



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

**FACULTAD DE MEDICINA.**

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN NEURORRADIOLOGÍA  
INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y  
NEUROCIRUGÍA “DR. MANUEL VELASCO SUAREZ”  
DEPARTAMENTO DE NEUROIMAGEN.

**“Patrón de Actividad cortical registrada  
por Resonancia Magnética funcional en  
respuesta a un estímulo auditivo del  
nombre propio”**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**ESPECIALISTA EN NEURORRADIOLOGÍA**

PRESENTA:

**DR. ARTURO GARCÍA MARQUEZ.**

**TUTOR. DR. ROGER CARILLO MEZO.**

México D.F.

AGOSTO 2009



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

Dedicatoria.

A Dulce, el motor que me impulsa cada día. Incondicional, incansable a pesar de todo, a mi amor, mi conjuro contra la mala jornada.

Te amo.

INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGIA Y NEUROCIRUGIA  
"MANUEL VELASCO SUAREZ"

---

Dr. Ricardo Colín Piana.  
Director de enseñanza INNN "MVS"

---

Dr. Jesús Rodríguez Carbajal.  
Profesor Titular de la Subespecialidad de Neurorradiología. INNN "MVS"

---

Dr. Roger Carrillo Mezo.  
Tutor de Tesis. Neurorradiólogo INNN "MVS"

---

Dr. Arturo García Marquez  
Autor.

Tesis de Neurorradiología

“Patrón de Actividad cortical registrada por Resonancia Magnética funcional en respuesta a un estímulo auditivo del nombre propio”

**AUTOR:**

Dr. Arturo García Marquez.

**INSTITUCIÓN:**

Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Dr. Manuel Velasco Suárez”  
(INNN “MVS”)

**TUTOR:**

Dr. Roger Carrillo Mezo.

Neurorradiólogo, Departamento de Neuroimagen, INNN “MVS”.

**COAUTORES:**

Dra. Dulce María Bonifacio Delgadillo.

Residente de Neurorradiología Departamento de Neuroimagen, INNN “MVS”

## Índice.

1.	Abreviaturas.	1.
2.	Resumen.	2.
3.	Título.	3.
4.	Justificación.	9.
5.	Pregunta de investigación.	10.
6.	Hipótesis.	10.
7.	Objetivos.	10.
8.	Materiales y métodos.	11.
9.	Procedimientos.	11.
10.	Criterios de inclusión, exclusión y eliminación.	12.
11.	Variables.	12.
12.	Análisis estadístico.	13.
13.	Aspectos éticos y de bioseguridad.	13.
14.	Consideraciones financieras.	13.
15.	Resultados.	14.
16.	Discusión.	19.
17.	Figuras.	20.
18.	Anexos.	22.
19.	Bibliografía.	23.

## Abreviaturas.

EEG: Electroencefalografía.

MEG: Magnetoencefalografía.

PRE: Potenciales Relacionados a Eventos.

PE: Potenciales evocados.

RMF: Resonancia magnética funcional.

RM: Resonancia Magnética.

BOLD: Del ingles Blood Oxygen Level Dependent. Imagen de resonancia magnética con contraste dependiente del nivel de oxigenación de la sangre .

IRM-EG: Imágenes de Resonancia Magnética de Eco de Gradiente .

EPI: del ingles, Eco Planar Imaging.

SNC: Sistema Nervioso Central.

FSCr: Flujo Sanguíneo Cerebral relativo.

CPF: Corteza prefrontal.

## Resumen.

**Antecedentes.** Las diferentes definiciones de conciencia implican en la mayoría de los casos la percepción del sujeto sobre “*sí mismo*”. Existen distintos estados de alteración de la conciencia o del nivel de conciencia y patología en los que la percepción sobre “*sí mismo*” puede estar alterada.

**Metodología.** Se estudiaron 17 sujetos mediante RM funcional con un paradigma auditivo con diseño de bloques alternados de actividad consistente en un estímulo de sus nombres propios y otros sustantivos que el sujeto identificó consigo mismo, y otro bloque de reposo consistente en un estímulo auditivo de otros sustantivos y palabras no relacionados y monosílabos carentes de significado.

**Resultados.** Se realizaron un total de 22 adquisiciones, de las cuales solo 13 cumplieron los requisitos para ser procesados mediante el software Brainwave. De este modo en el hemisferio izquierdo se encontraron 11 sujetos que presentaron activación de la circunvolución frontal inferior, 10 sujetos activaron la 2ª circunvolución temporal, 8 sujetos activaron la 1ª. circunvolución temporal y la circunvolución frontal medial. Las áreas que más frecuentemente se activaron en el hemisferio derecho estuvieron representadas por las circunvoluciones frontal inferior en 12 sujetos, 3ª temporal en 7 sujetos y las circunvoluciones 2ª temporal, frontal medial y frontal media en 6 sujetos.

**Conclusión:** Este estudio pretendió establecer un paradigma auditivo que permita el estudio de la conciencia del sujeto, particularmente de su percepción sobre sí mismo mediante el uso de estímulos auditivos y demostró actividad en la corteza cerebral de región frontal medial y en la ínsula relacionadas con la identificación del “*si mismo*” o identidad de un sujeto.

1. Título:

Patrón de Actividad cortical registrada por Resonancia Magnética funcional en respuesta a un estímulo auditivo del nombre propio.

