

EL ÁREA DE BROCA Y EL GÉNERO

Trabajo de Fin de Grado de Psicología
Facultad de Ciencias de la Salud
Sección de Psicología y Logopedia
Universidad de La Laguna
Curso académico 2017 – 2018

Alumna: Paola Krystel Pinillos Espinoza
Tutor: Niels Janssen

INDICE

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	5
MÉTODO.....	13
RESULTADOS	16
DISCUSIÓN.....	18
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

RESUMEN

Desde hace siglos se lleva estudiando la relación entre el lenguaje y el género. La mayoría de investigaciones muestran una clara ventaja de la mujer en el lenguaje, El objetivo del estudio era investigar las diferencias de volumen del área de Broca, pars triangularis (45AB) y pars opercularis (44AB), entre hombres y mujeres. Para ello se utilizó una muestra de 60 personas (30 mujeres y 30 hombres) de las que se obtuvo imágenes de resonancia magnética del cerebro. Después se realizó una localización del área de Broca con el programa FreeSurfer y con los datos que se obtuvieron, se hizo una regresión lineal y un análisis de varianza (ANOVA) en el programa R Studio. Según los resultados “ $F(1,238) = 46.72, P < 0.001$ ” la relación entre género y volumen es significativa, siendo el volumen del área de Broca para los hombres mayor que para las mujeres. Estos resultados sugieren que sí existe una relación una relación entre el género y el volumen, pero no corroboran la dominancia de la mujer sobre el lenguaje.

Palabras Claves; Broca, Género, Volumen, MRI, Lenguaje.

ABSTRACT

The relation between language and gender has been studied for decades. Most research shows a clear advantage of women in language, emphasizing language tasks and working memory tasks. This study aims at investigating the volume differences of the Broca's area, pars triangularis (45AB) and pars opercularis (44AB), between men and women. For this end, a sample of 60 people were selected (30 women and 30 men) and with a MRI scanner, we got images of their brains. Afterwards, Broca's area was localized using a software called FreeSurfer and, with the data obtained, a linear regression and an analysis of variance (ANOVA) were made on the R Studio software. According to the next results " $F(1,238) = 46.72, P < 0.001$ " the relation between gender and volume is statistically significant, which means Broca's area volume is greater on men than on women. These results imply that a relation exists between gender and volume, but they do not corroborate women's dominance over language.

Key Words; Broca, Gender, Volume, MRI, Language

INTRODUCCIÓN

Los hombres y mujeres son muy diferentes entre sí. Las diferencias físicas entre ambos sexos son más que evidentes; el tamaño, la constitución, los órganos sexuales etc. Al igual que las diferencias de comportamiento. Al margen de las individualidades de cada persona, los estudios sobre dimorfismo sexual cerebral han intentado durante décadas descubrir las diferencias generales entre las estructuras cerebrales. Investigaciones sobre el tamaño del cerebro entre los dos sexos dan a conocer que el cerebro es un 8-10% más largo en hombres (Goldstein et al., 2001) o que en hombres adultos el cerebro es un 14% más grande que en mujeres adultas (Lenroot et al., 2007). No obstante, es un tema controvertido. En términos globales, se puede afirmar que el cerebro humano es más grande en hombres que en mujeres, pero hasta que punto se puede dar la misma explicación para las distintas estructuras más específicas del cerebro.

Existen a su vez numerosos estudios sobre las diferencias cognitivas. La mayoría de estos afirman que los hombres tienen mejor rendimiento en tareas de habilidad espacial mientras que las mujeres destacan en memoria del trabajo (Zilles et al., 2016) y también en tareas relacionadas con el lenguaje (Lin & Petersen, 1985; Levine, Huttenlocher, Taylor & Langrock, 1999; Kimura, 1999; Weissa, Kemmlera, Deisenhammer, Fleischnackera & Delazerc, 2003; Echevarri, Godoy & Olaz, 2007)

En este empeño por descubrir las diferencias más notables entre sexos, cabe destacar una función superior del ser humano: el lenguaje. Si bien los humanos no son los únicos que poseen un lenguaje, su distinción frente a otros animales (no simbólicos) se basa en su complejidad. En general se define como sistema de comunicación que se apoya en varios métodos verbales y no verbales para poder transmitir una idea. Son muchas las disciplinas que la estudian; la

lingüística, la antropología, la educación, la psicología, entre otras. Siguiendo esta línea de investigación y cómo se ha nombrado anteriormente, varios autores afirman la superioridad mujer en el lenguaje respecto al hombre. (Morriset, Barnard & Booth, 1995; Halpern & Tan, 2001; Bauer, Goldstein & Raznick, 2002) En 1975, Wada, Clark y Hamm, expusieron como el plano temporal, que abarca desde el giro superior temporal al lóbulo parietal, era asimétrico y así mismo como esta asimetría era menor en mujeres que en hombres. Esto significaba que en los hombres el hemisferio izquierdo era más grande que el hemisferio derecho. 20 años después, un estudio encontró que las mujeres tenían mayor densidad de neuronas en esta región cortical relacionada con el lenguaje (Witelson, Glezer & Kigar, 1995) al igual que una mayor proporción de materia gris comparada con los hombres en el hemisferio izquierdo, sobre todo en el área de Broca y Wernicke (Schlaepfer et al., 1995) Unos años después, otro estudio corroboró estos resultados. El volumen del área de Broca y Wernicke, regiones consideradas importantes en la producción del habla y la comprensión lingüística, eran un 20% y 18% mayor en mujeres (Harasty, Double, Halliday, Krill & McRitchie, 1997)

El área de Broca

Dentro de este campo de estudio, hay dos áreas que se nombran desde del siglo XIX, área de Broca y el área de Wernicke.

