1.5.1. HIPOTESIS

#### a. GENERAL

Las regiones cerebrales influyen significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano.

#### b. ESPECIFICAS

b.1. Las regiones cerebrales: Lóbulo y corteza parietal influyen significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano.

b.2. Las regiones cerebrales: Hemisferios derecho e izquierdo influyen significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano.

b.3. La región cerebral: Hipocampo influye significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano.

### 1.5.2. VARIABLES

**Variable Independiente :** Regiones cerebrales (Neurociencia)

**Variable Dependiente:** Aprendizaje de las figuras geométricas

### 1.5.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	ASPECTOS	INDICADORES	INDICES	ITEM
REGIONES CEREBRALES (NEUROCIENCIA) V.I.	REGIONES CEREBRALES	LÓBULO PARIETAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visión</li> <li>- Recuerdo donde están los objetos</li> <li>- Conocimiento de los números y sus relaciones</li> </ul>	VER ANEXOS
		CORTEZA PARIETAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Representación del lugar donde se hallan las cosas(espacial)</li> <li>- Coger objetos</li> <li>- Orientaciones por nuestro entorno</li> <li>- Donde esta cualquier cosa</li> <li>- Prestar atención a partes determinadas del medio circundante</li> <li>- Representación de la magnitud(numero,tiempo,espacio)</li> </ul>	
		HEMISFERIO DERECHO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comparar dígitos</li> <li>- No es capaz de identificar números escritos</li> <li>- Puede nombrar dígitos</li> <li>- Realizar cálculos aritméticos</li> <li>- Puede estimar aproximaciones</li> <li>- Creativos</li> <li>- Intuitivos</li> <li>- Emocionales</li> <li>- Subjetivos</li> </ul>	
		HEMISFERIO IZQUIERDO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Información movimiento lado derecho del cuerpo</li> <li>- Lenguaje(diestros)</li> <li>- Comparar dígitos</li> <li>- Puede Sumar</li> <li>- Puede multiplicar</li> <li>- Son lógicos</li> <li>- Analíticos</li> <li>- Dominantes</li> <li>- Precisos</li> </ul>	
		HIPOCAMPO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Navegación y memoria espacial</li> <li>- Crea y almacena mapas del espacio</li> <li>- Almacena recuerdos espaciales</li> <li>- Mejor memoria espacial</li> <li>- Cuando más utilizamos nuestras destrezas de navegación espacial, más grande llega a ser el hipocampo posterior</li> </ul>	
APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS V.D.	CAPACIDADES GEOMÉTRICAS	VISUALIZACION	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aprehensión perceptiva</li> <li>- Aprehensión discursiva</li> <li>- Aprehensión operativa</li> </ul>	VER ANEXOS
		RAZONAMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceso configural</li> <li>- Proceso discursivo natural</li> <li>- Proceso discursivo teórico</li> </ul>	
		CONSTRUCCION	<ul style="list-style-type: none"> <li>- percepción intuitiva</li> <li>- razonamiento lógico</li> <li>- deducción</li> </ul>	

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1. METODOLOGÍA**

La investigación fue descriptiva, explicativa relacional y aplicada.

Describimos cada uno de los componentes de las variables de investigación, en forma cuantitativa y cualitativa.

Explicamos el nivel de correlación, de influencia entre las variables de investigación; aplicando estadística descriptiva e inferencial.

Aplicamos algunos fundamentos de la Neurociencia, en relación a algunas partes cerebrales que son propuestas para relacionarlos con el aprendizaje.

### **2.1.1. MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Formulamos el marco teórico, sobre una recopilación bibliográfica de investigaciones y artículos científicos publicados en formato analógico y digital. Así como la descripción en libros de reconocidos neurocientíficos.

Aplicamos el método hipotético deductivo cuando iniciamos de un supuesto que tratamos de demostrar. Contrastamos la hipótesis a través de una secuencia observable, estableciendo concluyentemente la verdad siguiendo una secuencia Analítico-sintético y descriptivo-explicativa.

Formulada la hipótesis, ésta se analizó mediante la operacionalización, primero descomponiendo las variables, éstas en sus dimensiones luego indicadores, en ítems y en datos.

Los datos fueron procesados hasta convertirlos en cuantitativos, luego se hizo una síntesis parcial, primero interpretando los datos

a través de las tablas estadísticas, después formulamos conclusiones respecto a la hipótesis.

Finalmente se formuló la síntesis global, mediante la contrastación de la hipótesis global, formulando la conclusión final a través del procedimiento de la inferencia.

Aplicamos la estadística descriptiva e inferencial para la sistematización y proyección de los datos obtenidos en la investigación. Incluso utilizando un software especializado, como Excel 2007 o SPSS v17.

#### **2.2.2.DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Diseño correlacional y Cuasiexperimental. Diseño con post prueba únicamente, grupo de control y experimental.

Analizamos la relación de hechos y fenómenos de la realidad (variables) para conocer su nivel de influencia o ausencia de ellas, buscando determinar el grado de relación entre las variables que se estudia.

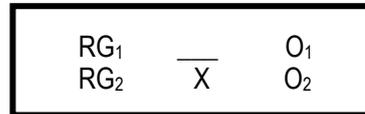
Se establecieron dos grupos: Control  $G_1$  y experimental  $G_2$

En este diseño se considera para la investigación 2 grupos, a uno se le aplica el tratamiento experimental (grupo experimental) y al otro no (grupo de Control).

Como puede apreciarse la manipulación de la variable independiente es mínima solo alcanza 2 niveles o grados. (Presencia o ausencia).

Al terminar el tratamiento se aplicará una medición tanto al grupo experimental como al de control.

El diagrama es el siguiente.



La hora de aplicación del experimento fue la misma para ambos grupos, al igual que las condiciones ambientales y demás factores mencionados al hablar de equivalencia de grupos.

La post prueba fue administrada inmediatamente después que terminó el experimento .La aplicación de la post prueba fue simultanea a ambos grupos.

De igual forma la Post Prueba, consistió en medir el nivel de relación entre las variables de la investigación y lo expresado en la operacionalización de las variables.

### 2.2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

**Población:** Estudiantes de la IE San Luis Gonzaga N°6151, Pamplona Alta - San Juan de Miraflores - Lima.VI Ciclo. Educación Básica Regular. Lima.

2ºGRADO SECUNDARIA/MAÑANA	NÚMERO DE ALUMNOS.
SECCION "A"	30
SECCION "B"	30
SECCION "C"	30
SECCION "D"	30
SECCION "E"	30
SECCION "F"	30
SECCION "G"	30
SECCION "H"	30
TOTAL	240

**Muestra:** Estudiantes de la IE San Luis Gonzaga N°6151 Pamplona Alta - San Juan de Miraflores - Lima. VI Ciclo. Educación Básica Regular. 2º grado de secundaria. Turno mañana.

Para la cual aplicaremos la fórmula:

Se aplicará la fórmula:

$$n = \frac{Z^2 pq}{E^2}$$

Donde :

n= **Muestra:** Es una parte representativa de la población, que objetivamente contiene características de ésta

N=población

E=**Margen de error predeterminado:** Representa el nivel de precisión para que los resultados sean generalizados a toda la población. Asumiremos 5%

Z=**Nivel de confianza:** Representa el límite de confianza necesario para generalizar los resultados obtenidos a nivel de la muestra, a toda la población. Al 95% , se considera 1,96

p= **Probabilidad de éxito:** Es el grado de certeza (expresado en porcentaje) que se tiene sobre la eficacia de los instrumentos de investigación, es decir que estos han sido respondidos adecuadamente. Es el grado de aciertos en la aplicación de los instrumentos. Asumiremos : p = 60%

q= **Probabilidad de fracaso:** Es el grado de certeza que se tiene respecto a que los instrumentos de investigación no han sido

respondidos adecuadamente. Es el grado de desacierto en la aplicación de los instrumentos. Asumiremos : q = 40%

$$\text{Reemplazamos } n = \frac{Z^2 pq}{E^2} = \frac{(1.96)^2 (0.6)(0.4)}{(0.05)^2} = 368,7936$$

Como  $n/N > E$  , entonces ajustamos la muestra con :

$$n_0 = \frac{n}{1 + \frac{n-1}{N}} = 145.6259$$

Por lo tanto el cuadro de la muestra será:

SECCIONES	SN	SN/N	SN/N(nt)	Sn	%
A	30	0.125	18.20323	18	12.5
B	30	0.125	18.20323	18	12.5
C	30	0.125	18.20323	18	12.5
D	30	0.125	18.20323	18	12.5
E	30	0.125	18.20323	18	12.5
F	30	0.125	18.20323	18	12.5
G	30	0.125	18.20323	18	12.5
H	30	0.125	18.20323	18	12.5
TOTALES	240	1	145.6259	144	100

La investigación Cuasiexperimental adopta un modelo probabilístico, al azar, conforme están constituidos los grupos de investigación en la IE en mención.

De acuerdo al diseño Cuasiexperimental, estableceremos grupos para la muestra de la siguiente forma:

GRUPO	TIPO 1	PRUEBA	TIPO 2	CANTIDAD
1	CONTROL VI	POST	CONTROL VD	24
2	CONTROL VI	POST	CONTROL VD	24
3	CONTROL VI	POST	CONTROL VD	24
1	EXPERIMENTAL VI	POST	EXPERIMENTAL VD	24
2	EXPERIMENTAL VI	POST	EXPERIMENTAL VD	24
3	EXPERIMENTAL VI	POST	EXPERIMENTAL VD	24
<b>TOTAL</b>				144

#### 2.2.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Se utilizaron los siguientes instrumentos de medición:

- a. Lista de Cotejo
- b. Cuestionario de actitudes
- c. Tablas estadísticas.

##### 2.2.4.1. Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación

###### a. La Validez

Se refiere al grado en que un instrumento mide la variable que pretende medir. La validez es un concepto del cual puede tenerse diferentes tipos de evidencias:

- Evidencia relacionada con el contenido. LA VALIDEZ DE CONTENIDO, se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de la que se mide. Por ejemplo, una prueba de operaciones aritméticas no tendrá validez de contenido si explora suma y división, y excluya problemas de resta y multiplicación.

- Evidencia relacionada con el criterio LA VALIDEZ DE CRITERIO implica que la medición del instrumento se ajusta o sirve a un criterio externo.

Si el criterio se ajusta al futuro se habla de validez predictiva. Por ejemplo, una prueba de admisión en las universidades puede comparar sus resultados con el rendimiento futuro de los estudiantes en la carrera.

- Evidencia relacionada con el constructo LA VALIDEZ DE CONSTRUCTO es probablemente la más importante, porque se refiere al grado en que una medición aportada por un instrumento relaciona consistentemente con otras mediciones que han surgido de hipótesis y construcción de teorías antecedentes.

VALIDEZ TOTAL = VALIDEZ DE CONTENIDO + VALIDEZ DE CRITERIO + VALIDEZ DE CONSTRUCTO

### **Para calcular la validez**

La validez que más interesa obtener en una investigación científica es la validez de contenido.

Para obtener la validez de contenido:

- Revisaremos como ha sido tratado una variable por otros investigadores anteriormente.
- Elaboraremos un universo de ítems tan amplio como sea posible, para medir la variable en todas sus dimensiones.

- Se consultará con investigadores familiarizados con el tema y la variable a medir para ver si el contenido es exhaustivo. Esto se conoce con el nombre de validación por expertos.

**b. La Confiabilidad<sup>18</sup>**

Verificaremos el grado de uniformidad y consistencia del instrumento.

Consideraremos una muestra de 10 estudiantes seleccionados para una investigación cuasiexperimental, que serán sometidos a una prueba piloto con ítemes respectivamente relacionados a las variables de la investigación

La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado de precisión o exactitud de la medida, en el sentido de que si aplicamos repetidamente el instrumento al mismo sujeto u objeto produce iguales resultados.

Existen diversos procedimientos para calcular la confiabilidad de un instrumento de medición. Todos utilizan formulas que producen coeficientes de confiabilidad. Estos coeficientes pueden oscilar entre 0 y 1. Donde un coeficiente 0 significa nula confiabilidad y 1 representa un máximo de confiabilidad (confiabilidad

---

<sup>18</sup> Oscar Pujay C y Rudy Cuevas C. (2008). Estadística e Investigación. Editorial San Marcos .Lima.pag.176-184.

total). Entre más se acerque el coeficiente a cero (0), hay mayor error en la medición.