## 1. Antecedentes:

### Conceptos de conciencia.

Etimológicamente la conciencia tiene su origen en la raíz latina *conscio*, formada por la unión de *cum* que significa “con” y *scio*, que significa “saber”. En su sentido latino original, ser consciente de algo era tener conocimiento de eso, de alguien más o de sí mismo. El diccionario de la Real Academia Española de la Lengua define conciencia en dos de sus acepciones como la actividad mental a la que solo puede tener acceso el propio sujeto y el acto psíquico por el que un sujeto se percibe a sí mismo en el mundo (1). En el campo de las neurociencias la conciencia es el estado en el cual el individuo tiene conocimiento de sí mismo y del ambiente; el coma es el estado opuesto. Entre estos dos extremos se encuentra un espectro de alteraciones del estado de conciencia que Plum divide en: a) Agudas: Confusión, delirium, obnubilación, estupor y coma; y b) Subagudas y crónicas: Demencia, hipersomnias, estado vegetativo y coma (2).

### Los significados de conciencia:

- a. Conciencia como el estado de despierto: En la práctica neurológica diaria la conciencia es equivalente al estado de despierto, y las habilidades para percibir, interactuar y comunicar con el medio y con los demás de la forma integrada que el estado de despierto implica normalmente. La conciencia en este sentido es una cuestión de grado: el rango de los estados de conciencia varía desde el estado de despierto hasta el coma. Estos estados pueden ser definidos objetivamente, usando criterios conductuales como aquellos aportados por la escala Glasgow de coma.
- b. Conciencia como experiencia: Conciencia en su primer sentido es la expresión conductual de nuestro estado de despierto normal. Pero, cuando estamos conscientes en este primer sentido siempre estamos conscientes de “algo”. En este segundo sentido conciencia es el contenido de la experiencia de momento a momento: Este segundo sentido de conciencia se encuentra en el interior del primer sentido y pone de relieve la dimensión cualitativa, subjetiva de la experiencia.
- c. Conciencia como mente: Haciendo eco del ya en desuso sentido latino de conciencia, se puede decir que cualquier estado mental con un contenido propositivo puede ser consciente – cualquiera en el que creamos, esperamos, sentimos, queremos, etc.

El significado de conciencia de sí mismo. Este concepto también es multifacético.

- a) Conciencia de sí mismo como susceptibilidad a ser implicado: El sentido idiomático de conciencia de sí mismo implica estar consciente en compañía de otros. Estamos conscientes en este sentido cuando estamos conscientes de la conciencia de los otros sobre nosotros mismos.
- b) Conciencia de sí mismo como auto detección: Podríamos hablar de un organismo como consciente de sí mismo si puede responder a los estímulos que inciden directamente sobre él.
- c) Conciencia de sí mismo como autorreconocimiento: El autorreconocimiento nos permite reflejar mentalmente la vida de los demás y de nosotros mismos.
- d) Conciencia de sí mismo como percepción de nuestra percepción.
- e) Conciencia de sí mismo como autoconocimiento: Como la conciencia, la autoconciencia tiene un sentido extenso final. Nos podemos referir a ella como nuestro conocimiento del amplio trasfondo social y cultural que nos define: así mi “idea de mí” toma parte no solo de “mente y cuerpo” sino también de nuestra participación en la comunidad cultural y lingüística, de nuestra profesión y grupo familiar. En este sentido nuestra conciencia de sí mismo evoluciona a través de nuestras vidas (3).

William James definió a la conciencia como el conocimiento de sí mismo (o como la experiencia cognitiva de sí mismo) y del ambiente. Sin embargo esta sencilla definición se opone al hecho de que la conciencia requiere de la participación de múltiples y complejos componentes (ver ANEXO 1); dos de los más importantes elementos de la conciencia son: el estado de despierto, el cual depende del sistema reticular activador ascendente, y el estado de alerta, la cual requiere de la actividad cortical cerebral que está ligada íntimamente a la de las estructuras subcorticales. Además en el fenómeno de la conciencia participan otros elementos como la atención, memoria y el sistema motivacional (4). Para una vida coherente y significativa, es indispensable la representación propia y consciente de sí mismo. Tal concepto “conciencia del propio pensamiento” se cree que surge a través de una recuperación de recuerdos de eventos experimentados personalmente “memoria episódica”. Durante la recuperación episódica, los estudios de imagen funcional muestran consistentemente actividad diferencial en las cortezas mediales prefrontal y parietal (5). Uno de los retos clínicos más importantes en pacientes con daño cerebral severo es estimar los distintos aspectos de su actual estado de conciencia y, en particular su residual percepción consciente del ambiente. Perrin y cols, estudiaron la respuesta cerebral al nombre propio del sujeto mediante potenciales auditivos evocados y encontraron que se puede observar un procesamiento semántico parcialmente conservado (manifestado por la presencia de una onda P3) en pacientes con daño cerebral que son incapaces de comunicarse, esto notablemente para la detección de estímulos salientes tales como el nombre propio del sujeto, sin embargo también señalan que esto no necesariamente refleja una percepción consciente (6). Otros estudios sugieren que en pacientes que cumplan completamente los criterios clínicos para el diagnóstico de estado vegetativo persistente pueda retenerse la