En 1861, Paul Broca (1824 – 1880) presentó a sus contemporáneos un estudio sobre el paciente llamado Louis Victor Leborgne. Durante 21 años, Leborgne sufría una alteración severa en el lenguaje oral, en concreto, Leborgne sólo podía producir la palabra “TAM” No obstante, Broca observó que su comprensión del lenguaje no parecía tener una alteración como su producción del habla, puesto entendía la mayoría de preguntas que el mismo Broca le planteaba y podía responder mediante lenguaje no verbal. Tras un análisis post mórtem del paciente, Broca

observó una lesión cerebral en la tercera circunvolución frontal izquierda, como el había previsto anteriormente. Gracias a esta evidencia, el área de Broca recibe su nombre (véase figura 1). Su localización se encuentra en la región situada en lóbulo frontal izquierdo del cerebro. Su ubicación según el mapa de Brodmann está en la tercera circunvolución frontal del hemisferio izquierdo, por encima de la Cisura de Silvio. Corresponden a las áreas de Brodmann 44 (pars opercularis) y 45 (pars triangularis) véase figura 1, (Brodmann, 1909; Junqué, C. & Barroso Ribal, 2010).

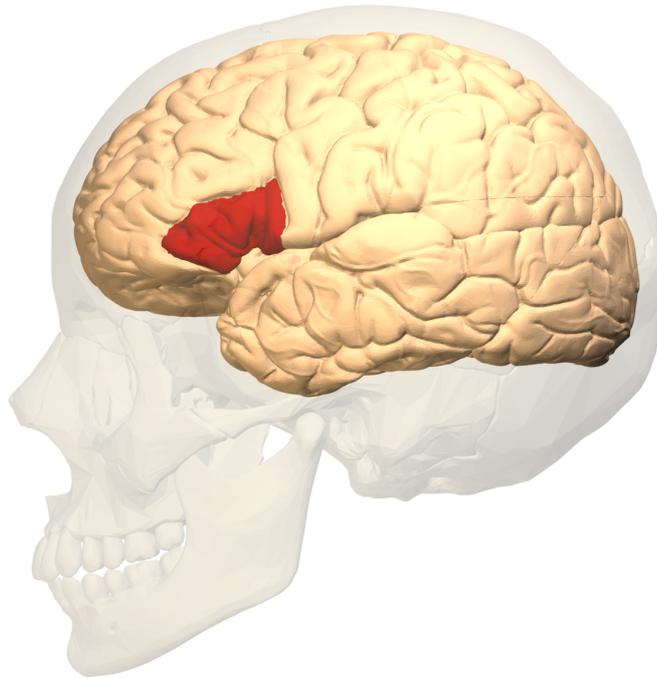


Figura 1. Señalada el área de Broca.

Por otra parte, Carl Wernicke (1848 – 1905) encontró cómo lesiones causadas en una región distinta al área de Broca, también alteraban el habla. Esta fue nombrada el área de Wernicke, la cual se localiza en la superficie superior del lóbulo temporal y está conectada con el área de Broca.

El área de Broca está relacionada con la producción y comprensión de estructuras sintácticas. Concretamente, las funciones de estas áreas son: la formulación verbal (morfosintaxis), el procesamiento de verbos, la planificación y programación motora de habla. Controla los movimientos de la cara y boca para poder articular palabras. Al igual que en tareas de lectura de palabra y pseudopalabras, se ha encontrado que la región más dorsal y posterior del córtex frontal inferior izquierdo (pars opercularis) tenía una mayor activación, apoyando así la idea de que el AB 44 estaría implicado en la recodificación fonética del input ortográfico durante la lectura. En cambio, el AB45 muestra más activación a la hora de tomar una decisión semántica ante estímulos presentados o ante palabras de baja frecuencia léxica. (Fiebach, Friederici, Muller & von Cramon, 2002; (Kronbichler et., 2004; Gitelman, Nobre, Sonty, Parrish & Mesulam, 2005). Recientemente también se la relaciona con la memoria del trabajo (Santi & Grodzinsky, 2007; Rogalsky, Matchin & Hickok, 2008).

Una de las técnicas más antiguas que se utilizan para la relación del cerebro y el lenguaje es la correlación de las lesiones en determinadas áreas con las alteraciones de las funciones del lenguaje. Estas alteraciones llevan el nombre de afasias.

La Afasia

Las Afasias se definen como alteraciones del lenguaje en consecuencia a un daño cerebral adquirido, donde la severidad depende del área afectada y sucede después del desarrollo de las habilidades lingüísticas básicas. Es un problema del procesamiento lingüístico, por lo que un problema en la percepción o motor no son verdaderas afasias.