**Cuadro**

Interpretación de un coeficiente de confiabilidad				
<b>Muy baja</b> 0	<b>Baja</b> 0,01 a 0,49	<b>Regular</b> 0,5 a 0,59	<b>Aceptable</b> 0,6 a 0,89	<b>Elevada</b> 0,9 a 1
0% de confiabilidad en la medición (La medición está contaminada de error)				100% de confiabilidad en la medición (no hay error)

Usamos el coeficiente de CRONBACH ( $\alpha$ ), para medir la confiabilidad de nuestros instrumentos de investigación, que se encuentra definida de la siguiente forma:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_{r=1}^k s_r^2}{s_i^2} \right)$$

Donde:

$\alpha$  : Coeficiente de Cronbach

k : Número de preguntas o ítems

$\sum_{i=1}^k s_r^2$  : Suma de varianzas de cada ítem

$s_i^2$  : Varianza del total de filas (puntaje total de los jueces)

Esta escala varía entre 0 a 1; considerándose válida a partir de 0,6 en adelante.

INSTRUMENTO VARIABLE INDEPENDIENTE.POST PRUEBA  
GRUPO EXPERIMENTAL  
coeficiente de CRONBACH ( $\alpha$ )

		REACTIVO																																PUNTUACIONES		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	Xi		
SUJETO	1	3	1	2	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	3	4	5	2	2	2	90	
	2	2	1	2	4	3	4	3	3	5	5	5	5	5	4	4	4	4	3	4	2	2	2	2	2	3	5	5	5	5	4	5	2	2	114	
	3	1	1	1	2	1	3	1	1	5	5	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	5	0	0	5	0	3	4	2	2	72		
	4	1	2	3	2	1	2	1	4	3	3	3	2	3	5	3	1	4	2	5	1	1	1	3	4	0	3	5	0	1	1	2	2	74		
	5	1	1	2	1	1	5	3	2	2	4	5	1	1	1	1	4	4	2	2	2	2	2	1	5	1	1	4	0	0	0	2	2	65		
	6	1	1	1	1	1	5	5	5	5	4	5	2	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	0	3	3	3	3	4	2	4	1	1	91		
	7	1	1	1	1	1	2	2	1	2	3	5	2	4	4	3	3	3	3	3	2	1	1	0	4	4	1	1	1	1	1	1	1	64		
	8	2	2	2	3	2	2	2	1	2	3	5	4	1	4	4	3	3	3	3	3	3	3	1	0	0	0	4	4	1	1	1	1	1	71	
	9	3	2	2	4	2	2	4	2	2	4	5	1	3	3	1	1	4	4	5	5	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	74	
	10	2	3	2	2	1	1	3	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	49	
TOTAL	17	15	18	21	15	29	27	23	30	35	42	24	26	30	26	26	31	27	32	25	23	18	15	31	17	23	32	17	19	20	15	15	764			
$S_r^2$	0.7	0.5	0.4	1.4	0.5	1.9	1.6	2	2.2	1.4	2	1.6	1.8	1.8	1.2	1.2	1	0.9	1.3	1.2	0.9	0.6	1.6	2.8	3.1	2.5	2.8	3.6	2.5	2.9	0.3	0.3	50.26666667	$\sum S_r^2$		
																																			322.9333333	$\sum S^2$

k 32

$\alpha$  0.872

**Interpretación:**

El valor de  $r = 0,872$  se encuentra en la zona de aceptable Por lo tanto, el instrumento es confiable para someterlos a una experimentación.

INSTRUMENTO VARIABLE DEPENDIENTE.POST PRUEBA

GRUPO CONTROL Y GRUPO EXPERIMENTAL

coeficiente de CRONBACH ( $\alpha$ )

		REACTIVO									PUNTUACIONES
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Xi
SUJETO	1	3	1	2	1	2	4	3	4	3	23
	2	2	1	2	3	3	5	3	3	4	26
	3	1	5	1	2	1	4	1	1	5	21
	4	5	1	3	2	1	2	1	2	2	19
	5	1	1	2	1	1	1	0	2	2	11
	6	1	0	1	2	2	0	1	0	1	8
	7	1	1	1	1	2	2	1	1	0	10
	8	2	2	2	3	1	0	1	1	2	14
	9	1	4	3	1	1	1	0	1	1	13
	10	2	0	2	1	0	1	0	1	0	7
TOTAL		19	16	19	17	14	20	11	16	20	152
$S_r^2$		1.7	2.7	0.5	0.7	0.7	3.1	1.2	1.4	2.7	14.66666667
											43.95555556

k 9

$\alpha$  0.750

**Interpretación:**

El valor de  $r = 0,750$  se encuentra en la zona de aceptable Por lo tanto, el instrumento es confiable para someterlos a una experimentación.

INSTRUMENTO VARIABLE INDEPENDIENTE.POST PRUEBA  
GRUPO CONTROL  
coeficiente de CRONBACH ( $\alpha$ )

	REACTIVO																									PUNTUACIONES	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Xi	
SUJETO	1	3	1	2	1	2	4	3	1	2	1	4	1	2	1	4	1	2	1	4	1	2	1	4	4	3	55
	2	2	1	2	3	3	5	3	3	2	1	2	3	2	1	2	3	2	1	2	3	2	1	2	3	4	58
	3	1	5	1	2	1	4	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	5	41
	4	5	1	3	2	1	2	1	1	2	2	0	1	2	2	0	1	2	2	0	1	2	2	0	2	2	39
	5	1	1	2	1	1	1	0	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	35
	6	1	0	1	2	2	0	1	2	3	1	0	2	3	1	0	2	3	1	0	2	3	1	0	0	1	32
	7	1	1	1	1	2	2	1	3	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1	0	34
	8	2	2	2	3	1	0	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	2	38
	9	1	4	3	1	1	1	0	2	3	1	0	2	3	1	0	2	3	1	0	2	3	1	0	1	1	37
	10	2	0	2	1	0	1	0	3	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1	0	31
TOTAL	19	16	19	17	14	20	11	19	17	13	13	19	17	13	13	19	17	13	13	19	17	13	13	16	20	400	
$S_r^2$	1.7	2.7	0.5	0.7	0.7	3.1	1.2	0.8	0.7	0.2	1.6	0.8	0.7	0.2	1.6	0.8	0.7	0.2	1.6	0.8	0.7	0.2	1.6	1.4	2.7	27.64444444	
																										85.55555556	

$$\sum S_r^2$$

k 25

$\alpha$  0.705

**Interpretación:**

El valor de  $r = 0,872$  se encuentra en la zona de aceptable Por lo tanto, el instrumento es confiable para someterlos a una experimentación.

## 2.2.5. TÉCNICAS ,ANÁLISIS Y PROCESAMIENTOS DE DATOS

### **Técnicas:**

- a. Técnicas para la recolección de información mediante el análisis documental de los instrumentos de sistematización de los datos

### **Procedimientos:**

- a. Recolección datos: Tabla de doble entrada, Matriz de tabulación

**TABLA Nº 01**  
**GRUPO CONTROL Nº 01**  
**VARIABLE INDEPENDIENTE.POST PRUEBA.TIPO 1**

Nº	CAPACIDADES MATEMÁTICAS	ESCALA				
		1	2	3	4	5
	<b>RAZONAMIENTO Y DEMOSTRACIÓN</b>	41	98	80	40	5
1	Se expresa ordenando ideas en la mente para llegar a una conclusión.	3	9	7	4	1
2	Estable ideas que se constituyen gracias a la capacidad de abstraer.	2	10	7	4	1
3	Asume el ordenamiento de sus ideas	3	9	6	4	2
4	Percibe patrones, estructuras o regularidades, ten situacionreal y simbólicos.	3	8	9	3	1
5	Pregunta si esos patrones son casuales o si hay razon para que aparezcan; poder formular conjeturas y demostrarlas.	2	12	7	3	0
6	Demuestra partiendo de proposiciones verdaderas, para fundamentar la veracidad de una proposición	2	11	8	3	0
7	Demuestra formalmente y expresa tipos particulares de razonamiento y de justificación.	4	11	7	2	0
8	Cuestiona los conocimientos recibidos con seguridad al momento de conducirse en sus propias investigaciones	6	6	11	1	0
9	Discrimina la validez de argumentos y demostraciones matemáticas.	7	5	9	3	0
10	Arriesga a proponer y desarrollar conjeturas mostrando solidez en el proceso argumentativo.	6	7	5	6	0
11	Escoge entre varias posibilidades ,el método de demostración más adecuado para un problema en particular	3	10	4	7	0
	<b>COMUNICACIÓN MATEMÁTICA</b>	16	51	44	25	8
12	Se acostumbra a la escritura	1	12	5	4	2
13	Desarrolla la capacidad verbal, aumentando la comprensión de los conceptos matemáticos	0	13	5	4	2
14	Formula preguntas, refuta argumentos y exterioriza sus inquietudes	2	10	5	6	1
15	Presenta las soluciones a los problemas y el camino que han seguido para llegar a ellas	5	6	7	6	0
16	Aplica o relaciona los conocimientos adquiridos con la realidad que los circunda	5	4	11	2	2
17	Valora la precisión y utilidad de la notación matemática, y la importancia en el desarrollo de ideas relacionadas con la resolución de problemas matemáticos	3	6	11	3	1
	<b>RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS</b>	12	71	81	25	3
18	Busca de forma consciente una acción apropiada para lograr un objetivo claramente concebido, pero no alcanzable de forma inmediata.	0	8	11	5	0
19	Encuentra un camino que no se conoce de antemano, es decir, una estrategia para encontrar una solución	0	9	10	5	0
20	En el camino hacia la respuesta, el estudiante participa activamente	1	9	11	3	0
21	Realiza conexiones con conocimientos previamente adquiridos	1	9	10	3	1
22	Arriesga nuevas propuestas, es decir, dando entrada libre a la creatividad.	2	7	11	3	1
23	Obtiene nuevos conocimientos mediante la resolución de problemas diseñados según se acaba de describir	3	10	9	1	1
24	Resuelve problemas que surjan tanto de la Matemática como de otros contextos.	3	8	11	2	0
25	Hace un control del proceso de resolución de problemas matemáticos, propiciando la reflexión sobre el mismo.	2	11	8	3	0
	SUBTOTAL	69	220	205	90	16
	TOTAL	69	440	615	360	80

Fuente: Elaboracion propia.Excel 2007

**TABLA N° 02**  
GRUPO CONTROL N° 01

**VARIABLE DEPENDIENTE.POST PRUEBA.TIPO 2**

N°	APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS CAPACIDADES GEOMÉTRICAS	ESCALA				
		1	2	3	4	5
	<b>VISUALIZACION</b>	50	12	6	3	1
1	Aprehensión perceptiva	17	4	3	0	0
2	Aprehensión discursiva	17	3	1	2	1
3	Aprehensión operativa	16	5	2	1	0
	<b>RAZONAMIENTO</b>	54	6	5	4	3
4	Proceso configural	16	4	3	1	0
5	Proceso discursivo natural	19	0	1	3	1
6	Proceso discursivo teórico	19	2	1	0	2
	<b>CONSTRUCCION</b>	52	17	3	0	0
7	percepción intuitiva	18	4	2	0	0
8	razonamiento lógico	18	5	1	0	0
9	deducción	16	8	0	0	0
	SUBTOTAL	156	35	14	7	4
	TOTAL	156	70	42	28	20

Fuente: Elaboracion propia.Excel 2007

**Estadísticos descriptivos**

	Media	Desviación típica	N
CAPACIDADES MATEMATICAS	312,8000	236,30848	5
APRENDIZAJE DE FIGURAS GEOMETRICAS	63,2000	55,25577	5

**Correlaciones**

		CM	A
CAPACIDADES MATEMATICAS	Correlación de Pearson	1	-,379
	Sig. (bilateral)		,530
	N	5	5
APRENDIZAJE DE FIGURAS GEOMETRICAS	Correlación de Pearson	-,379	1
	Sig. (bilateral)	,530	
	N	5	5

**Interpretación:** Sig(bilateral) ,la probabilidad de  $p = 0,530 > \alpha = 0,05$ ,la correlación no es estadísticamente significativa