habilidad para comprender órdenes habladas y responder a ellas a través de actividad cerebral más que mediante el habla o el movimiento (7). Durante las décadas pasadas recientes se desarrollaron una variedad de métodos que permitieron el mapeo de la actividad del cerebro humano. Existen dos clases típicas de técnicas de mapeo: aquellas que mapean (localizan) la actividad eléctrica subyacente del cerebro y otras que mapean las consecuencias locales, fisiológicas o metabólicas de la actividad eléctrica alterada del cerebro. Entre las primeras están las técnicas no invasivas como la técnicas electromagnéticas de electroencefalografía (EEG) y la magnetoencefalografía (MEG). Los potenciales evocados se encuentran englobados dentro de las técnicas de EEG. La actividad eléctrica cerebral puede ser de dos tipos: espontánea, conocida como electroencefalograma (EEG) o provocada, es decir, relacionada con la aparición de un estímulo específico. A los registros de este último tipo de actividad se les llama Potenciales Relacionados a Eventos (PRE), aunque se conocen comúnmente como potenciales evocados (PE), por una traducción literal del inglés evoked potentials (8). Los métodos de resonancia magnética funcional (RMF) mapean las consecuencias locales, fisiológicas y metabólicas de la actividad eléctrica cerebral. Entre las técnicas de RMF se encuentran la Imagen de perfusión cerebral por resonancia magnética (RM) y la imagen de resonancia magnética con contraste dependiente del nivel de oxigenación de la sangre o BOLD por sus siglas en inglés (Blood Oxygen Level Dependent) que brinda una imagen con resolución espacial del orden de unos pocos milímetros con una resolución temporal de escasos segundos (que está limitada por la respuesta hemodinámica por si misma (9). En 1990 se sugirió que la imagen de resonancia magnética con contraste dependiente del nivel de oxigenación sanguínea o imagen BOLD por sus siglas en inglés (Blood Oxygen Level Dependent) podría ser usada para generar mapas en vivo, en tiempo real de la oxigenación cerebral bajo condiciones fisiológicas normales (10). La presencia de deoxihemoglobina en la sangre produce cambios en la intensidad de señal de las moléculas de agua que rodean un vaso sanguíneo en las Imágenes de Resonancia Magnética de Eco de Gradiente (IRM-EG), esto da lugar a una imagen con contraste dependiente del nivel de oxigenación sanguínea o contraste BOLD por sus siglas en inglés (Blood Oxygenation Level Dependent). El contraste BOLD tiene su fundamento en el hecho de que cuando la oxihemoglobina diamagnética cede su oxígeno, se transforma en deoxihemoglobina paramagnética. La presencia de moléculas paramagnéticas en la sangre produce una diferencia en la susceptibilidad entre los vasos sanguíneos y el tejido que los rodea. Esta diferencia de susceptibilidad es “percibida” por las moléculas de agua en la sangre y por aquellas localizadas en los tejidos adyacentes, este efecto se extiende significativamente más allá de la pared de los vasos. Este incremento en el número de protones afectados por la deoxihemoglobina es una forma de amplificación. Cuando existen diferencias en el campo local inducidas por susceptibilidad existe como resultado una distribución en las inversiones de las frecuencias de resonancia de agua. En el método de Eco de Gradiente (EG) se produce una dispersión de fase de las señales de los protones de agua durante el tiempo de eco. Esta dispersión reduce la intensidad de señal y el voxel aparece negro en la imagen. Esta pérdida de intensidad, la cual

es mayor a mayor intensidad de campo magnético, se extiende más allá de los límites de los vasos sanguíneos y es el fundamento del contraste BOLD (11,12). Este contraste es aprovechado para generar las imágenes de Resonancia Magnética Funcional (RMF), en otras palabras la RMF se refiere a la demostración de la función cerebral con localización neuroanatómica en tiempo real. Para lograrlo se utiliza la técnica EPI (del inglés, Eco Planar Imaging) con la cual se obtienen imágenes ultrarrápidas (13,14).

La Resonancia Magnética Funcional capitaliza la relación entre el flujo sanguíneo regional, la demanda de energía y la actividad neuronal. El sistema nervioso central (SNC) humano presenta una activación funcional heterogénea, con incremento o disminución de su metabolismo energético de acuerdo con las necesidades funcionales o el nivel de actividad, así, el metabolismo cerebral y su perfusión están acoplados en la mayoría de las condiciones fisiológicas y patológicas. El aporte de oxígeno y glucosa que se provee a cada región cerebral es acorde a sus necesidades metabólicas las que son determinadas por la intensidad de la actividad neuronal. Los cambios en el Flujo Sanguíneo Cerebral relativo (FSCr) secundarios a modificaciones en la actividad cerebral, pueden ser de hasta 10-20% y de 40% en caso de condiciones metabólicas extremas. La neurotransmisión de un determinado grupo neuronal y su actividad dendrítica subsecuente es seguida por una respuesta hemodinámica transitoria consistente en un incremento local del flujo sanguíneo y del nivel intravascular de oxígeno. En un experimento típico de RMF, el sujeto realiza una tarea cognitiva determinada, al mismo tiempo que se adquieren rápidamente cortes que cubren la región de interés y que se repiten durante el tiempo que dura el experimento (15,16,17,18,19).

Un experimento BOLD incluye necesariamente condiciones de tareas múltiples (típicamente, un periodo experimental y un periodo de control). Existen algunas formas de ordenar la presentación de esas condiciones. Se usan distintos términos para describir el patrón de alternancia entre las condiciones experimentales en el tiempo e incluyen las llamadas en bloques y las relacionadas a eventos. Mientras las primeras frecuentemente son comprendidas más como categorías concretas, la distinción entre el diseño de bloques, relacionado a eventos y otros tipos de diseño es arbitraria. Estas pueden ser consideradas como los extremos en un continuo de arreglos en el orden de los estímulos. Considere cualquier momento durante un experimento como una condición experimental particular. Esto incluye el intervalo inter-ensayo o periodo de base entre la presentación de estímulos. En este contexto los diseños de bloques o relacionados a eventos pueden considerarse simplemente como diferentes formas de arreglar los periodos de descanso (o sin estímulo) con respecto a las otras tipos de condiciones. El prototipo de un experimento de fMRI es un arreglo de bloques en el cual dos condiciones alternan durante el transcurso de una exploración. El diseño de bloques conlleva la obvia dificultad de que el sujeto puede anticipar los ensayos, lo que puede ser indeseable en algunos contextos.