El estudio de afasias se remonta al siglo XVIII, donde sólo se conocían casos aislados, y su propia escases dificultó el planteamiento de un modelo teórico. No es hasta el siglo XIX, cuando Broca consigue poner en manifiesto la importancia en la relación entre las áreas del cerebro y el lenguaje. Además de recibir su nombre el área de Broca, las características que encontró en los pacientes lesionados pasaron a llamarse Afemia (en la actualidad, su nombre es Afasia). Los pacientes con Afasia de Broca tienen en común un habla poco fluida, lenta con pausas entre las palabras y las frases cortas. En su definición más actual, se define a la afasia de Broca como una alteración del habla, donde el discurso es lento, agramático y a veces con discurso telegramático. Su vocabulario es pobre e insisten en utilizar las mismas palabras, teniendo largas pausas entre frases. Años después, Carl Wernicke daría a conocer la existencia de otro tipo de afasia, la de Wernicke; los pacientes presentaban un lenguaje fluido, pero no tenía coherencia, por lo que era una alteración en la comprensión. Sobre la base de estas dos afasias, una motora y otra sensorial, uniría también la afasia de conducción. La lesión de la conexión entre Broca y Wernicke causaría un problema en la expresión, pero no en la comprensión.

En 1885, Lichtheim (1845 -1928) abarcaría esta propuesta para presentar otros tipos de afasia. Junto a Carl Wernicke añadió 4 más afasias. Su origen estaba 5 áreas asociadas al lenguaje, aparte del área de Wernicke y de Broca, destacó el área conceptual, la musculatura oral y la audición periférica. Cuando la lesión era entre el área de Broca y el área conceptual se llamaba afasia motora transcortical; cuando la afasia era entre el área de Broca y la musculatura oral, se llama subcortical motora; si la lesión es entre la conexión del área de Wernicke y el área conceptual, se refiere a la afasia sensorial transcortical; y, por último, cuando la lesión es entre las conexiones del área de Wernicke y la audición periférica, se refiere a la afasia sensorial subcortical.

Es a partir de los años 60, cuando N. Geschwind (1926 – 1984) retoma los estudios sobre afasias y crea un nuevo modelo con nuevas evidencias sobre la organización cerebral. A las áreas Broca y Wernicke, le añade el fascículo arqueado (conecta estas dos áreas) y el giro angular (su localización es en el área 39 de Brodmann) (véase figura 2).

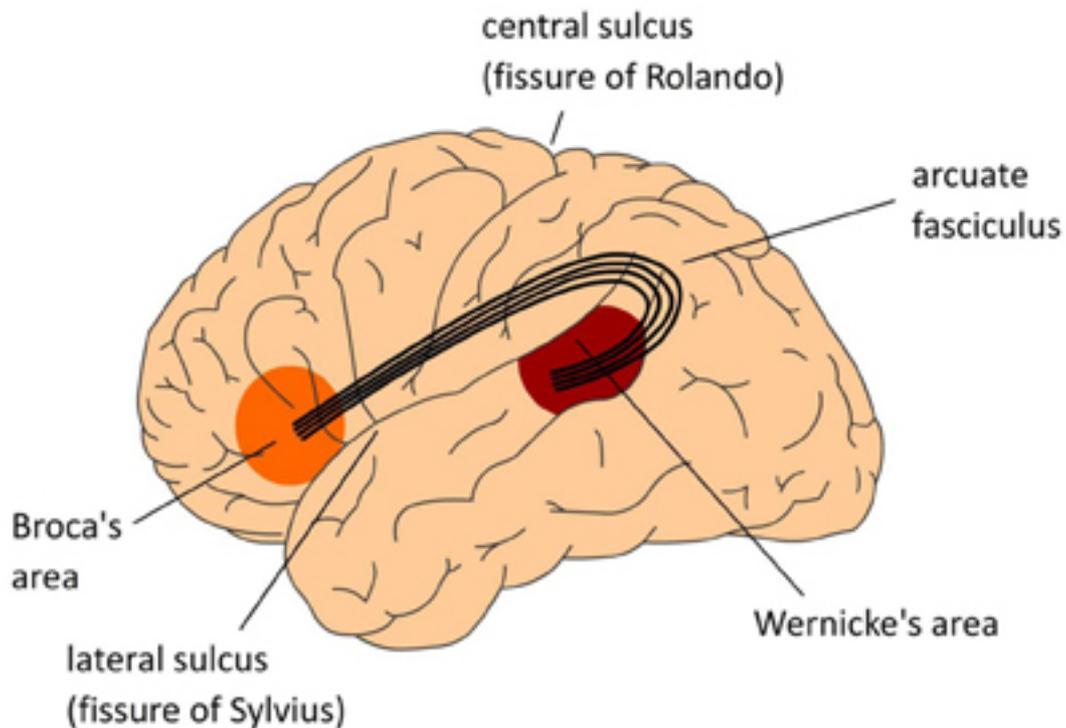


Figura 2. Modelo Lichtheim – Geschwind.

En contraposición a estos modelos, Mesulam (1990) niega que solo unos pocos centros cerebrales se ocupen del lenguaje y sugiere que el lenguaje está constituido por múltiples redes neuronales constituidas por diversas regiones corticales y subcorticales, como también por sus conexiones entre ellas. Mesulam cree que es un error atribuir una función completa a una única área. Por otra parte, Damasio (en línea con la idea general de Mesulam) en los años 1989 y

1992, sugiere el concepto sustrato neural. Este se compone de sistemas que se influyen entre sí:

- Sistema perisilviano anterior.
- Sistema perisilviano posterior.
- Fascículo arqueado.
- Cortéx frontal medial.
- Cortéx temporal anterior izquierdo.
- Núcleos subcorticales.