**TABLA Nº 03**  
**GRUPO CONTROL Nº 02**  
**VARIABLE INDEPENDIENTE.POST PRUEBA.TIPO 1**

Nº	CAPACIDADES MATEMÁTICAS	ESCALA				
		1	2	3	4	5
	<b>RAZONAMIENTO Y DEMOSTRACIÓN</b>	49	89	71	49	6
1	Se expresa ordenando ideas en la mente para llegar a una conclusión.	3	9	7	4	1
2	Estable ideas que se constituyen gracias a la capacidad de abstraer.	2	9	8	4	1
3	Asume el ordenamiento de sus ideas	3	8	6	5	2
4	Percibe patrones, estructuras o regularidades, ten situacionreal y simbólicos.	5	8	7	3	1
5	Pregunta si esos patrones son casuales o si hay razon para que aparezcan; poder formular conjeturas y demostrarlas.	1	11	7	5	0
6	Demuestra partiendo de proposiciones verdaderas, para fundamentar la veracidad de una proposición	2	11	7	4	0
7	Demuestra formalmente y expresa tipos particulares de razonamiento y de justificación.	6	10	6	2	0
8	Cuestiona los conocimientos recibidos con seguridad al momento de conducirse en sus propias investigaciones	6	6	8	4	0
9	Discrimina la validez de argumentos y demostraciones matemáticas.	10	4	7	3	0
10	Arriesga a proponer y desarrollar conjeturas mostrando solidez en el proceso argumentativo.	8	6	4	6	0
11	Escoge entre varias posibilidades ,el método de demostración más adecuado para un problema en particular	3	7	4	9	1
	<b>COMUNICACIÓN MATEMÁTICA</b>	22	48	36	27	11
12	Se acostumbra a la escritura	2	11	4	5	2
13	Desarrolla la capacidad verbal, aumentando la comprensión de los conceptos matemáticos	2	12	6	2	2
14	Formula preguntas, refuta argumentos y exterioriza sus inquietudes	3	10	3	6	2
15	Presenta las soluciones a los problemas y el camino que han seguido para llegar a ellas	5	4	5	9	1
16	Aplica o relaciona los conocimientos adquiridos con la realidad que los circunda	6	5	9	2	2
17	Valora la precisión y utilidad de la notación matemática, y la importancia en el desarrollo de ideas relacionadas con la resolución de problemas matemáticos	4	6	9	3	2
	<b>RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS</b>	25	64	67	31	5
18	Busca de forma consciente una acción apropiada para lograr un objetivo claramente concebido, pero no alcanzable de forma inmediata.	0	10	10	4	0
19	Encuentra un camino que no se conoce de antemano, es decir, una estrategia para encontrar una solución	2	6	8	7	1
20	En el camino hacia la respuesta, el estudiante participa activamente	1	8	11	4	0
21	Realiza conexiones con conocimientos previamente adquiridos	3	8	10	3	0
22	Arriesga nuevas propuestas, es decir, dando entrada libre a la creatividad.	4	7	10	2	1
23	Obtiene nuevos conocimientos mediante la resolución de problemas diseñados según se acaba de describir	4	10	7	2	1
24	Resuelve problemas que surjan tanto de la Matemática como de otros contextos.	7	6	7	2	2
25	Hace un control del proceso de resolución de problemas matemáticos, propiciando la reflexión sobre el mismo.	4	9	4	7	0
	SUBTOTAL	96	201	174	107	22
	TOTAL	96	402	522	428	110

Fuente: Elaboracion propia.Excel 2007

**TABLA N° 04**  
**GRUPO CONTROL N° 02**  
**VARIABLE DEPENDIENTE.POST PRUEBA, TIPO 2**

N°	APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS CAPACIDADES GEOMÉTRICAS	ESCALA				
		1	2	3	4	5
	<b>VISUALIZACION</b>	15	19	24	12	2
1	Aprehensión perceptiva	4	7	9	3	1
2	Aprehensión discursiva	5	6	10	2	1
3	Aprehensión operativa	6	6	5	7	0
	<b>RAZONAMIENTO</b>	17	18	24	12	1
4	Proceso configural	5	6	7	6	0
5	Proceso discursivo natural	5	8	8	3	0
6	Proceso discursivo teórico	7	4	9	3	1
	<b>CONSTRUCCION</b>	7	25	24	13	3
7	percepción intuitiva	3	7	8	5	1
8	razonamiento lógico	3	9	6	5	1
9	deducción	1	9	10	3	1
	SUBTOTAL	39	62	72	37	6
	TOTAL	39	124	216	148	30

Fuente: Elaboracion propia.Excel 2007

#### Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación típica	N
CAPACIDADES MATEMÁTICAS	306,2000	203,31060	5
APRENDIZAJE DE FIGURAS GEOMETRICAS	111,4000	77,95383	5

#### Correlaciones

		CM	A
CAPACIDADES MATEMÁTICAS	Correlación de Pearson	1	,968**
	Sig. (bilateral)		,007
	N	5	5
APRENDIZAJE DE FIGURAS GEOMETRICAS	Correlación de Pearson	,968**	1
	Sig. (bilateral)	,007	
	N	5	5

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

**Interpretación:** Sig(bilateral) ,la probabilidad de  $p = 0,007 < \alpha = 0,05$ , la correlación es estadísticamente significativa

**TABLA Nº 05**  
**GRUPO CONTROL Nº 03**  
**VARIABLE INDEPENDIENTE.POST PRUEBA.TIPO 1**

Nº	CAPACIDADES MATEMÁTICAS	ESCALA				
		1	2	3	4	5
	<b>RAZONAMIENTO Y DEMOSTRACIÓN</b>	59	74	70	55	6
1	Se expresa ordenando ideas en la mente para llegar a una conclusión.	8	3	5	7	1
2	Estable ideas que se constituyen gracias a la capacidad de abstraer.	2	7	7	7	1
3	Asume el ordenamiento de sus ideas	7	7	3	5	2
4	Percibe patrones, estructuras o regularidades, ten situacionreal y simbólicos.	3	4	9	7	1
5	Pregunta si esos patrones son casuales o si hay razon para que aparezcan; poder formular conjeturas y demostrarlas.	7	9	5	3	0
6	Demuestra partiendo de proposiciones verdaderas, para fundamentar la veracidad de una proposición	3	10	8	3	0
7	Demuestra formalmente y expresa tipos particulares de razonamiento y de justificación.	6	8	6	3	1
8	Cuestiona los conocimientos recibidos con seguridad al momento de conducirse en sus propias investigaciones	7	6	9	2	0
9	Discrimina la validez de argumentos y demostraciones matemáticas.	7	4	8	5	0
10	Arriesga a proponer y desarrollar conjeturas mostrando solidez en el proceso argumentativo.	6	6	6	6	0
11	Escoge entre varias posibilidades ,el método de demostración más adecuado para un problema en particular	3	10	4	7	0
	<b>COMUNICACIÓN MATEMÁTICA</b>	20	53	43	22	6
12	Se acostumbra a la escritura	2	13	5	3	1
13	Desarrolla la capacidad verbal, aumentando la comprensión de los conceptos matemáticos	0	12	5	5	2
14	Formula preguntas, refuta argumentos y exterioriza sus inquietudes	3	12	5	3	1
15	Presenta las soluciones a los problemas y el camino que han seguido para llegar a ellas	6	7	7	4	0
16	Aplica o relaciona los conocimientos adquiridos con la realidad que los circunda	6	4	10	3	1
17	Valora la precisión y utilidad de la notación matemática, y la importancia en el desarrollo de ideas relacionadas con la resolución de problemas matemáticos	3	5	11	4	1
	<b>RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS</b>	18	59	77	33	5
18	Busca de forma consciente una acción apropiada para lograr un objetivo claramente concebido, pero no alcanzable de forma inmediata.	3	7	10	4	0
19	Encuentra un camino que no se conoce de antemano, es decir, una estrategia para encontrar una solución	1	8	10	5	0
20	En el camino hacia la respuesta, el estudiante participa activamente	1	7	11	4	1
21	Realiza conexiones con conocimientos previamente adquiridos	3	7	8	4	2
22	Arriesga nuevas propuestas, es decir, dando entrada libre a la creatividad.	2	7	11	3	1
23	Obtiene nuevos conocimientos mediante la resolución de problemas diseñados según se acaba de describir	3	8	8	4	1
24	Resuelve problemas que surjan tanto de la Matemática como de otros contextos.	3	5	11	5	0
25	Hace un control del proceso de resolución de problemas matemáticos, propiciando la reflexión sobre el mismo.	2	10	8	4	0
	<b>SUBTOTAL</b>	97	186	190	110	17
	<b>TOTAL</b>	97	372	570	440	85

Fuente: Elaboracion propia.Excel 2007

**TABLA N° 06**  
**GRUPO CONTROL N° 03**  
**VARIABLE DEPENDIENTE.POST PRUEBA.TIPO 2**

N°	APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS CAPACIDADES GEOMÉTRICAS	ESCALA				
		1	2	3	4	5
	<b>VISUALIZACION</b>	18	31	15	6	2
1	Aprehensión perceptiva	5	11	6	2	0
2	Aprehensión discursiva	6	11	4	2	1
3	Aprehensión operativa	7	9	5	2	1
	<b>RAZONAMIENTO</b>	14	27	22	9	0
4	Proceso configural	4	10	6	4	0
5	Proceso discursivo natural	5	9	8	2	0
6	Proceso discursivo teórico	5	8	8	3	0
	<b>CONSTRUCCION</b>	15	27	26	4	0
7	percepción intuitiva	4	8	11	1	0
8	razonamiento lógico	5	10	8	1	0
9	deducción	6	9	7	2	0
	SUBTOTAL	47	85	63	19	2
	TOTAL	47	170	189	76	10

Fuente: Elaboracion propia.Excel 2007

#### Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación típica	N
CAPACIDADES MATEMATICAS	312,8000	214,65018	5
APRENDIZAJE DE FIGURAS GEOMÉTRICAS	98,4000	77,93138	5

#### Correlaciones

		CM	A
CAPACIDADES MATEMATICAS	Correlación de Pearson	1	,836
	Sig. (bilateral)		,078
	N	5	5
APRENDIZAJE DE FIGURAS GEOMÉTRICAS	Correlación de Pearson	,836	1
	Sig. (bilateral)	,078	
	N	5	5

**Interpretación:** Sig(bilateral) ,la probabilidad de  $p = 0,078 > \alpha = 0,05$ ,la correlación no es estadísticamente significativa

**TABLA Nº 07**  
**GRUPO EXPERIMENTAL Nº 01**  
**VARIABLE INDEPENDIENTE.POST PRUEBA.TIPO 1**

Nº	REGIONES CEREBRALES (NEUROCIENCIA)	ESCALA				
		1	2	3	4	5
	<b>LÓBULO PARIETAL</b>	12	19	19	15	7
1	Visión	5	4	3	10	2
2	Recuerdo donde están los objetos	5	9	7	1	2
3	Conocimiento de los números y sus relaciones	2	6	9	4	3
	<b>CORTEZA PARIETAL</b>	12	26	34	36	36
4	Representación del lugar donde se hallan las cosas(espacial)	6	3	4	6	5
5	Coger objetos	1	6	7	7	3
6	Orientaciones por nuestro entorno	1	6	9	5	3
7	Donde esta cualquier cosa	1	3	4	4	12
8	Prestar atención a partes determinadas del medio circundante	3	7	6	5	3
9	Representación de la magnitud (numero,tiempo,espacio)	0	1	4	9	10
	<b>SUBTOTAL</b>	24	45	53	51	43
	<b>TOTAL</b>	24	90	159	204	215

Fuente: Elaboracion propia.Excel 2007

**TABLA Nº 08**  
**GRUPO EXPERIMENTAL Nº 03**  
**VARIABLE DEPENDIENTE.POST PRUEBA.TIPO 2**

Nº	APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS CAPACIDADES GEOMÉTRICAS	ESCALA				
		1	2	3	4	5
	<b>VISUALIZACION</b>	10	23	19	14	6
1	Aprehensión perceptiva	4	6	7	6	1
2	Aprehensión discursiva	4	9	5	3	3
3	Aprehensión operativa	2	8	7	5	2
	<b>RAZONAMIENTO</b>	7	23	17	14	11
4	Proceso configural	1	6	6	6	5
5	Proceso discursivo natural	2	12	2	4	4
6	Proceso discursivo teórico	4	5	9	4	2
	<b>CONSTRUCCION</b>	15	14	13	13	17
7	percepción intuitiva	8	3	5	3	5
8	razonamiento lógico	4	5	8	4	3
9	deducción	3	6	0	6	9
	<b>SUBTOTAL</b>	32	60	49	41	34
	<b>TOTAL</b>	32	120	147	164	170

Fuente: Elaboracion propia.Excel 2007

**TABLA N° 09**  
**GRUPO EXPERIMENTAL N° 02**  
**VARIABLE INDEPENDIENTE.POST PRUEBA.TIPO 1**

N°	REGIONES CEREBRALES (NEUROCIENCIA)	ESCALA				
		1	2	3	4	5
	<b>HEMISFERIO DERECHO</b>	34	68	71	37	6
10	Comparar dígitos	2	7	10	5	0
11	No es capaz de identificar números escritos	2	6	11	4	1
12	Puede nombrar dígitos	3	3	12	5	1
13	Realizar cálculos aritméticos	3	10	6	4	1
14	Puede estimar aproximaciones	2	10	6	6	0
15	Creativos	5	8	6	4	1
16	Intuitivos	6	6	6	5	1
17	Emocionales	7	6	9	2	0
18	Subjetivos	4	12	5	2	1
	<b>HEMISFERIO IZQUIERDO</b>	11	55	79	55	16
19	Información movimiento lado derecho del cuerpo	0	9	12	1	2
20	Lenguaje(diestros)	0	10	11	1	2
21	Comparar dígitos	4	6	7	6	1
22	Puede Sumar	0	7	6	11	0
23	Puede multiplicar	2	2	12	6	2
24	Son lógicos	1	5	9	6	3
25	Analíticos	1	7	4	9	3
26	Dominantes	2	5	7	8	2
27	Precisos	1	4	11	7	1
<b>SUBTOTAL</b>		<b>45</b>	<b>123</b>	<b>150</b>	<b>92</b>	<b>22</b>
<b>TOTAL</b>		<b>45</b>	<b>246</b>	<b>450</b>	<b>368</b>	<b>110</b>