Por otra parte, el diseño de bloques tiene un poder estadístico mayor comparado con el resto de los diseños. En el diseño relacionado a eventos los cambios en la señal están asociados con los ensayos particulares, en oposición con los ensayos en bloque. Esto hace posible asignar los cambios en la señal a un evento en particular, permitiendo arreglar de forma aleatoria los estímulos, valorando las relaciones entre las respuestas neuronales y la conducta. Conceptualmente, el tipo más simple de diseño relacionado a eventos es aquel en el que se usa un estímulo único y permite el suficiente espaciamiento temporal de los ensayos de tal forma que permite la elevación y caída completa de la respuesta hemodinámica entre cada ensayo (20).

Estudios de neuroimagen funcional han demostrado consistentemente actividad cortical durante tareas de autorreflexión, particularmente a lo largo de la línea media e incluyendo la corteza prefrontal (CPF) independientemente de la tarea solicitada (21). Así mismo existen datos que demuestran diferencia en la activación de la corteza prefrontal medial durante el proceso del juicio relacionado a sí mismo, alguien cercano u otros (22). Los estímulos emocionales que son procesados en un contexto personal se asocian con diferentes patrones de activación cerebral a diferencia de aquellos estímulos idénticos pero considerados en un contexto general. El proceso de palabras que implican la autorreferencia con sentido emocional inducen una activación única de la corteza prefrontal medial, mas aún, la activación vista en esta región, especialmente en la derecha, estuvo presente sin importar el valor positivo o negativo de las palabras, lo que sugiere que esta región está involucrada en el proceso de autorreferencia de todos los estímulos emocionales (23). También se ha demostrado activación de la corteza prefrontal medial y del cíngulo posterior en los individuos cuando se someten a tareas que requieren conocimiento y reflexión sobre sus habilidades, intenciones y actitudes (24). Existe evidencia que sugiere la participación los procesos mentales que son relevantes consigo mismo en el desempeño de la memoria, de tal forma que la intensidad de la actividad observada en la corteza frontal medial se relaciona con la facilidad para recordar, y que la actividad en esta región está presente cuando el sujeto debe emitir juicios sobre sí mismo (25).

### Justificación:

El estado de consciencia implica el conocimiento del sí mismo de un individuo, para ello un individuo debe de tener un estado de alerta adecuado para poder identificar su propio "yo". En la neurología existen diferentes alteraciones del estado de consciencia, las cuales pueden ser de origen metabólicas, vasculares, degenerativas, que pueden dar lugar desde un trastorno conductual de indiferencia del medio ambiente y de la misma persona hasta un estado de muerte cerebral. La identificación del concepto de sí mismo es un procesamiento mental que implica la presencia de memoria episódica, atención, estado de consciencia, personalidad y la toma de decisiones, y además la identificación de sí mismo. La identificación de nuestro nombre y su relación con el sí mismo implica la presencia de fenómenos de lenguaje y lingüística. Todo esto hace difícil localizar el paradigma ideal para poder identificar las zonas de activación del sí mismo de un individuo, nosotros queremos proponer un paradigma en el cual el paciente, mediante la audición de sus nombres o sobrenombres, logre diferenciarlos de otros nombres no relacionados y con ello poder identificar el concepto de sí mismo. Con este primer paso realizado en sujetos sanos nos propondremos extender la investigación hacia pacientes con patología psiquiátrica y con patología metabólica como la muerte cerebral.

2. Pregunta de investigación.

Cual es el patrón de actividad cortical detectada por Resonancia Magnética Funcional en respuesta a un estímulo auditivo del nombre propio de un sujeto VS otros sustantivos equiprobables.

3. Hipótesis:

Los sujetos en estudio mostrarán actividad en las áreas frontales mediales así como en la ínsula izquierda en respuesta al estímulo del nombre propio.

4. Objetivos.

4.1. Objetivo principal: Determinar si existe diferencia en la actividad cortical detectada por Resonancia Magnética Funcional en respuesta a un estímulo auditivo del nombre propio de un sujeto VS otros nombres propios equiprobables.

5. Materiales y Métodos:

5.1. Área de estudio: investigación en el conocimiento básico.

5.2. Diseño: Se trata de un estudio transversal, observacional, descriptivo.

5.3. Población y muestra:

Se estudió una población de 17 sujetos sanos sin ningún trastorno de conducta o alteración del estado de consciencia.

6. Procedimientos.

Se invitó a participar a 17 sujetos sanos con nivel de estudios desde secundaria hasta subespecialidad en cualesquiera de las áreas del conocimiento. Se les explicó el procedimiento del estudio de investigación, sus posibles riesgos y contraindicaciones y al aceptar participar se les solicitó la firma de la carta de consentimiento informado. Previamente a la realización del estudio de resonancia magnética se explicó la forma en que se realizaría el paradigma y se llevó a cabo un pequeño ensayo del mismo.