Actualmente, son 6 los tipos de afasia.

- Afasia de Broca
- Afasia de Wernicke
- Afasia de Conducción
- Afasia Global
- Afasia Transcortical
- Afasia Anómica

Es importa destacar que la definición de la afasia de Broca en la actualidad es diferente a la definición de la afasia de Broca que se dio en el siglo XIX. Paul Broca llamó afemia a la afasia que él pensaba que sólo ocupaba las estructuras que había localizado, mientras que, en la actualidad, se ha descubierto que la afasia de Broca involucra las regiones 44AB y córtex frontal adyacente (habitualmente la zona prerrolándica inferior, extendiéndose hacia la ínsula y la sustancia blanca periventricular subyacente) (Dronkers, Plaisant, Iba-Zizen & Cabanis,

2007). La lesión restringida en las áreas 44 y 45 de Brodmann causaría una leve alteración en el habla no fluida, oraciones cortas y un leve agramatismo (Benson & Ardila, 1996).

Diferencias de género.

La presente investigación intenta profundizar en la relación del lenguaje y el género, y su correlación sobre una en la otra. Las investigaciones pasadas dan una clara ventaja a las mujeres comparadas con los hombres. Frecuentemente, se da testimonio que las mujeres tienen un rendimiento superior en distintas tareas relacionadas con el lenguaje (Hyde & Linn, 1988) y que este rendimiento converge en su mayor volumen en las distintas estructuras que se ocupan de la habilidad verbal (Harasty, Double, Halliday, Krill & McRitchie, 1997). Las mujeres tienen una mayor densidad de neuronas en el plano temporal asociado al lenguaje (Witelson, Glezer & Kigar, 1995) y una mayor densidad de materia gris en la gran mayoría de regiones corticales (Gur et al., 1999) Aunque estudios de la misma naturaleza, realizados con un menor número de personas, den más relevancia a la materia blanca que a la materia gris (Passe et al., 1997).

De igual manera, todos estos estudios se relacionan con la mayor bilateralización de las mujeres. El hemisferio izquierdo suele ser mayor tanto en mujeres como en hombres, pero esta asimetría es menos frecuente en mujeres (Witelson & Kigar, 1992). McGlone (1980) ya había descubierto este patrón de asimetría, además de añadir que era una de las razones por la cual existían evidencias donde las lesiones izquierdas tenían un agravante mayor en el lenguaje de hombres. Los hombres tardaban más en recuperar parte de su habilidad verbal mientras que las mujeres con un lenguaje más repartido, eran menos propensas a sufrir afasias.

No obstante, otros autores han cuestionado este patrón de superioridad de la mujer en el lenguaje. Para ellos, muchos de estos estudios se basan en resultados con diferencias mínimas entre los dos grupos (Hyde, 2006; Hyde & Linn, 2006), donde la proporción del tamaño del cerebro en la muestra no se ha controlado entre hombres y mujeres (Filipek, Richelme, Kennedy & Caviness 1994; Blatter et., al, 1995) o con muestras relativamente pequeñas. En estudios con muestras mayores, se ha encontrado una mayor densidad de materia gris y materia blanca en hombres que en mujeres (Peters et al., 1998)

En este contexto, la hipótesis que se plantea es si la variable de género influirá en el volumen de las estructuras corticales, es decir, si existe una diferencia significativa en el volumen del área de Broca según el género. Para ello se comparará los volúmenes de la estructura del área de Broca sobre un grupo de personas, en este caso, entre hombres y mujeres.

MÉTODO

Participantes

La muestra está formada por 60 personas sanas, 30 mujeres y 30 hombres. El rango de edad de los participantes comprende entre los 19 años de edad y los 60 años de edad. Al igual que se les separó entre mayores y jóvenes, siendo mayores los que superaban los 20 años de edad y menores los que no. La categoría “mujeres mayores” tiene una media de 35,4 y a su vez, la categoría “mujeres jóvenes” tiene una media de 19,3. En cambio, las categorías “hombres mayores” y “hombres jóvenes” tienen medias de 38,6 y 19,3 respectivamente. La lateralidad de 59 participantes es diestra, sólo en un participante su lateralidad es contraria.

Instrumentos

Para el presente estudio se proporcionó por el tutor académico una base de datos compuesta por imágenes de resonancia magnética perteneciente a participantes de una investigación anterior. Estas imágenes fueron añadidas a un programa para su posterior localización. El programa utilizado para el análisis de estas imágenes fue el llamado FreeSurfer (véase figura 3). Este es un programa creado por el Centro Martinos en el Hospital General de Massachusetts, Estados Unidos. Su principal objetivo es el mapeo cerebral funcional, conjunto de técnicas de localización, y el análisis de los distintos tipos de estructuras cerebrales.