Fuente: Elaboracion propia.Excel 2007

**TABLA N° 10**  
**GRUPO EXPERIMENTAL N° 02**  
**VARIABLE DEPENDIENTE.POST PRUEBA.TIPO 2**

N°	APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS CAPACIDADES GEOMÉTRICAS	ESCALA				
		1	2	3	4	5
	<b>VISUALIZACION</b>	7	25	28	12	0
1	Aprehensión perceptiva	3	8	7	6	0
2	Aprehensión discursiva	3	6	11	4	0
3	Aprehensión operativa	1	11	10	2	0
	<b>RAZONAMIENTO</b>	5	28	25	9	5
4	Proceso configural	1	10	10	2	1
5	Proceso discursivo natural	1	12	7	3	1
6	Proceso discursivo teórico	3	6	8	4	3
	<b>CONSTRUCCION</b>	8	19	26	15	4
7	percepción intuitiva	2	6	9	5	2
8	razonamiento lógico	2	6	9	5	2
9	deducción	4	7	8	5	0
<b>SUBTOTAL</b>		<b>20</b>	<b>72</b>	<b>79</b>	<b>36</b>	<b>9</b>
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>	<b>144</b>	<b>237</b>	<b>144</b>	<b>45</b>

Fuente: Elaboracion propia.Excel 2007

**TABLA N° 11**  
**GRUPO EXPERIMENTAL N° 03**  
**VARIABLE INDEPENDIENTE.POST PRUEBA.TIPO 1**

N°	REGIONES CEREBRALES (NEUROCIENCIA)	ESCALA				
		1	2	3	4	5
	<b>HIPOCAMPO</b>	12	41	39	22	6
28	Navegación y memoria espacial	2	5	12	5	0
29	Crea y almacena mapas del espacio	2	7	11	4	0
30	Almacena recuerdos espaciales	2	11	6	4	1
31	Mejor memoria espacial	2	11	4	4	3
32	Cuando mas utilizamos la navegación espacial, mas grande llega a ser el hipocampo posterior	4	7	6	5	2
SUBTOTAL		12	41	39	22	6
TOTAL		12	82	117	88	30

Fuente: Elaboracion propia.Excel 2007

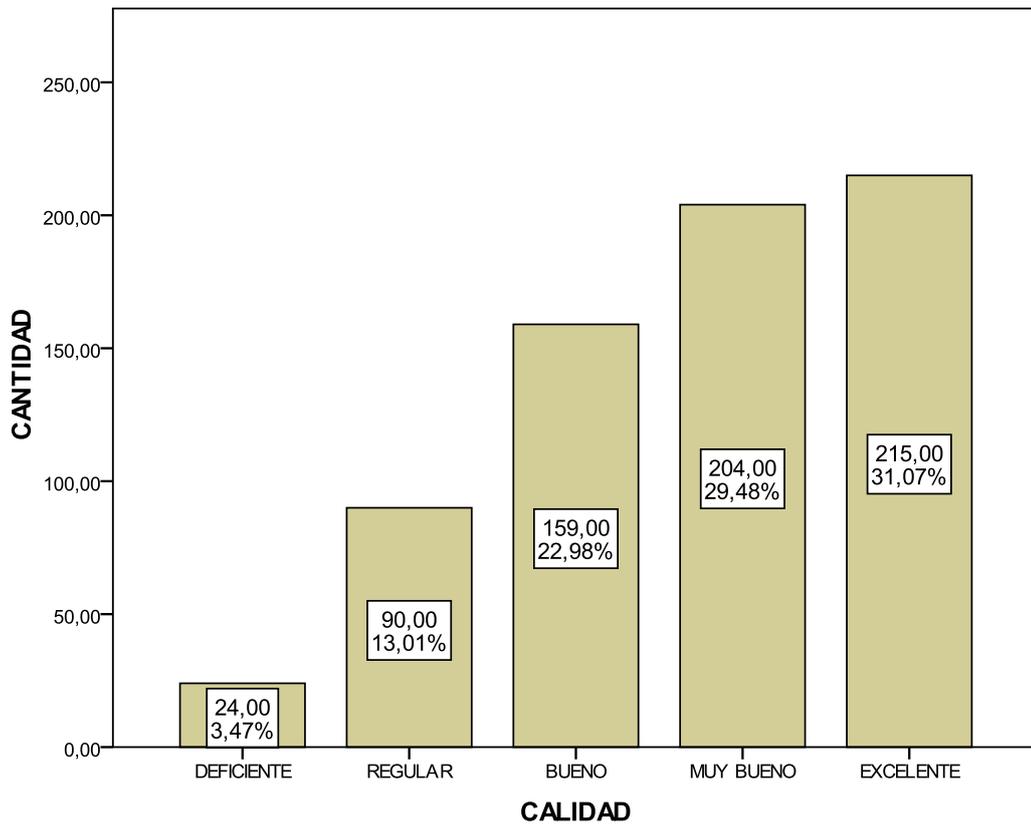
**TABLA N° 12**  
**GRUPO EXPERIMENTAL N° 03**  
**VARIABLE DEPENDIENTE.POST PRUEBA.TIPO 2**

N°	APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS CAPACIDADES GEOMÉTRICAS	ESCALA				
		1	2	3	4	5
	<b>VISUALIZACION</b>	19	21	19	10	3
1	Aprehensión perceptiva	7	4	8	3	2
2	Aprehensión discursiva	6	7	6	4	1
3	Aprehensión operativa	6	10	5	3	0
	<b>RAZONAMIENTO</b>	10	26	17	12	7
4	Proceso configural	4	8	6	4	2
5	Proceso discursivo natural	3	9	5	5	2
6	Proceso discursivo teórico	3	9	6	3	3
	<b>CONSTRUCCION</b>	14	16	20	19	3
7	percepción intuitiva	5	4	7	7	1
8	razonamiento lógico	4	5	7	8	0
9	deducción	5	7	6	4	2
SUBTOTAL		43	63	56	41	13
TOTAL		43	126	168	164	65

Fuente: Elaboracion propia.Excel 2007

b. Análisis de los datos: Spss V.17

**GRÁFICO N° 01**  
**VARIABLE INDEPENDIENTE POST PRUEBA**  
**LÓBULO PARIETAL Y CORTEZA CEREBRAL**



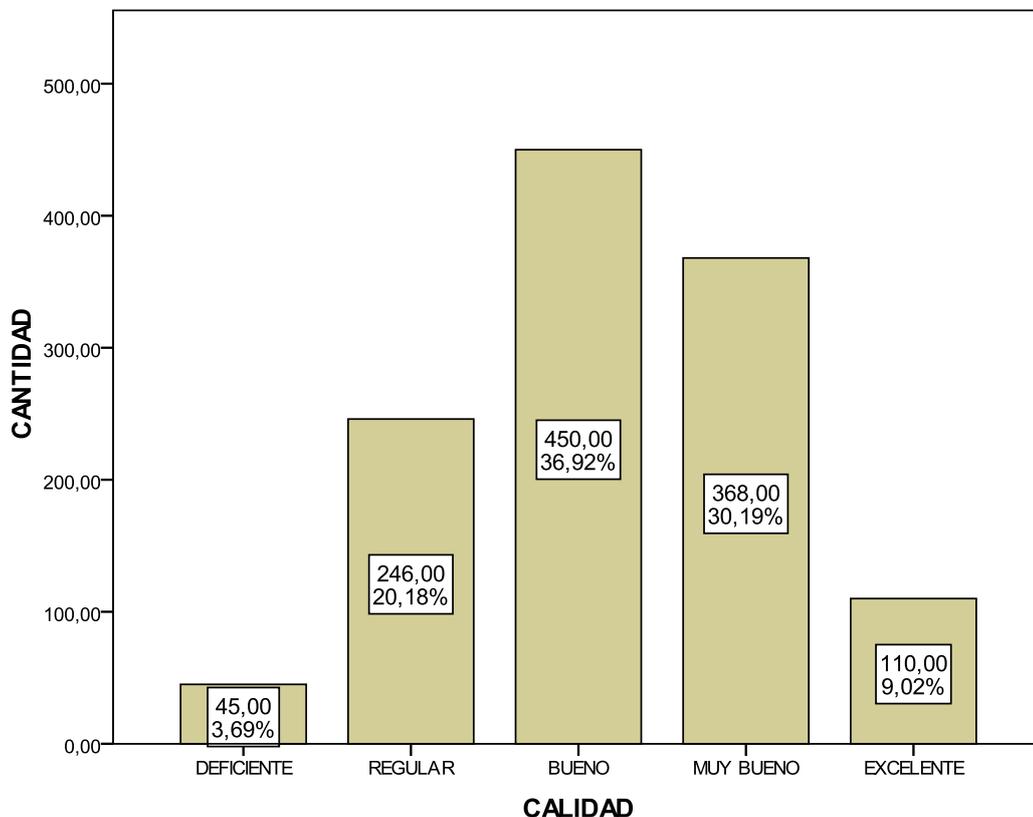
**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	
	Estadístico	Error típico						
CANTIDAD	5	24,00	215,00	138,4000	80,66164	6506,300	-,691	,913
N válido (según lista)	5							

Fuente: Elaboración propia.SPSS v. 17

**Interpretación:** El 31,07% de los estudiantes obtiene una escala de EXCELENTE, y el 3,47% DEFICIENTE, en la región cerebral: lóbulo parietal y corteza parietal. Observamos una asimetría negativa: -0,691.

**GRÁFICO N° 02**  
**VARIABLE INDEPENDIENTE POST PRUEBA**  
**HEMISFERIO DERECHO Y HEMISFERIO IZQUIERDO**



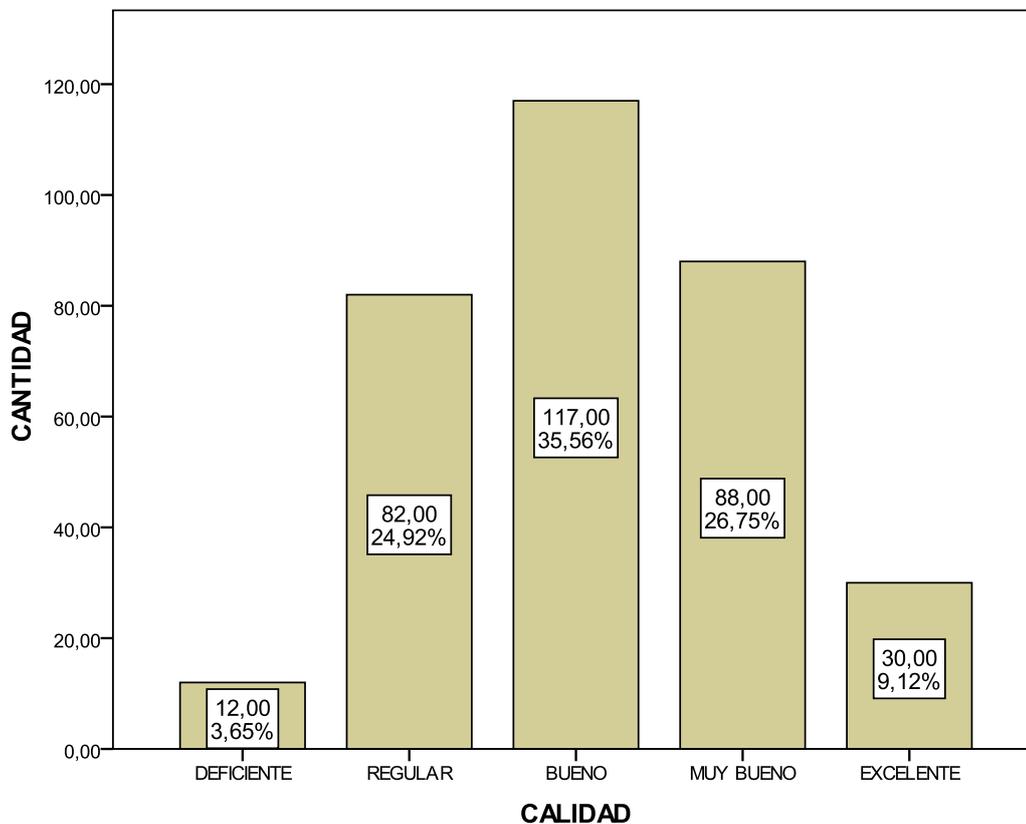
**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Dev. típ.	Varianza	Asimetría	
	Estadístico	Error típico						
CANTIDAD	5	45,00	450,00	243,8000	169,83286	28843,200	,037	,913
N válido (según lista)	5							

Fuente: Elaboración propia.SPSS v. 17

**Interpretación:** El 36,92% de los estudiantes obtiene una escala de BUENO, y el 3,69% DEFICIENTE, en la región cerebral: hemisferio derecho y hemisferio izquierdo. Observamos una asimetría positiva: 0,037.