El estudio de resonancia magnética consiste en un protocolo con las siguientes secuencias:

T1 3D SPGR (FA 12, Echo 1, TE 3.2 ms, TI 400, TR 8.1 ms, thickness 2.0 mm, matrix 252 x 252 , next 1, secuencia EPI para la técnica BOLD con los siguientes parámetros: FA 90, echo /1, TE 40 ms, TR 300 ms, thickness 5.0, matrix 64 x 64, next 1. Durante esta secuencia se aplicó el paradigma que consistió en la presentación de un bloque de actividad con sus nombres, sobrenombres y apellidos, comparados con otro bloque de reposo de nombres ajenos no relacionados con el paciente en forma alguna. Cada uno de estos bloques de nombres duró 30 segundos y se repitieron en 3 ciclos para hacer un total de 6 bloques alternos de actividad y reposo. Posteriormente se realizó el postprocesamiento inmediato mediante el software de Brain Wave y se identificaron las zonas de activación cerebral.

Bloque de actividad.	Bloque de reposo.
Juan Manuel, Isusi, Manolo, Manuel, Juanito, Juan, Isusi, Juan Manuel, Isusi,	HA, RE, este, ligo, cedo, SO, rubios, fuente, hotel, CRA, justa, RO, TI, I, AL, tampoco, pista, bedel, cándal, saca, anchos, BLU, chasco, YE, PI, bedel, quemas, materia, CLE, esas, tiño, ajo, ER,
Duración de 30 segundos.	Duración de 30 segundos.

Criterios de inclusión:

Sujetos sanos con estudios básicos y mayores.

Género indistinto.

Que firmen la carta de consentimiento informado.

Criterios de exclusión

Sujetos que presenten trastornos afectivos o de cognición.

Que no firmen la carta de consentimiento informado

Con marcapaso.

Criterios de eliminación

Sujetos con claustrofobia en el momento del estudio

Que se muevan durante el estudio

Adquisición de imagen de calidad deficiente.

Variables:

Variable	Def. conceptual	Def. Operacional	Escalas de medición	Tipo
Zonas de activación cerebral	Zonas de mayor oxigenación secundarios al paradigma realizado	Zonas de mayor oxigenación identificados con el software de Brain Wave	Positivo Negativo	Nominal dicotoma
Paradigma	Conjunto de tareas a realizar de un individuo	Presentación oral de diferentes grupos de nombres propios y desconocidos	Audición de los nombres	Nominal
Edad	Número de años de vida	Número de años desde el nacimiento hasta la inclusión al estudio	Años	Número continuo
Género	Genotipo Sexual	Fenotipo Sexual	Masculino Femenino	Nominal dicotoma

7. Análisis estadístico:

Se describieron las frecuencias de las zonas de activación encontradas. También las frecuencias de distribución de género y edad.

8. Aspectos éticos y de bioseguridad.

La secuencia de fMRI con técnica BOLD es una técnica que actualmente se usa en forma rutinaria en el mundo entero y que no conlleva mayor riesgo que el de la resonancia magnética estructural.

9. Consideraciones financieras.

El comité de resonancia magnética autorizó un total de 15 horas máquina para la realización de las resonancias magnéticas funcionales.

Recursos materiales:

Equipo de 3 T de resonancia magnética y software de Brain Wave.

Recursos humanos:

Médicos neurorradiólogos, técnicos radiólogos, psicólogos.

## Resultados.

Se adquirieron datos de 17 sujetos con un total de 22 adquisiciones de las cuales 14 fueron técnicamente adecuadas para el análisis y 8 se descartaron por presentar artificios que degradaron la calidad de la imagen estructural. De las 14 adquisiciones técnicamente adecuadas se excluyó 1 por presentar movimiento de más de 3 mm que va más allá de los rangos aceptables por el software de análisis BrainWave. Se analizó a un total de 13 sujetos de entre 26 y 57 años, 38% (n.5) fueron del sexo femenino y 62% (n.8) fueron del sexo masculino. Con un rango de edad de entre los 26 y los 57 años con una media de 33 y un rango de 31 años. La mayor parte de los sujetos tuvo lateralidad manual diestra (n.12 -92%-), solo un sujeto fue zurdo (n.1 -8%-). La escolaridad de los sujetos fue desde secundaria hasta la subespecialidad.

<b>Sexo.</b>	<b>No.</b>	<b>%.</b>
<b>Total sujetos.</b>	13	100%
<b>Total Femenino</b>	4	31%
<b>Total Masculino.</b>	9	69%