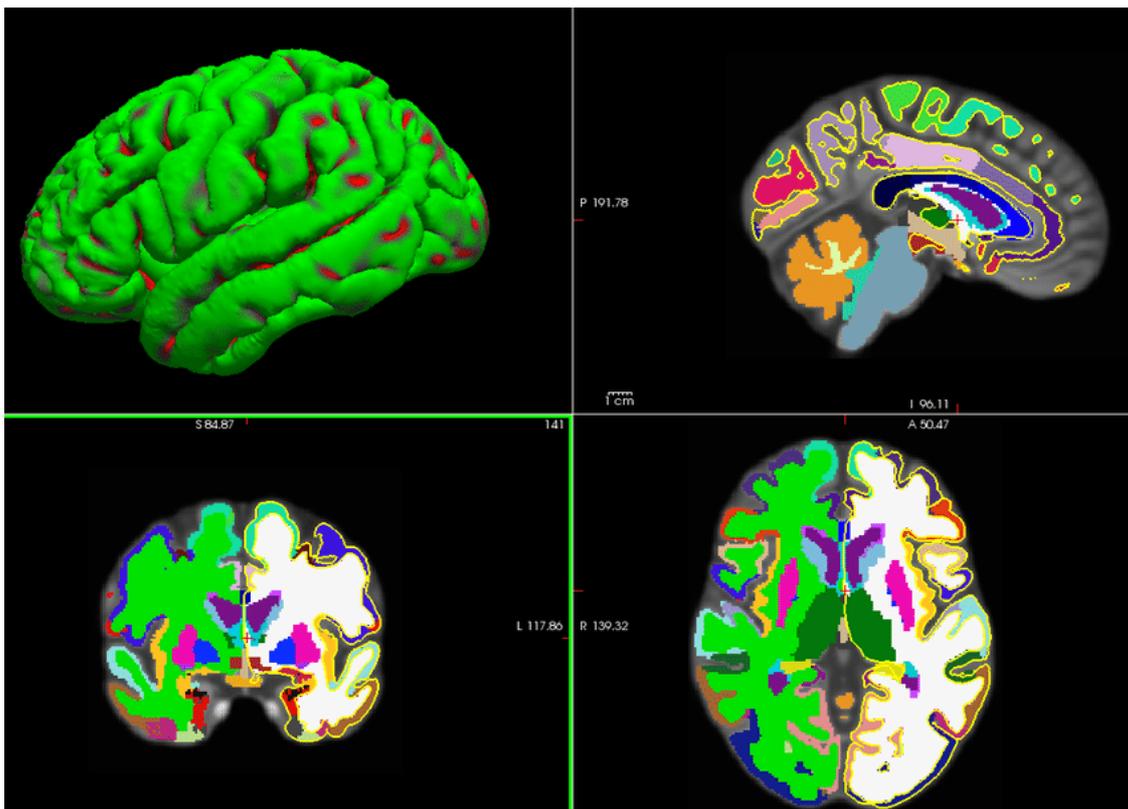


Figura 3. Imágenes del programa FreeSurfer

Por otro lado, para el análisis estadístico de estos datos, se utilizó el programa R Studio. Creado por JJ Allaire en el año 2011, R Studio es un entorno de desarrollo integrado (IDE) para el lenguaje de programación utilizado por el software libre R.

Diseño

Para el tratado de datos, se realizó una regresión lineal y un análisis de varianza (ANOVA) con el programa R Studio.

Procedimiento

Cómo se ha mencionado anteriormente, la base de datos fue proporcionada de una investigación anterior al presente estudio. Participaron 60 sujetos sanos de edades entre 19 y 60 años, determinadas para controlar la correlación edad/género. Se les separó según su género y edad en distintos rangos (hombre-mayor, hombre-joven, mujer-mayor y mujer-joven).

A continuación, se obtuvieron imágenes de resonancia magnética de sus cerebros y se añadieron al programa FreeSurfer (v6.0) para poder localizar las estructuras y adquirir los datos sobre el volumen de cada una de ellas. Teniendo los datos, estos se recopilaron en una base para poder manipularse en el programa R Studio.

En Rstudio, se localizó las estructuras '*pars triangularis*' y '*pars opercularis*'³, que corresponden al área de Broca (45 AB y 44 AB). Para ello se utilizó el siguiente comando “`ff = df[df$structure == “parstriangularis_volume” / df$structure == “parsopercularis_volume”,]`”

Ya seleccionada las estructuras corticales deseadas, se realizó una simple regresión lineal “`mod = lm`” con las variables volumen y sexo “`volumen – sexo, data =ff`”. Después se complementó

con un análisis de varianza (ANOVA) “anova=mod” para poder confirmar si la hipótesis era significativa.

Por último, también se realizó un gráfico de barras “(barplot)” (véase figura 6) para la mejor comprensión de los resultados. Para seleccionar esta gráfica se utilizó el comando “prom = with (ff, tapply(volumen, sexo, mean)) y el comando barplot (prom, main= “Diferencia entre géneros”, col = “rainbow”(2), ylab= Volumen’)” en R.

RESULTADOS

Los resultados se presentan según la información obtenida gracias al análisis de regresión lineal y al análisis de varianza (ANOVA) realizado en R Studio.

Según los resultados, existe un mayor volumen del Área de Broca en hombres que en mujeres, [F(1,238) = 46.72, P < 0.001] (véase tabla 1 y 2), por lo que se considera que existe una diferencia significativa y podemos afirmar según los datos de la investigación que el género influye en el volumen de las estructuras corticales (véase figura 9).