**GRÁFICO N° 03**  
**VARIABLE INDEPENDIENTE POST PRUEBA**  
**HIPOCAMPO**



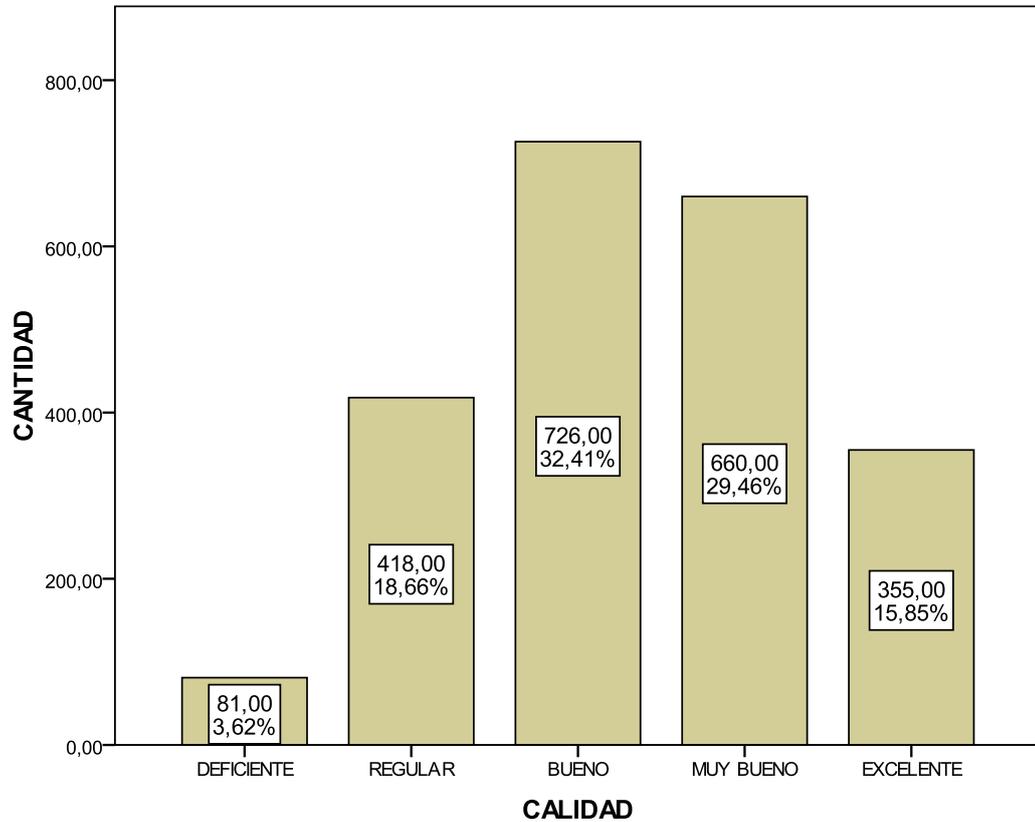
**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	
	Estadístico	Error típico						
CANTIDAD	5	12,00	117,00	65,8000	43,45342	1888,200	-,265	,913
N válido (según lista)	5							

Fuente: Elaboración propia.SPSS v. 17

**Interpretación:** El 35,56% de los estudiantes obtiene una escala de BUENO, y el 3,65% DEFICIENTE, en la región cerebral: Hipocampo. Observamos una asimetría negativa: -2,265.

**GRÁFICO N° 04**  
**VARIABLE INDEPENDIENTE POST PRUEBA**  
**TOTAL**



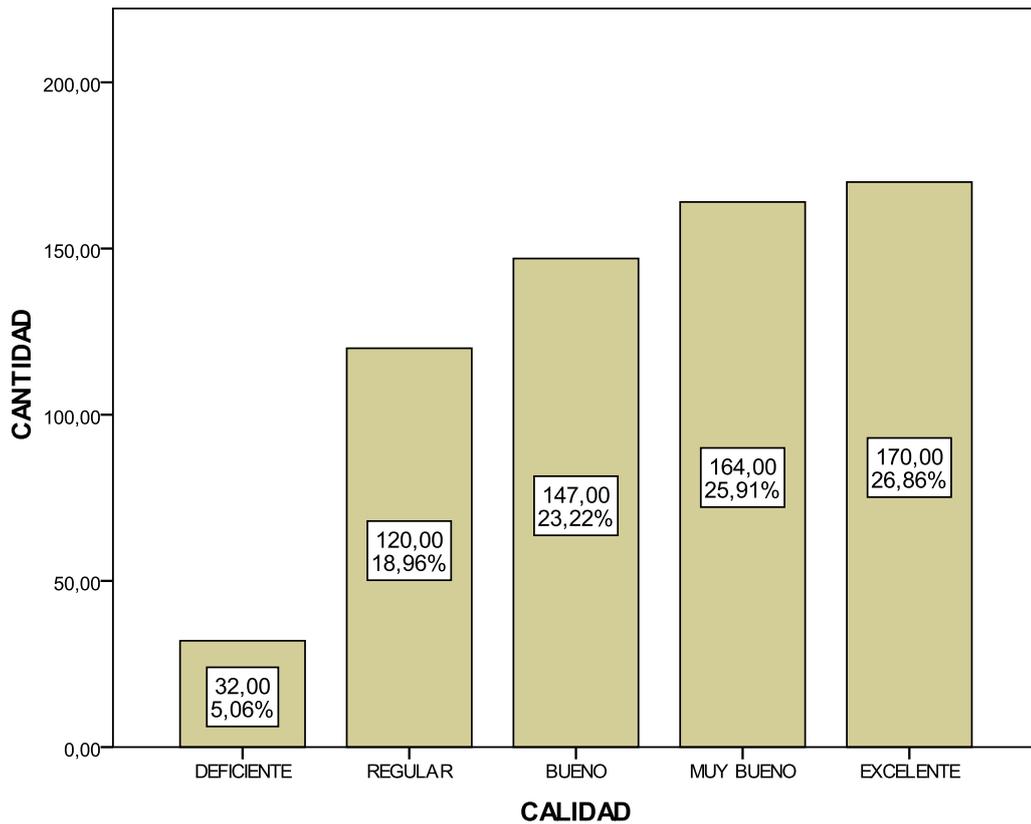
**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	
	Estadístico	Error típico						
CANTIDAD	5	81,00	726,00	448,0000	258,10172	66616,500	-,466	,913
N válido (según lista)	5							

Fuente: Elaboración propia. SPSS v. 17

**Interpretación:** El 32,41% de los estudiantes obtiene una escala de BUENO, y el 3,62% DEFICIENTE, en la región cerebral: Total. Observamos una asimetría negativa: 0,466.

**GRÁFICO Nº 05**  
**VARIABLE DEPENDIENTE POST PRUEBA**  
**APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS**  
**CAPACIDADES GEOMÉTRICAS**  
**(Correspondencia : Lóbulo y Corteza Parietal)**



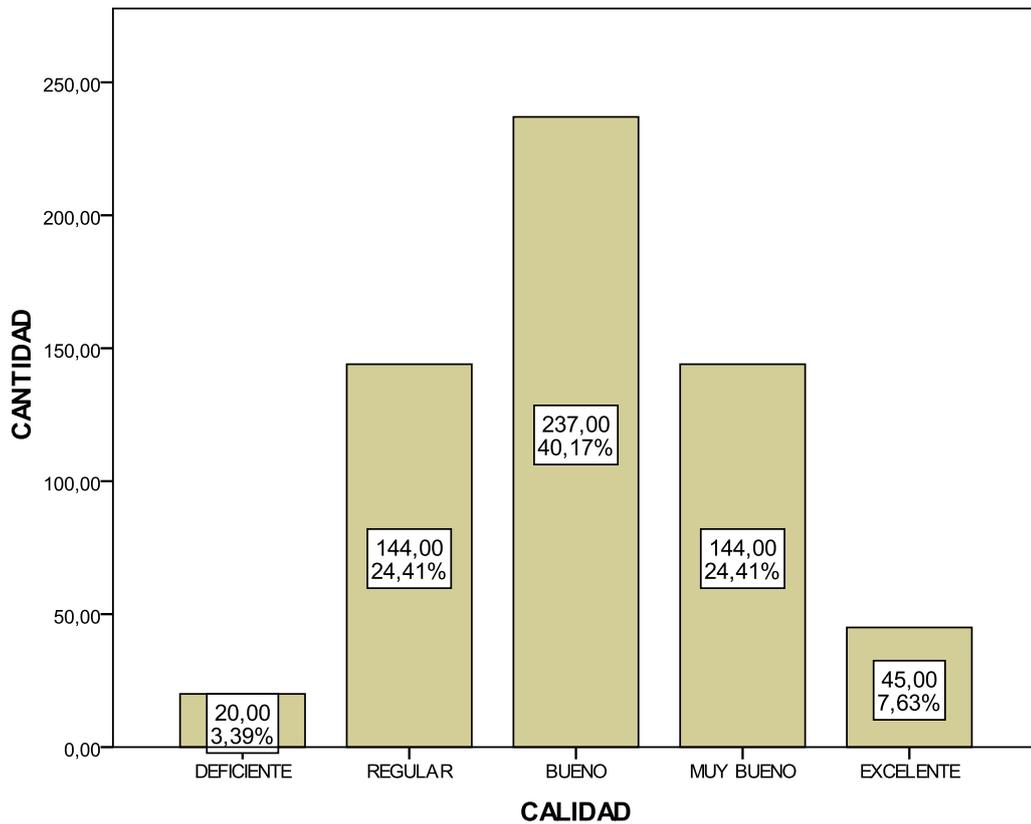
**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	
	Estadístico	Error típico						
CANTIDAD	5	32,00	170,00	126,6000	56,32761	3172,800	-1,642	,913
N válido (según lista)	5							

Fuente: Elaboración propia. SPSS v. 17

**Interpretación:** El 26,86% de los estudiantes obtiene una escala de EXCELENTE, y el 5,06 % DEFICIENTE, en el aprendizaje de las figuras geométricas capacidades geométricas, correspondiente del Lóbulo y Corteza Parietal. Observamos una asimetría negativa: -1,642.

**GRÁFICO Nº 06**  
**VARIABLE DEPENDIENTE POST PRUEBA**  
**APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS**  
**CAPACIDADES GEOMÉTRICAS**  
**(Correspondencia : Hemisferio derecho e izquierdo)**



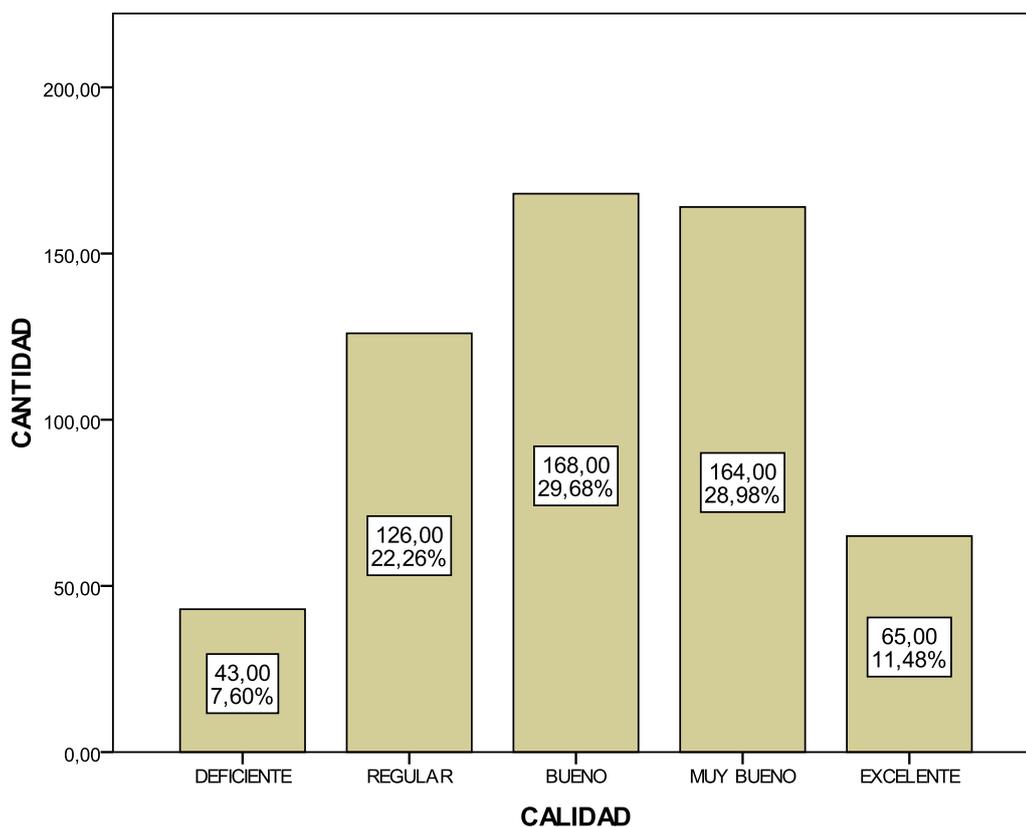
**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	
	Estadístico	Error típico						
CANTIDAD	5	20,00	237,00	118,0000	87,24391	7611,500	,245	,913
N válido (según lista)	5							

Fuente: Elaboración propia. SPSS v. 17

**Interpretación:** El 40,17 % de los estudiantes obtiene una escala de BUENO, y el 3,39 % DEFICIENTE, en el aprendizaje de las figuras geométricas capacidades geométricas: (Correspondencia : Hemisferio derecho e izquierdo). Observamos una asimetría positiva: 0,245.