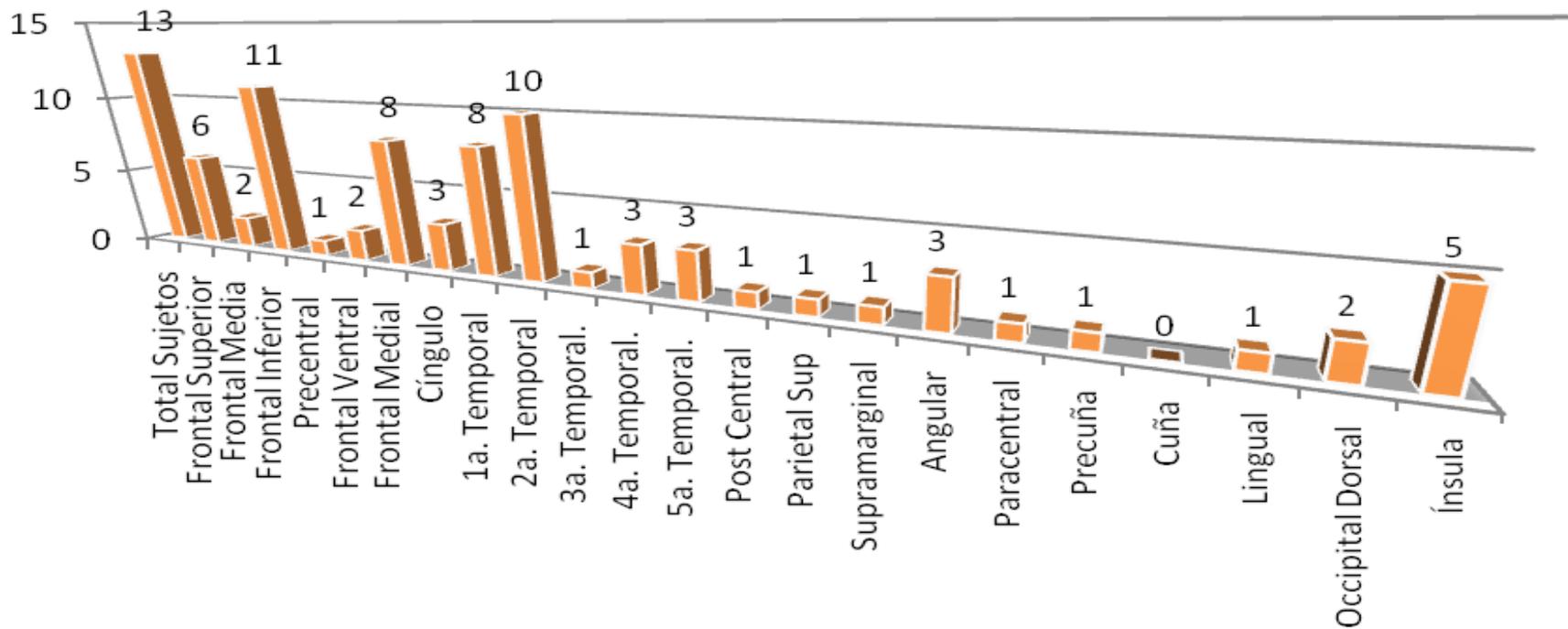
<b>Edad.</b>	<b>n.13</b>
<b>Media</b>	33
<b>Mínimo</b>	26
<b>Máximo</b>	57

<b>Lateralidad</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>100%</b>
<b>Diestra</b>	<b>12</b>	<b>92%</b>
<b>Zurda</b>	<b>1</b>	<b>8%</b>

<b>Escolaridad</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
<b>Total.</b>	<b>13</b>	<b>100%</b>
<b>Subespecialidad</b>	<b>1</b>	<b>8%</b>
<b>Especialidad</b>	<b>5</b>	<b>38%</b>
<b>Licenciatura</b>	<b>3</b>	<b>23%</b>
<b>Preparatoria</b>	<b>3</b>	<b>23%</b>
<b>Secundaria</b>	<b>1</b>	<b>8%</b>

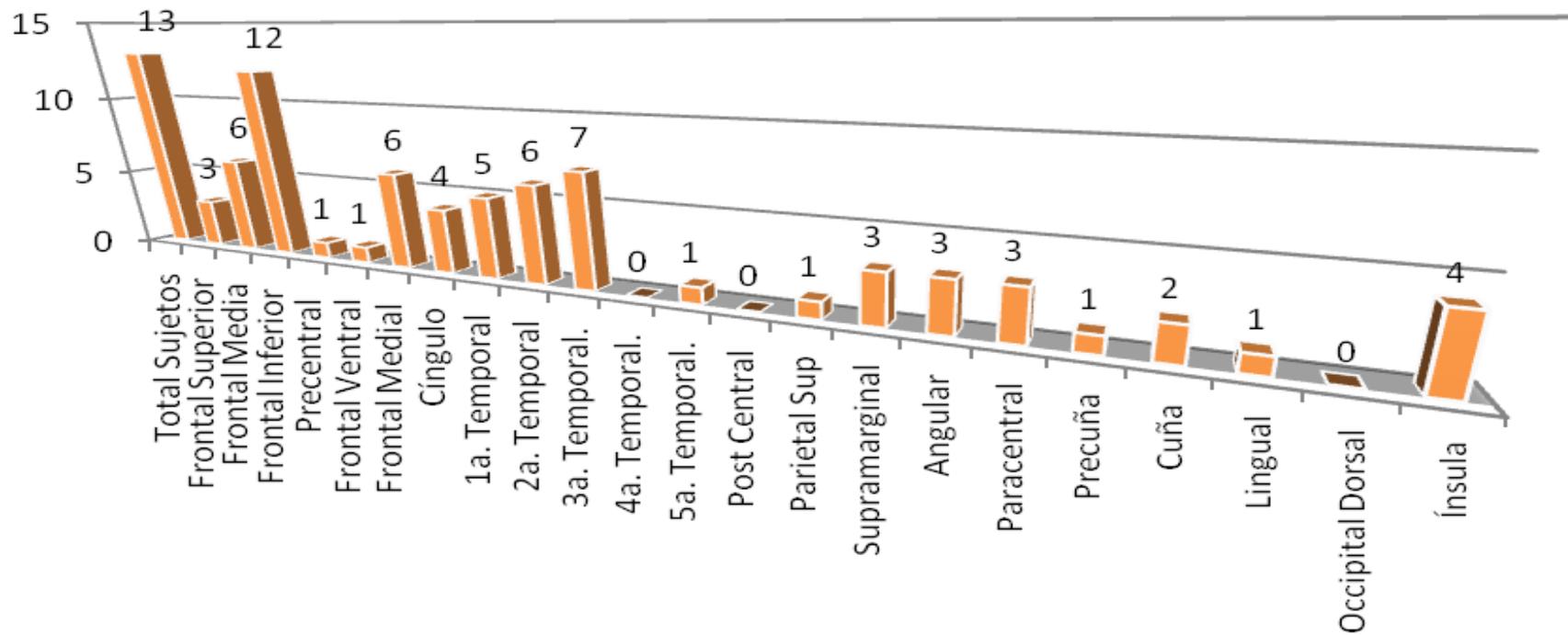
En el hemisferio izquierdo se encontraron 11 sujetos que presentaron activación de la circunvolución frontal inferior (84%-), 10 (76%) sujetos activaron la 2ª circunvolución temporal, 8 (61%-), sujetos activaron la 1ª. circunvolución temporal y la circunvolución frontal medial, las cuales fueron las más frecuentemente activadas.