COEFICIENTES

	Estimate	Std.	Error	T value	Pr (> t)
Intercept	4166.52		74.75	55.737	<2e-16
sexoV	772.58		105.72	6.835	6.83e-11
Signif. Codes: 0, 0.001, 0.01, 0.05, 0.1, 1					
Residual standard error: 818.9 on 238 degrees of freedom					
Multiple R-squared: 0.1641, Adjusted R-squared: 0.1606					

F-statistic: 46.72 on 1 and 238 DF, p-value: 6.8283-11

Tabla 1. Regresión lineal y coeficientes en R. F: 46,72.

ANÁLISIS DE VARIANZA

Volumen					
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Sexo	1	31326878	31326878	46.718	
Residuals	238	159593348	670560		
Signif. Codes: 0, 0.001, 0.01, 0.05, 0.1					

Tabla 2. Análisis de Varianza (ANOVA) en R.

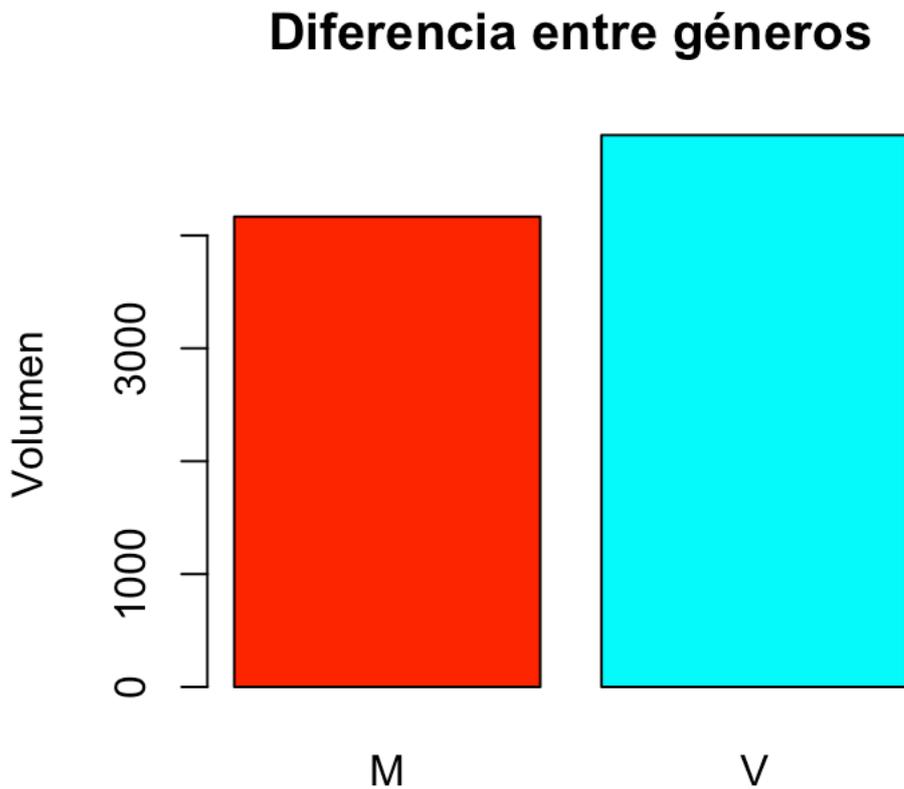


Figura 9. Gráfica de barras representando el volumen entre mujeres y hombres (señalado con el nombre v por varón) Se puede distinguir una puntuación mayor en el volumen de hombres respecto a las mujeres. $V > M$.

DISCUSIÓN

La hipótesis de la investigación era comprobar si existen diferencias significativas entre el volumen y el género. A su vez, otra de las hipótesis era averiguar si era concluyente que las mujeres tendrán un volumen mayor en el área de Broca, relacionada con la articulación del lenguaje. Se esperaba encontrar una diferencia en el volumen de las estructuras cerebrales, y a su vez, debido a la aparente habilidad de la mujer en el lenguaje, un mayor volumen que explicara su ventaja. Esta expectativa se cumplió a la hora de referirnos a diferencias

significativas entre las dos poblaciones. Sin embargo, se observó que la muestra de hombres poseía un volumen mayor en el área de Broca, contradiciendo así investigaciones pasadas donde se observaba una ventaja de la mujer sobre el hombre (Harasty et al., 1997).

En este estudio se da la contradicción que las mujeres poseen menor volumen en las áreas pars triangularis (45AB) y pars opercularis (44AB), esto podría significar que su ventaja en tareas de lenguaje se sustenta en la utilización de otras zonas de la estructura cerebral a la hora de rendir en distintas pruebas de lenguaje. Las mujeres se ayudarían de otros medios para resolver las pruebas, es decir, se ayudarían de su mayor bilateralización (Witelson & Kigar, 1992). En cambio, en el presente estudio que los hombres tengan un mayor volumen en estas estructuras no significaría que su rendimiento fuera mejor en tareas del lenguaje, pero se pondría en manifiesto una conexión con otras investigaciones donde los hombres con lesiones en estas áreas tardarían más en recuperarse de ellas. Al igual que afectarían a más habilidades verbales de ellos que en mujeres. Por lo tanto, se relacionaría con el hecho de que los hombres son más asimétricos que las mujeres.