**GRÁFICO N° 07**  
**VARIABLE DEPENDIENTE POST PRUEBA**  
**APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMÉTRICAS**  
**CAPACIDADES GEOMÉTRICAS**  
**(Correspondencia : Hipocampo)**



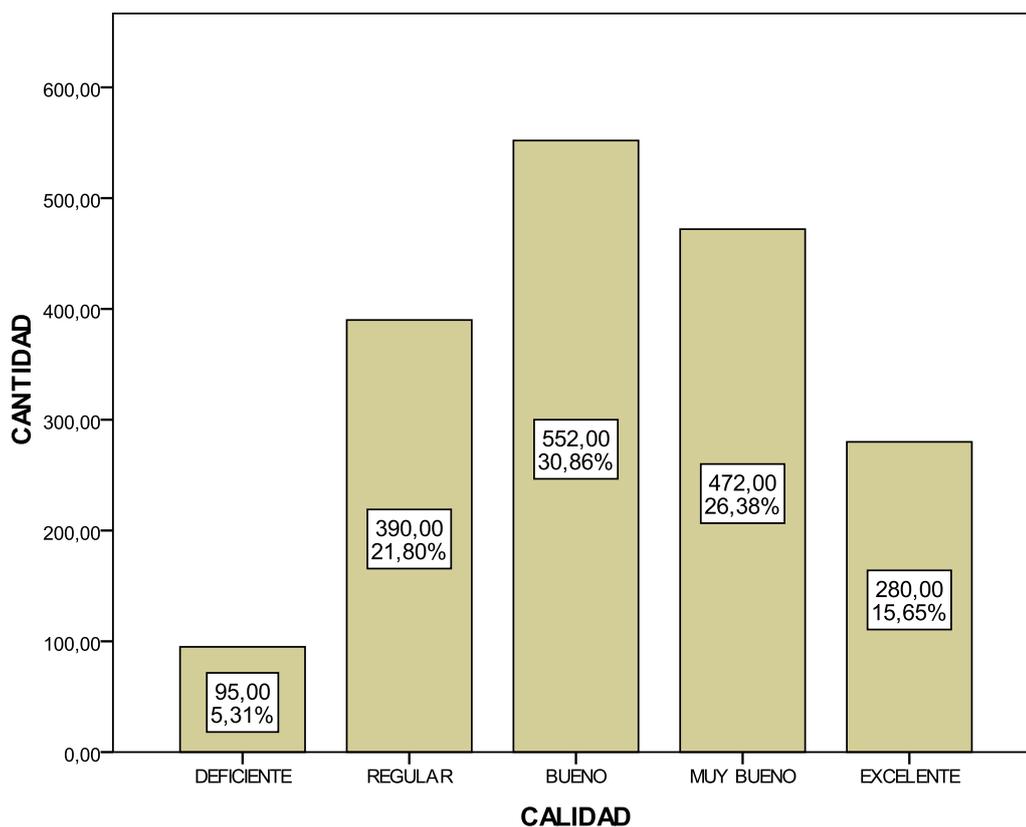
**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	
	Estadístico	Error típico						
CANTIDAD	5	43,00	168,00	113,2000	57,00614	3249,700	-,360	,913
N válido (según lista)	5							

Fuente: Elaboración propia. SPSS v. 17

**Interpretación:** El 29,68 % de los estudiantes obtiene una escala de BUENO, y el 7,80 % DEFICIENTE, en el aprendizaje de las figuras geométricas capacidades geométricas: (Correspondencia : Hipocampo). Observamos una asimetría negativa: -0,360.

**GRÁFICO N° 08**  
**VARIABLE DEPENDIENTE POST PRUEBA**  
**APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMÉTRICAS**  
**CAPACIDADES GEOMÉTRICAS**  
**TOTAL**



**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	
	Estadístico	Error típico						
CANTIDAD	5	95,00	552,00	357,8000	178,12131	31727,200	-,721	,913
N válido (según lista)	5							

Fuente: Elaboración propia. SPSS v. 17

**Interpretación:** El 30,86 % de los estudiantes obtiene una escala de BUENO, y el 5,31 % DEFICIENTE, en el aprendizaje de las figuras geométricas capacidades geométricas: **TOTAL**. Observamos una asimetría negativa: -0,721.

## **CAPITULO III**

### **CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

### 3.1 CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS

Para la contrastación de las hipótesis, se ha procedido a utilizar criterios estadísticos, denominados docimasia de Hipótesis.

El análisis de realizó, conforme a lo establecido en los instrumentos de recolección de datos

#### 3.1.1. Probar una hipótesis usando el análisis de correlación de Pearson<sup>19</sup>

Para ello explicamos sobre el coeficiente de correlación lineal

En un diagrama de dispersión mientras más estrechamente se ajusten los datos de las coordenadas alrededor de la línea de regresión, mayor será la correlaciona entre X e Y, y más precisamente se estimará Y para cualquier valor de X. La r de Pearson es un coeficiente de correlación ampliamente usado que mide la estrechez del ajuste de las coordenadas X,Y alrededor de la línea de regresión.

Un índice que mide la relación entre dos variables cuantitativas es la covarianza. Pero este índice tiene el inconveniente de que su valor depende de las unidades de medida de las dos variables, de manera que cuando una de ellas varia en su escala de medida esta origina un cambo en el valor de la covarianza.

---

<sup>19</sup> Oscar Pujay C y Rudy Cuevas C. (2008). Estadística e Investigación. Editorial San Marcos .Lima.pag.187-193.

Fue Karl Pearson quien propuso un índice que era independiente de la escala de medida de ambas variables: el coeficiente de correlación lineal, cuyo cálculo se realiza dividiendo la covarianza por el producto de las desviaciones estándar de ambas variables:

$$r_{xy} = \frac{s_{xy}}{s_x s_y}$$

La característica fundamental de este índice es que mide la existencia de una relación lineal entre dos variables. El valor del índice de correlación varía en el intervalo [-1.+1]

Un coeficiente de correlación igual a cero indica una independencia total entre las dos variables, de manera que cuando una de ellas varía esta no influye en absoluto en el valor que pueda tomar la segunda variable.

Un coeficiente de correlación -1 indica una dependencia total entre las dos variables, denominada relación inversa, de manera que cuando una de ellas aumenta la otra disminuye.

Un coeficiente de correlación igual a +1 indica una dependencia total entre las dos variables, denominada relación directa, de manera que cuando una de ellas aumenta la otra también aumenta

La fórmula de cálculo de un coeficiente de correlación entre dos variables X e Y viene dado por :

$$r_{xy} = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Donde:

r = coeficiente de correlación de Pearson

X = una variable independientemente de intervalo/razón(u ordinal de y tipo intervalo)

Y = una variable dependientemente de intervalo/razón(u ordinal de y tipo intervalo)

N = tamaño de la muestra

El coeficiente de correlación r de Pearson es el estadístico que usamos para probar la hipótesis de la existencia de una relación entre dos variables de intervalo/razón, una variable independientemente X y una variable dependiente Y.

**Criterios:**

- a. Se tiene una muestra representativa de una sola población
- b. Se tiene dos variables de intervalo/razón u ordinal de tipo intervalo
- c. No existe ninguna restricción en el tamaño de la muestra, pero generalmente cuanto más grande sea n, será mejor

- d. Un diagrama de dispersión de las coordenadas de las variables se ajusta a un patrón lineal.

En general, para cualquier hipótesis sobre la relación entre dos variables de intervalo/razón, la hipótesis estadística se enuncia como:

$H_0$	$R_{xy} = 0$	Significa que no existe relación entre X e Y
$H_1$	$R_{xy} \neq 0$	Significa que existe relación (de dos colas o bilateral)
$H_1$	$R_{xy} > 0$	Significa que existe relación negativa (de una cola en dirección negativa)
$H_1$	$R_{xy} < 0$	Significa que existe relación positiva (de una cola en dirección positiva)

Las  $r$  de Pearson se centraran alrededor de cero en una distribución  $t$  aproximadamente normal, el estadístico de la prueba está diseñado para que el cálculo del error estándar resulte innecesario. Es posible decir, no obstante, que el error estándar esta inversamente relacionado con el tamaño de la muestra. Esto es, a mayor tamaño de la muestra, menor será el error estándar. El estadístico de prueba para dicha prueba de hipótesis es como sigue:

$$t_r = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

Con  $gl = n-2$

Donde:

$t_r$  = La prueba t para el coeficiente de correlación r de Pearson

r = Coeficiente de correlación r de Pearson calculado en una muestra

n = tamaño de la muestra

gl = grados de libertad

### 3.1.2. Contrastación de la primera hipótesis específica

#### a) ESTABLECEMOS LA HIPÓTESIS

$H_0$  :

Las regiones cerebrales: Lóbulo y corteza parietal no influyen significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano

$H_1$  :

Las regiones cerebrales: Lóbulo y corteza parietal influyen significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano

#### b) Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$ (5%)

**c) Aplicando SPSS v17 para determinar la prueba Pearson**

X		Y		
REGIONES CEREBRALES (NEUROCIENCIA)		APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS CAPACIDADES GEOMÉTRICAS		
LÓBULO PARIETAL	CORTEZA PARIETAL	VISUALIZACION	RAZONAMIENTO	CONSTRUCCION
24		32		
90		120		
159		147		
204		164		
215		170		

**Estadísticos descriptivos**

	Media	Desviación típica	N
LÓBULO PARIETAL Y CORTEZA PARIETAL	138,4000	80,66164	5
APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS	126,6000	56,32761	5

**Correlaciones**

		LC	A
LÓBULO PARIETAL Y CORTEZA PARIETAL	Correlación de Pearson	1	,954*
	Sig. (bilateral)		,012
	N	5	5
APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS	Correlación de Pearson	,954*	1
	Sig. (bilateral)	,012	
	N	5	5

\*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

**d) Conclusión:** En el cuadro anterior se observa que Sig(bilateral) para la variable x e y es la probabilidad de  $p = 0,012 < \alpha = 0,05$ , entonces se rechaza la hipótesis nula. Luego la correlación encontrada es estadísticamente significativa al nivel de significancia de 5%.

### 3.1.3. Contrastación de la segunda hipótesis específica

#### a) ESTABLECEMOS LA HIPÓTESIS

H<sub>0</sub> :

Las regiones cerebrales: Hemisferios derecho e izquierdo no influyen significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano

H<sub>1</sub> :

Las regiones cerebrales: Hemisferios derecho e izquierdo influyen significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano

#### b) Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$ (5%)

#### c) Aplicando SPSS v17 para determinar la prueba Pearson

X		Y		
REGIONES CEREBRALES (NEUROCIENCIA)		APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMÉTRICAS CAPACIDADES GEOMÉTRICAS		
HEMISFERIO DERECHO	HEMISFERIO IZQUIERDO	VISUALIZACIÓN	RAZONAMIENTO	CONSTRUCCIÓN
45				20
246				144
450				237
368				144
110				45

### Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación típica	N
HEMISFERIO DERECHO E IZQUIERDO	243,8000	169,83286	5
APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMÉTRICAS	118,0000	87,24391	5

### Correlaciones

		HDI	A
HEMISFERIO DERECHO E IZQUIERDO	Correlación de Pearson	1	,963**
	Sig. (bilateral)		,008
	N	5	5
APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMÉTRICAS	Correlación de Pearson	,963**	1
	Sig. (bilateral)	,008	
	N	5	5

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

**d) Conclusión:** En el cuadro anterior se observa que Sig(bilateral) para la variable x e y es la probabilidad de  $p = 0,008 < \alpha = 0,05$ , entonces se rechaza la hipótesis nula. Luego la correlación encontrada es estadísticamente significativa al nivel de significancia de 5%.