## Hemisferio Izquierdo. Areas de activación.

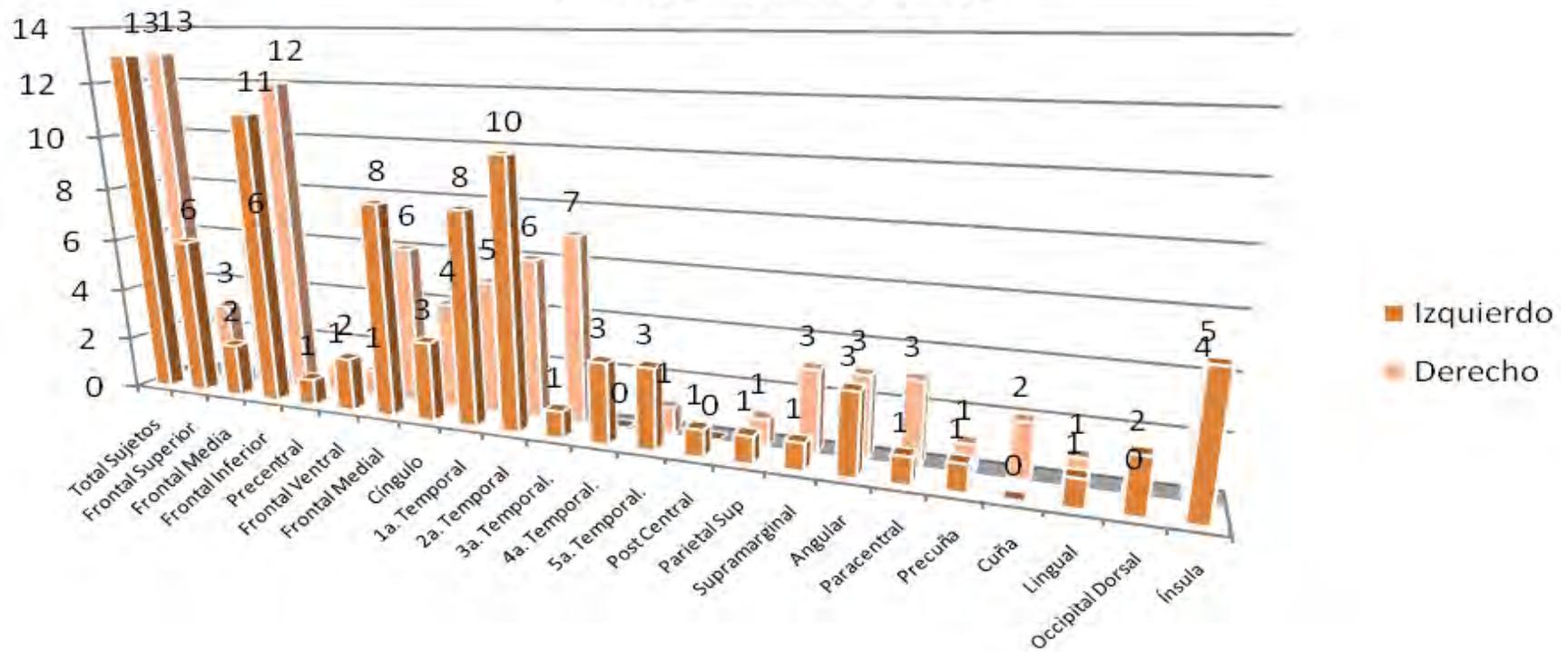


Las áreas que más frecuentemente se activaron en el hemisferio derecho estuvieron representadas por las circunvoluciones frontal inferior en 12 sujetos (92%), 3ª temporal en 7 sujetos(53%) y las circunvoluciones 2ª temporal, frontal medial y frontal media en 6 sujetos (46%).

## Hemisferio Derecho. Áreas de Activación



## Áreas de activación. Comparación entre ambos hemisferios



## Discusión.

Nuestros resultados muestran activación consistente de las áreas relacionadas con la audición y el lenguaje, esto lo esperábamos encontrar ya que nuestro paradigma se basó en la audición de nombres y sobrenombres relacionados con el sujeto y su bloque de control fueron palabras neutras. Ya se sabe que el proceso semántico se lleva a cabo en el área 45 de Brodman, localizada en la tercera circunvolución frontal como lo refiere Smith y cols. También ellos refieren que se puede activar las áreas de asociación visual y auditiva ante un estímulo auditivo, como la activación que encontramos en el lóbulo temporal.