Investigaciones pasadas

Son varias los estudios donde se observa que la mujer tiene un mejor rendimiento en lenguaje (Morriset et al., 1995; Bauer et al., 2002) por lo que se sugirió como la posible explicación para encontrar un mayor volumen en estructuras relacionadas con el lenguaje (Harasty et al., 1997), así como una mayor densidad de materia gris (Gur et al., 1999; Luders et al. 2006) y un mayor número de neuronas (Witelson et al., 1995). No obstante, también se encontró estudios que contradecían estas conclusiones. Refiriéndose a que las muestras pequeñas no eran extrapolables a una población mayor y los resultados que se obtenían, dónde existían

diferencias, variaban muy poco por lo que las puntuaciones no se podían considerar como significativas (Hyde, 2006; Hyde & Linn, 2006). Semejante a estos errores, también se podría encontrar que la mayoría de estos estudios no habían controlado la variable edad que converge con el género, ni el tamaño relativo de los cerebros de la muestra. Ya que, en términos generales, los cerebros de los hombres son más grandes, por lo que es lógico concluir que con ello también la mayoría de sus estructuras (Goldstein et al., 2001)

Limitaciones en el estudio.

En el presente estudio al igual que los anteriores, presenta ciertas limitaciones. Sería conveniente repetir la investigación con un control de la proporción media de los cerebros de los participantes, puesto el hombre al ser más corpulento que la mujer, tendrá un mayor volumen del cerebro y, por consiguiente, unas estructuras mayores.

Otro de los puntos a investigar, sería hacer un estudio más amplio respecto a la relación entre rendimiento y el volumen de las áreas. Este estudio solo se centra en el volumen de las estructuras cerebrales, pero no en una relación real entre volumen y eficacia. Para poder concretar qué tipos de estructuras se activan al realizar un tipo determinado de tareas, se debería primero precisar la habilidad que se quiere investigar y así señalar la estructura predominante a la que esta activa. Al igual que marcar los parámetros dónde se considere la diferencia significativa, es decir, eficaz entre los participantes de los estudios, evitando las pequeñas variaciones de puntuaciones. Sin olvidarse de las variables que convergen con el sexo de los sujetos, cómo la edad y el nivel de estudio.

Por último, también debería aumentarse el número de sujetos expuestos en el estudio. Así se podría extrapolar los participantes a una población mayor.

Conclusión

La finalidad de la presente investigación era averiguar si la relación entre el género y el volumen del área de Broca (44AB y 45AB) era significativa. Los objetivos que se marcaron en el estudio eran que, según la hipótesis y las investigaciones precedentes, se vería una diferencia entre los resultados por lo que no era extraño precisar que esta diferencia sería significativa. Según los resultados del presente estudio esta relación dio significativa “ $F(1,238) = 46.72, P < 0.001$ ” y muestra un mayor volumen del área de Broca de los hombres que de las mujeres. A pesar de ello, siguiendo la línea de investigaciones anteriores sobre la diferencia de las distintas áreas del lenguaje según sean hombre o mujeres, estas exponen una ventaja de las mujeres respecto a los hombres. En este estudio se obtienen resultados que difieren de los antecedentes; sin embargo, estos antecedentes en su mayoría se ven limitados por las muestras (pequeñas) y por la poca exigencia a la hora de aceptar la disparidad de las puntuaciones de un grupo y otro. Los hombres tienen un volumen mayor, pero esto no confirma ni pluraliza que su rendimiento en el lenguaje sea superior, solo que la diferencia existe.

Es oportuno señalar que, en las posibles siguientes investigaciones, donde además de obtenerse el volumen del pars triangularis y pars opercularis, se debería sopesar su relación con el lenguaje en base a la realización de múltiples tareas para evaluar que aptitud activa las áreas 44AB y 45AB, y delimitar su asociación con el rendimiento. Además de crear una base de datos con un mayor número de sujetos e intentar eliminar las limitaciones que se han obtenido previamente. En definitiva, las mujeres y los hombres son en sí distintos, y podemos observar

una diferencia de volumen entre las secciones del cerebro, pero ¿hasta qué punto esta diferencia se puede generalizar?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bauer, D.J., Goldfield, B.A., y Reznick, J.S. (2002). Métodos alternativos para analizar las diferencias individuales en la tasa de desarrollo temprano del vocabulario. *Appl Psycholinguist*, 23 (3), 313-335.

Benson D. F., Ardila A. (1996). *Aphasia: A clinical perspective*. New York, NY: Oxford University Press.

Blatter, D.D., Bigler, E.D., Gale, S.D., Johnson, S.C., Anderson, C.V., Burnett, B.M., ...Horn, S.D. (1995). Quantitative volumetric analysis of brain MR: normative database spanning 5 decades of life. *Am J Neuroradiol*, vol. 16 (pp. 241-251).

Broca, M.P. (1861). Remarques sur le siege de la faculte du langage articule, suivies d'une observation d'aphemie (Perte de la Parole). *Bull Mem Soc Anat Paris*, 36, 330–357.

Brodmann, K. (1909). *Vergleichende Lokalisationslehre der Großhirnrinde in ihren Prinzipien dargestellt auf Grund des Zellenbaues*. Leipzig: Barth JA.

Dronkers, N.F., Plaisant, O., Iba-Zizen, M.T., Cabanis, E.A. (2007) Paul Broca's historic cases: high resolution MR imaging of the brains of Leborgne and Lelong. *Brain* May, 130(Pt 5):1432-41.