### 3.1.4. Contrastación de la tercera hipótesis específica

#### a) ESTABLECEMOS LA HIPÓTESIS

$H_0$  :

La región cerebral: Hipocampo no influye significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano.

H<sub>1</sub> :

La región cerebral: Hipocampo influye significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano.

**b) Nivel de significancia:  $\alpha = 0,05$  (5%)**

**c) Aplicando SPSS v17 para determinar la prueba Pearson**

X	Y		
REGIONES CEREBRALES (NEUROCIENCIA)	APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS CAPACIDADES GEOMÉTRICAS		
HIPOCAMPO	VISUALIZACION	RAZONAMIENTO	CONSTRUCCION
12	43		
82	126		
117	168		
88	164		
30	65		

#### Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación típica	N
HIPOCAMPO	65,8000	43,45342	5
APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS	113,2000	57,00614	5

#### Correlaciones

		H	A
HIPOCAMPO	Correlación de Pearson	1	,973**
	Sig. (bilateral)		,005
	N	5	5
APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS	Correlación de Pearson	,973**	1
	Sig. (bilateral)	,005	
	N	5	5

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

**d) Conclusión:** En el cuadro anterior se observa que Sig(bilateral) para la variable x e y es la probabilidad de  $p = 0,005 < \alpha = 0,05$ , entonces se rechaza la hipótesis nula. Luego la correlación encontrada es estadísticamente significativa al nivel de significancia de 5%.

### 3.1.5. Contratación de la hipótesis general

#### a) ESTABLECEMOS LA HIPÓTESIS

$H_0$  :

Las regiones cerebrales no influyen significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano.

$H_1$  :

Las regiones cerebrales influyen significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano.

**b) Nivel de significancia:**  $\alpha = 0,05$  (5%)

**c) Aplicando SPSS v17 para determinar la prueba Pearson**

X	Y
<b>REGIONES CEREBRALES (NEUROCIENCIA)</b>	<b>APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS CAPACIDADES GEOMÉTRICAS</b>
81	95
418	390
726	552
660	472
355	280

**Estadísticos descriptivos**

	Media	Desviación típica	N
REGIONES CEREBRALES (NEUROCIENCIA)	448,0000	258,10172	5
APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS	357,8000	178,12131	5

**Correlaciones**

		H	A
REGIONES CEREBRALES (NEUROCIENCIA)	Correlación de Pearson	1	,984**
	Sig. (bilateral)		,002
	N	5	5
APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS	Correlación de Pearson	,984**	1
	Sig. (bilateral)	,002	
	N	5	5

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

**d) Conclusión:** En el cuadro anterior se observa que Sig(bilateral) para la variable x e y es la probabilidad de  $p = 0,002 < \alpha = 0,05$ , entonces se rechaza la hipótesis nula. Luego la correlación encontrada es estadísticamente significativa al nivel de significancia de 5%.

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **4.1. Conclusiones**

- 4.1.1.** Las regiones cerebrales: Lóbulo y corteza parietal influyen significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano.
- 4.1.2.** Las regiones cerebrales: Hemisferios derecho e izquierdo influyen significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano.
- 4.1.3.** La región cerebral: Hipocampo influye significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano.
- 4.1.4.** Las regiones cerebrales influyen significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano.
- 4.1.5.** En el grupo de control, que siguieron el desarrollo de capacidades en la matemática, demostraron una influencia estadísticamente significativa en el primer grupo, correspondencia de: Lóbulo parietal y Corteza Parietal; en relación al aprendizaje de las figuras geométricas.
- 4.1.6.** En el grupo de control, que siguieron el desarrollo de capacidades en la matemática, demostraron una influencia estadísticamente no significativa en el segundo grupo, correspondencia a los hemisferios derecho e izquierdo; en relación al aprendizaje de las figuras geométricas.
- 4.1.7.** En el grupo de control, que siguieron el desarrollo de capacidades en la matemática, demostraron una influencia estadísticamente significativa en el tercer grupo,

correspondencia al hipocampo; en relación al aprendizaje de las figuras geométricas.

- 4.1.8. Al comparar ambos grupos de investigación, el grupo experimental, es decir aquellos que utilizaron los fundamentos de la neurociencia, obtuvieron una influencia estadísticamente significativa, en relación a los que continuaron con el desarrollo tradicional de capacidades en la matemática.

## 4.2. Recomendaciones

- 4.2.1. El VI ciclo de la educación básica, correspondiente al nivel secundario. Presenta estudiantes en plena transformación de la niñez en la adolescencia, por lo que al momento de establecer grupos de investigación, el investigador debe contextualizar el esquema a investigar.
- 4.2.2. Los fundamentos de la neurociencia, abarcan otras estructuras y funciones del cerebro, que son susceptibles a ser aplicados en la educación matemática. Hemos seleccionado solamente aquellos que los neurocientíficos, recomiendan a los docentes a utilizarlos en el aprendizaje.
- 4.2.3. Los indicadores que se han considerado para cada una de las partes del cerebro, han sido formulados por neurocientíficos, y adaptados por los investigadores para realizar la medición experimental en la educación matemática.
- 4.2.4. Si bien el hipocampo, es el preferido por los neurocientíficos para desarrollar habilidades matemáticas, no podemos dividir o seccionar el cerebro. Solamente lo hemos realizado para efectos de la investigación. El cerebro trabaja unido, con todas sus partes.
- 4.2.5. Aunque no hemos utilizado la imágenes computarizadas, para “ver” el cerebro de cada estudiante; es una posibilidad inmediata, porque esta tecnología está disponible hoy. Lo que difiere es su presupuesto.

- 4.2.6. Al demostrar que los aportes de la neurociencia en la educación, mejora significativamente el aprendizaje de la geometría; en relación al desarrollo de capacidades; predispone al docente a investigar con mejor experiencia, otros alcances de la misma en otras áreas de la matemática.
- 4.2.7. Po lo tanto, al aplicar estos fundamentos neurocientíficos, ahora sabemos que están relacionadas directamente con una localización de cada parte del cerebro con aprendizaje. Y que éste trabaja integralmente.
- 4.2.8. El modelo de Duval, es una referencia en la geometría, La hemos utilizado porque es una recomendación experimental, conforme a lo establecido por el Ministerio de Educación de Perú.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. Alsina, C.; Fortuna, J. M. y Pérez, R. (1997). Invitación a la didáctica de la geometría. Madrid, España: Síntesis.
2. Baquero, Carretero y otros (1998) El debate constructivista. Buenos Aires: Aique
3. Barroso Campos, R. (2004). Elección de cuatro problemas geométricos para una investigación sobre la comprensión de propiedades geométricas, una justificación
4. Bogen J.E.-Bogen G.M. (1976). Creativity and bisected brain. En Rothenberg-Hausman.
5. Braidot, Néstor. (2004). Neurobiología y neurociencias aplicadas a toma de decisiones, aprendizaje y comportamiento. Universidad de Salamanca .España.
6. Briones, Guillermo. (1998). *La investigación educativa*. Convenio Andrés Bello. Colombia
7. Buendía, Leonor y otros. (1998). *Métodos de investigación en Psicopedagogía*. Mc Graw Hill. Madrid.
8. Bunge, Mario. (1997). *La investigación científica*. Ariel. (4<sup>o</sup> Edic). Barcelona.españa.
9. Bransford y Vye.(1996) “Una perspectiva sobre la investigación cognitiva y sus implicaciones para la enseñanza”. En Curriculum y cognición. Resnick y Klopfnr. Aique. Buenos Aires.
10. Butterworth, B. (1998). The mathematical brain. London, UK: Macmillan
11. Dehaene, S. (2002). Single-neuron arithmetic. Science, 297, 1652-1653

12. Duval, R. (1995). Como hacer que los alumnos entren en las representaciones geométricas.
13. Cuatro entradas y...una quinta. Universidad del Litoral Costa de Opâle.
14. Eccles J.C.-Popper K. (1980). El yo y su cerebro. Barcelona: Labor.
15. Florez Ochoa, Rafael (1998). Hacia una pedagogía del conocimiento.McGraw-Hill.Colombia.1998
16. FERNÁNDEZ BRAVO,J.(2008) Neurociencias y Enseñanza de la Matemática..Prólogo de algunos retos educativos. Centro de Enseñanza Superior Don Bosco Universidad Complutense de Madrid.
17. Gutierrez,A.(2005).Aspectos metodológicos de la investigación sobre aprendizaje de la demostración mediante exploraciones con software de geometría dinámica.[Version electrónica.].Ontenido, en 13/10/2011,del sitio web personal. <http://www.uv.es/Angel.Gutierrez/marcotex.html>
18. Hernandez, R et al. (2000). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill. (3º Edic.) México.
19. Martínez M. (1982). La psicología humanista: fundamentación epistemológica, estructura y método. México: Trillas.  
---, (1987). "Implicaciones de la neurociencia para la creatividad y el autoaprendizaje", *Anthropos* (Caracas), 14, 95-124.  
---, (1989). *Comportamiento humano: nuevos métodos de investigación*. México: Trillas.  
---, (1992). El proceso creador a la luz de la neurociencia. Congreso Hispanoamericano de investigación educativa. Caracas.

- . (2010). El Proceso Enseñanza-Aprendizaje a la Luz de la Neurociencia (Aprender con todo el Cerebro) URL: [http://buscador.lanacion.com.ar/El Proceso Enseñanza-Aprendizaje.htm](http://buscador.lanacion.com.ar/El-Proceso-Enseñanza-Aprendizaje.htm). Consultado: 04/05/10.
20. Mendenhall, William et al. (1996). *Estadística Matemática con aplicaciones*. Iberoamérica. México. DF. 751p
  21. Piaget, J. (1990). *El Nacimiento de la Inteligencia en el niño*. España. Barcelona: Critica.
  22. Pujay, O y Cuevas, R. (2008). *Estadística e Investigación*. Editorial San Marcos .Lima. pag.187-193.
  23. Sarah-Jayne Blakemore/Uta Frith. (2007). *Como aprende el cerebro. Las claves para la educación*. Ariel. 2º Edición. Barcelona.
  24. Torregrosa Germán/Quesada Humberto. COORDINACIÓN DE PROCESOS COGNITIVOS EN GEOMETRIA. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática educativa*, Julio, año/vol.10, numero 002. Mexico. pp. 275-300
  25. Yaiza Martínez. Blog: Tendencias Sociales. Los conceptos geométricos son innatos en nuestra especie. Publicado en : Jueves 18 Noviembre 2010
  26. WILLGING. P. (2008). La creación matemática y el cerebro humano: preguntas intrigantes que las neurociencias comienzan a responder. II REPEM – Memorias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de La Pampa Uruguay.