Echavarri, Maximiliano., Godoy, Juan Carlos., y Olaz, Fabian (2007). Diferencias de género en habilidades cognitivas y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Universidad de Psicología Bogotá (Colombia)*, 6 (2), 319-329.

Fiebach, C.J., Friederici A.D, Muller, K., von Cramon, D.Y. (2002). fMRI evidence for dual routes to the mental lexicon in visual word recognition. *J Cogn Neurosci*, 14 (1), 11-23.

Filipek, P.A., Richelme, C., Kennedy, D.N., & Caviness, V.S.Jr. (1994). The young adult human brain: an MRI-based morphometric analysis. *Cereb Cortex*, vol. 4 (pp. 344-360).

Gitelman, D.R., Nobre, A.C., Sonty, S., Parrish, T.B., & Mesulam, M. (2005). Language network specializations: an analysis with parallel task designs and functional magnetic resonance imaging. *Neuroimage*. 26, 975-85.

Goldstein, J.M., Seidman, L.J., Horton, N.J., Makris, N.K., Kennedy, D.N., Caviness, V.S., Tsuang, M.T., (2001). Normal sexual dimorphism of the adult human brain assessed by in vivo magnetic resonance imaging. *Cerebral Cortex*, 11, 490–497.

Gonzales, R., y Hornauer-Hughes, A. (2014). Cerebro y Lenguaje. *Revista Hospital Clínico Universidad de Chile*, 25, 143-153.

Gur, R.C., Turetsky, B.I., Matsui, M., Yan, M., Bilker, W., Hughett, P., & Gur, R.E. (1999). Sex differences in brain gray and white matter in healthy young adults: correlations with cognitive performance. *J. Neurosci*, 19, 4065–4072.

Halpern, D.F., & Tan, U., (2001). Stereotypes and steroids: using a psychobiosocial model to understand cognitive sex differences. *Brain Cogn*, vol. 45 (pp. 392-414).

Hyde, J. S., & Linn, M. C. (1988). Gender differences in verbal-ability - a meta-analysis. *Psychol. Bull.* 104, 53–69. doi: 10.1037/0033-2909.104.1.5

Junqué, C. and Barroso Ribal, J. (2010). *Manual de neuropsicología*. Madrid: Síntesis, pp.135 - 154.

Kimura, D. (2000). *Sex and Cognition*. Cambridge: MIT Press.

Kronbichler, M., Hutzler, F., Wimmer, H., Mair, A., Staffen, W., & Ladurner, G. (2004). The visual word form area and the frequency with which words are encountered: evidence from a para- metric fMRI study. *Neuroimage*, 21(3), 946-53.

Lenroot, R.K., Gogtay, N., Greenstein, D.K., Wells, E.M., Wallace, G.L., Clasen, L.S., Blumenthal, J.D., ... Evans, A.C. (2007). Sexual dimorphism of brain developmental trajectories during childhood and adolescence. *NeuroImage* 36, 1065–1073.

Luders, E., Narr, K. L., Thompson, P. M., Rex, D. E., Woods, R. P., & Deluca, H. (2006). Gender effects on cortical thickness and the influence of scaling. *Hum. Brain Mapp*, 27, 314–324. doi: 10.1002/hbm.20187.

Morisset, C.E., Barnard, K.E., & Booth, C.L. (1995). Toddlers Language-Development - Sex-Differences within Social Risk. *Dev Psychol*, 31(5), 851–865.

Passe, T.J., Rajagopalan, P., Tupler, L.A., Byrum, C.E., Macfall, J.R., & Ranga Rama Krishnan, K. (1997). Age and sex effects on brain morphology. *Prog. Neuro-Psychopharmacol. Biol. Psychiat*, 21, 1231–1237.

Peters, M., Jäncke, L., Staiger, J.F., Schlaug, G., Huang, Y., & Steinmetz, H. (1998). Unsolved problems in comparing brain sizes in Homo sapiens. *Brain Cognition*, 37, 254–285.

Rogalsky, C., Hickok, G. (2011). The role of Broca's area in sentence comprehension. *J Cogn Neurosci*, 23, 1664-1680.

Santi, A., & Grodzinsky, Y. (2007). Working memory and syntax interact in Broca's area. *NeuroImage*, 37 (1), pp. 8-17.

Schlaepfer, T.E., Harris, G.J., Tien, A.Y., Peng, L., Lee, S., & Pearlson, G.D. (1995). Structural differences in the cerebral cortex of healthy female and male subjects: a magnetic resonance imaging study. *Psychiatry Rep*, Sep 29; 61(3), 129-35.

Wada, J.A., Clarke, R., & Hamm, A., (1975). Cerebral hemispheric asymmetry in humans. *Arch Neurol*. 32: 239-46.

Weissa, E. M., Kemmler G., Deisenhammer E. A., Fleischhacker W. & Delazer M. (2003). Sex Differences in Cognitive Functions. *Personality and Individual Differences*, 35, 863-875.

Witelson, S.F., & Kigar, D.L. (1992). Sylvian fissure morphology and asymmetry in men and women: bilateral differences in relation to handedness in men. *J Comp Neurol*, 323(3), 326–340. doi:10.1002/cne.903230303.

Zilles, D., Lewandowski, M., Vieker, H., Hensler I., Diekhof, E., Melcher, T., & Gruber, O. (2016). Gender differences in verbal and visuospatial working memory performance and networks. *Neuropsychobiology*, 73, 52–63.