### **Páginas Web**

1. [http://www.psicopatia.com.ar/noticias/avance\\_neuroimagen.html](http://www.psicopatia.com.ar/noticias/avance_neuroimagen.html).Consulta a: 13/10/2011
2. [http://weblogs.clarin.com/revistaenie-enminuscula/2010/04/01/%C2%BFpor\\_que\\_leemos/](http://weblogs.clarin.com/revistaenie-enminuscula/2010/04/01/%C2%BFpor_que_leemos/).Consulta: 09/07/2011
3. <http://neuroniendo.blogspot.com/2010/10/40-verdades-acerca-del-cerebro-o-comete.html>12/10/2011
4. [http://www.psicopatia.com.ar/noticias/avance\\_neuroimagen.html](http://www.psicopatia.com.ar/noticias/avance_neuroimagen.html).Consulta a: 13/10/2011
5. [http://www.cuantificacionquironvalencia.es/funcional\\_es.php?M1=6&M2=2](http://www.cuantificacionquironvalencia.es/funcional_es.php?M1=6&M2=2).Consulta: 13/08/2011

## ANEXOS

Instrumentos de investigación. Variable independiente. Experimental. Post Prueba

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION FACULTAD DE EDUCACION MATEMATICA, FISICA e INFORMATICA Investigación « APLICACIÓN DE LA NEUROCIENCIA EN EL APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS EN EL PLANO CARTESIANO » GUTIERREZ AYALA DANIEL- BERROCAL HINOSTROZA ABIJAEI						
INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN :						
INSTRUCCIONES: Observa una Sesión de Aprendizaje sobre geometría básica y escribe la intensidad de la calidad en la manifestación de indicadores mininos sobre la enseñanza - aprendizaje, con una equis (x).Tiempo:45 minutos.1 = Deficiente. 2 = Regular 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente						
Nº	REGIONES CEREBRALES (NEUROCIENCIA)	ESCALA				
		1	2	3	4	5
	<b>LÓBULO PARIETAL</b>					
1	Visión					
2	Recuerdo donde están los objetos					
3	Conocimiento de los números y sus relaciones					
	<b>CORTEZA PARIETAL</b>					
4	Representación del lugar donde se hallan las cosas(espacial)					
5	Coger objetos					
6	Orientaciones por nuestro entorno					
7	Donde esta cualquier cosa					
8	Prestar atención a partes determinadas del medio circundante					
9	Representación de la magnitud (numero,tiempo,espacio)					
	<b>HEMISFERIO DERECHO</b>					
10	Comparar dígitos					
11	No es capaz de identificar números escritos					
12	Puede nombrar dígitos					
13	Realizar cálculos aritméticos					
14	Puede estimar aproximaciones					
15	Creativos					
16	Intuitivos					
17	Emocionales					
18	Subjetivos					
	<b>HEMISFERIO IZQUIERDO</b>					
19	Información movimiento lado derecho del cuerpo					
20	Lenguaje(diestros)					
21	Comparar dígitos					
22	Puede Sumar					
23	Puede multiplicar					
24	Son lógicos					
25	Analíticos					

26	Dominantes					
27	Precisos					
	<b>HIPOCAMPO</b>					
28	Navegación y memoria espacial					
29	Crea y almacena mapas del espacio					
30	Almacena recuerdos espaciales					
31	Mejor memoria espacial					
32	Cuando mas utilizamos la navegación espacial, mas grande llega a ser el hipocampo posterior					

Instrumentos de investigación. Variable dependiente. Control y Experimental. Post Prueba

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION</b> <b>FACULTAD DE EDUCACION</b> <b>MATEMATICA, FISICA e INFORMATICA</b> Investigación <b>« APLICACIÓN DE LA NEUROCIENCIA</b> <b>EN EL APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS</b> <b>EN EL PLANO CARTESIANO»</b> <b>GUTIERREZ AYALA DANIEL- BERROCAL HINOSTROZA ABIJAEI</b>						
<b>INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN :</b>						
<b>INSTRUCCIONES:</b> Observa una Sesión de Aprendizaje sobre geometría básica y escribe la intensidad de la calidad en la manifestación de indicadores mínimos sobre la enseñanza - aprendizaje, con una equis (x).Tiempo:45 minutos.1 = Deficiente. 2 = Regular 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente						
Nº	APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS CAPACIDADES GEOMÉTRICAS	ESCALA				
		1	2	3	4	5
	<b>VISUALIZACION</b>					
1	Aprehensión perceptiva					
2	Aprehensión discursiva					
3	Aprehensión operativa					
	<b>RAZONAMIENTO</b>					
4	Proceso configural					
5	Proceso discursivo natural					
6	Proceso discursivo teórico					
	<b>CONSTRUCCION</b>					
7	percepción intuitiva					
8	razonamiento lógico					
9	Deducción					

## ANEXOS

Instrumentos de investigación. Variable independiente. Control. Post Prueba

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION FACULTAD DE EDUCACION MATEMATICA, FISICA e INFORMATICA Investigación « APLICACIÓN DE LA NEUROCIENCIA EN EL APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS EN EL PLANO CARTESIANO» GUTIERREZ AYALA DANIEL- BERROCAL HINOSTROZA ABIJAEI						
INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN :						
<b>INSTRUCCIONES:</b> Observa una Sesión de Aprendizaje sobre geometría básica y escribe la intensidad de la calidad en la manifestación de indicadores mínimos sobre la enseñanza - aprendizaje, con una equis (x).Tiempo:45 minutos.1 = Deficiente. 2 = Regular 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente						
Nº	CAPACIDADES MATEMÁTICAS	ESCALA				
		1	2	3	4	5
	<b>RAZONAMIENTO Y DEMOSTRACIÓN</b>					
1	Se expresa ordenando ideas en la mente para llegar a una conclusión.					
2	Estable ideas que se constituyen gracias a la capacidad de abstraer.					
3	Asume el ordenamiento de sus ideas					
4	Percibe patrones, estructuras o regularidades, ten situacionreal y simbólicos.					
5	Pregunta si esos patrones son casuales o si hay razon para que aparezcan; poder formular conjeturas y demostrarlas.					
6	Demuestra partiendo de proposiciones verdaderas, para fundamentar la veracidad de una proposición					
7	Demuestra formalmente y expresa tipos particulares de razonamiento y de justificación.					
8	Cuestiona los conocimientos recibidos con seguridad al momento de conducirse en sus propias investigaciones					
9	Discrimina la validez de argumentos y demostraciones matemáticas.					
10	Arriesga a proponer y desarrollar conjeturas mostrando solidez en el proceso argumentativo.					
11	Escoge entre varias posibilidades ,el método de demostración más adecuado para un problema en particular					
	<b>COMUNICACIÓN MATEMÁTICA</b>					
12	Se acostumbra a la escritura					
13	Desarrolla la capacidad verbal, aumentando la comprensión de los conceptos matemáticos					
14	Formula preguntas, refuta argumentos y exterioriza sus inquietudes					
15	Presenta las soluciones a los problemas y el camino que han seguido para llegar a ellas					
16	Aplica o relaciona los conocimientos adquiridos con la realidad que los circunda					
17	Valora la precisión y utilidad de la notación matemática, y la importancia en el desarrollo de ideas relacionadas con la resolución de problemas matemáticos					
	<b>RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS</b>					
18	Busca de forma consciente una acción apropiada para lograr un objetivo claramente concebido, pero no alcanzable de forma inmediata.					
19	Encuentra un camino que no se conoce de antemano, es decir, una estrategia para encontrar una solución					
20	En el camino hacia la respuesta, el estudiante participa activamente					
21	Realiza conexiones con conocimientos previamente adquiridos					
22	Arriesga nuevas propuestas, es decir, dando entrada libre a la creatividad.					
23	Obtiene nuevos conocimientos mediante la resolución de problemas diseñados según se acaba de describir					
24	Resuelve problemas que surjan tanto de la Matemática como de otros contextos.					
25	Hace un control del proceso de resolución de problemas matemáticos, propiciando la reflexión sobre el mismo.					
	<b>SUBTOTAL</b>					
	<b>TOTAL</b>					

## SESION DE APRENDIZAJE N°1: "FIGURAS GEOMÉTRICAS"

### I. DATOS INFORMATIVOS

1.1. AREA	MATEMATICA
1.2. DOCENTE	GUTIERREZ AYALA DANIEL BERROCAL HINOSTROZA ABIJAEL
1.3. CICLO	VI CICLO.
1.4. DURACION	60 minutos
1.5. FECHA	27/06/2011
1.6. TEMA DE CLASE	FORMAS GEOMÉTRICAS
1.7. TEMA TRANSVERSAL	Educación ambiental

### II. ORGANIZACIÓN DE LOS APRENDIZAJE

CAPACIDAD ESPECIFICA	VALOR	ACTITUD
Describe, explica las principales figuras geométricas, mediante las formas de Duval.	Responsabilidad	Demuestra orden al momento de graficar las principales figuras geométricas.

### III. SECUENCIA DIDACTICA

SECUENCIA	ACTIVIDADES ESTRATEGICAS	RECURSOS DIDACTICOS	TIEMPO
INICIO	<p><b>Motivación:</b> Establece el origen de las figuras geométricas, referidas a la cultura egipcia; Punto, recta, segmento, polígonos, áreas, esferas, conos, cilindros y primas.</p> <p><b>Saberes previos</b> A través de conceptos primitivos, se establecen nociones de figuras geométricas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuento: Historia de la geometría.</li> <li>- Vida y obra de Euclides, Arquímedes, René Descartes.</li> <li>- Dinámica participativa y lluvia de ideas.</li> </ul>	<p style="text-align: right;">10 min</p> <p style="text-align: right;">5 min</p>
PROCESO	<p><b>Adquisición:</b> Utilizando regla y compás, se trazan las figuras geométricas. Así como se establecen formulas básicas.</p> <p><b>Memorización</b> Los estudiantes memorizan conceptos, figuras y formulas.</p> <p><b>Recordación</b> A través de iconos, se establecen formas re recordar las figuras, formulas y trazos.</p> <p><b>Transferencia</b> El docente propone algunos ejemplos</p> <p><b>Performance</b> El docente propone algunos ejercicios prácticos a los estudiantes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dinámicas grupales e individuales, con aprendizaje activo.</li> </ul>	<p style="text-align: right;">5 min</p> <p style="text-align: right;">5 min</p> <p style="text-align: right;">5 min</p> <p style="text-align: right;">5 min</p> <p style="text-align: right;">20 min</p>
SALIDA	<p><b>Retroalimentación</b> El docente evalúa y propone actividades de autoevaluación</p> <p><b>Reforzamiento</b> El docente propone algunos ejercicios (Tarea)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dinámica individual de evaluación rápida.</li> <li>- Explicación dinámica de las tareas de reforzamiento.</li> </ul>	<p style="text-align: right;">5 min</p>
DURACION APROXIMADA DE LA SESION			60 min

#### IV. EVALUACION DE LOS APRENDIZAJE

CAPACIDAD GEOMÉTRICAS	INDICADORES	INSTRUMENTOS
VISUALIZACIÓN	Explora formas innovadoras para encontrar figuras geométricas, según los criterios de Duval.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guía práctica de ejercicios</li> <li>- Mini prueba</li> </ul>
RAZONAMIENTO	Aplica estrategias didácticas, para establecer un orden lógico a demostraciones, resolución de problemas y pensamiento ejecutivo.	
CONSTRUCCIÓN	Traza las figuras geométricas con regla y compás	

#### V. BIBLIOGRAFIA

ESTUDIANTE

Coveñas, M. (2009). Matemática 2°. Edit. Bruño.

DOCENTE

Trilce. (2010). Matemática 2°. Ediciones Alfa

GUTIERREZ AYALA DANIEL

BERROCAL HINOSTROZA ABIJAEL

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

TITULO	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO/NIVEL INVESTIGACION	METODOS	POBLACION Y MUESTRA	DISEÑO									
<p>APLICACIÓN DE LA NEUROCIENCIA EN EL APRENDIZAJE DE LAS FIGURAS GEOMETRICAS EN EL PLANO CARTESIANO</p>	<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Cómo las regiones cerebrales influyen en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b> a. ¿Cómo las regiones cerebrales: Lóbulo y corteza parietal influyen en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano? b. ¿Cómo las regiones cerebrales: Hemisferios derecho e izquierdo influyen en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano? c. ¿Cómo la región cerebral: Hipocampo influye en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Aplicar la Neurociencias en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> a. Explicar y describir cómo las regiones cerebrales: Lóbulo y corteza parietal influyen en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano b. Explicar y describir cómo las regiones cerebrales: Hemisferios derecho e izquierdo influyen en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano c. Explicar y describir cómo la región cerebral: Hipocampo influye en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL</b> Las regiones cerebrales influyen significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano</p> <p><b>HIPOTESIS ESPECIFICAS</b> a. Las regiones cerebrales: Lóbulo y corteza parietal influyen significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano b. Las regiones cerebrales: Hemisferios derecho e izquierdo influyen significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano c. La región cerebral: Hipocampo influye significativamente en el aprendizaje de las figuras geométricas en el plano cartesiano</p>	<p><b>VARIABLES</b> Variable Independiente : Regiones cerebrales (Neurociencia) Variable Dependiente: aprendizaje de las figuras geométricas</p>	<p>Nivel : Descriptivo, relacional , aplicativo</p>	<p>Hipotético deductivo. y Analítico sintético. y Inductivo deductivo y Explicativo y descriptivo Prescriptivo: Inferencial Estadístico.</p>	<p>Población: Estudiantes de la IE San Luis Gonzaga 6151, Lima VI Ciclo. Educación Básica Regular. Lima Muestra: Estudiantes de la IE San Luis Gonzaga 6151, Lima VI Ciclo. Educación Básica Regular. Todos los alumnos matriculados 2010: 1° y 2° grado de secundaria.144 estudiantes La investigación Cuasiexperimental adopta un modelo no probabilístico, al azar, sino conforme están constituidos los grupos de investigación en la IE en mención.</p>	<table border="1"> <tr> <td>RG<sub>1</sub></td> <td>O<sub>1</sub></td> <td>O<sub>2</sub></td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>RG<sub>2</sub></td> <td>X</td> <td></td> </tr> </table>	RG <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	—	—	—	RG <sub>2</sub>	X	
RG <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>															
—	—	—															
RG <sub>2</sub>	X																