Nosotros observamos activación en la región frontal medial (46-61 % derecha e izquierda respectivamente) y la ínsula (38% y 30% izquierda y derecha respectivamente) las cuales se ha demostrado están involucradas en los procesos mentales de autorreflexión, de identidad del sujeto desde el punto de vista un ente, como de su propia persona como lo refieren Hans y colaboradores quienes usaron PET y MEG y encontraron la relación de la región frontal medial en el proceso de información de autorreferencia (5) y Hodzick y cols. estos trataron de demostrar la identificación del cuerpo del sujeto como propio, mediante el uso de RMf (26). Modinos Gy Cols describieron la activación de la corteza de la ínsula durante la reflexión de los sujetos sobre sus cualidades personales (27). El nombre propio forma parte de nuestra identidad y como tal de nuestra percepción de nosotros mismos.

Las técnicas de resonancia magnética funcional (BOLD) nos permiten evaluar la actividad metabólica del cerebro durante el desarrollo de los distintos procesos mentales y la activación de la región frontal medial e ínsula forman parte del circuito de identificación del ser humano.

Pensamos que las palabras usadas en el bloque de reposo fueron muy abstractas y carentes de significado, por lo que el área de lenguaje no fue posible suprimir en la forma deseada, consideramos que si se hubiéramos utilizado sustantivos con significado neutro estas áreas pudieran haberse suprimido.

Sin embargo sugerimos que este paradigma puede ser utilizado en pacientes con demencia, esquizofrenia y en trastornos crónicos del estado de conciencia para identificar si existe alguna alteración de la percepción de la identidad del sujeto.

## Conclusión:

Confirmamos con nuestro estudio que el registro en la corteza cerebral en la identificación del “*si mismo*” o identidad de un sujeto se encuentra localizada en la región frontal medial y en la ínsula.

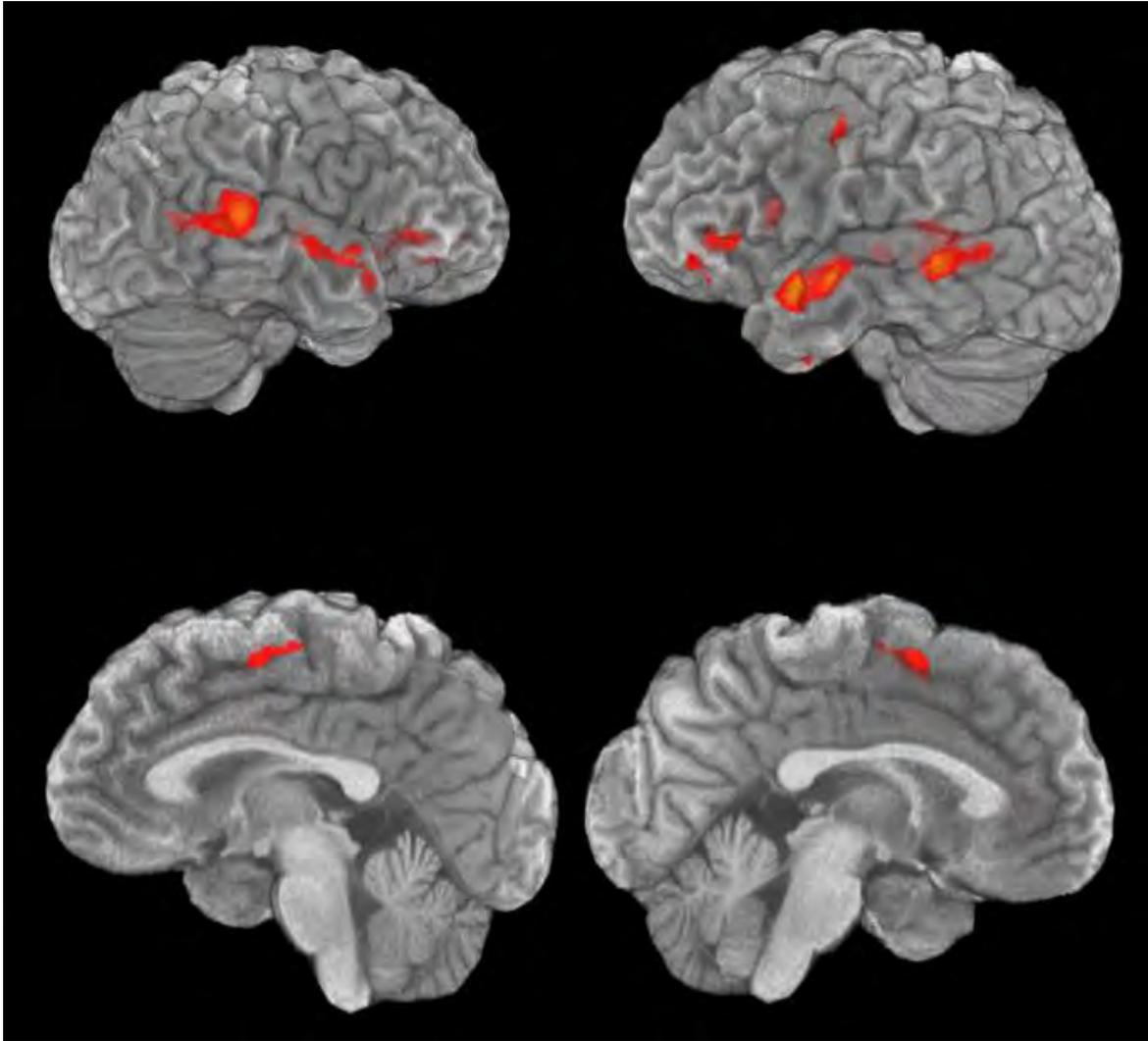


Figura 1. Vistas de las regiones de activación en un sujeto en las caras dorsal y medial de ambos hemisferios.

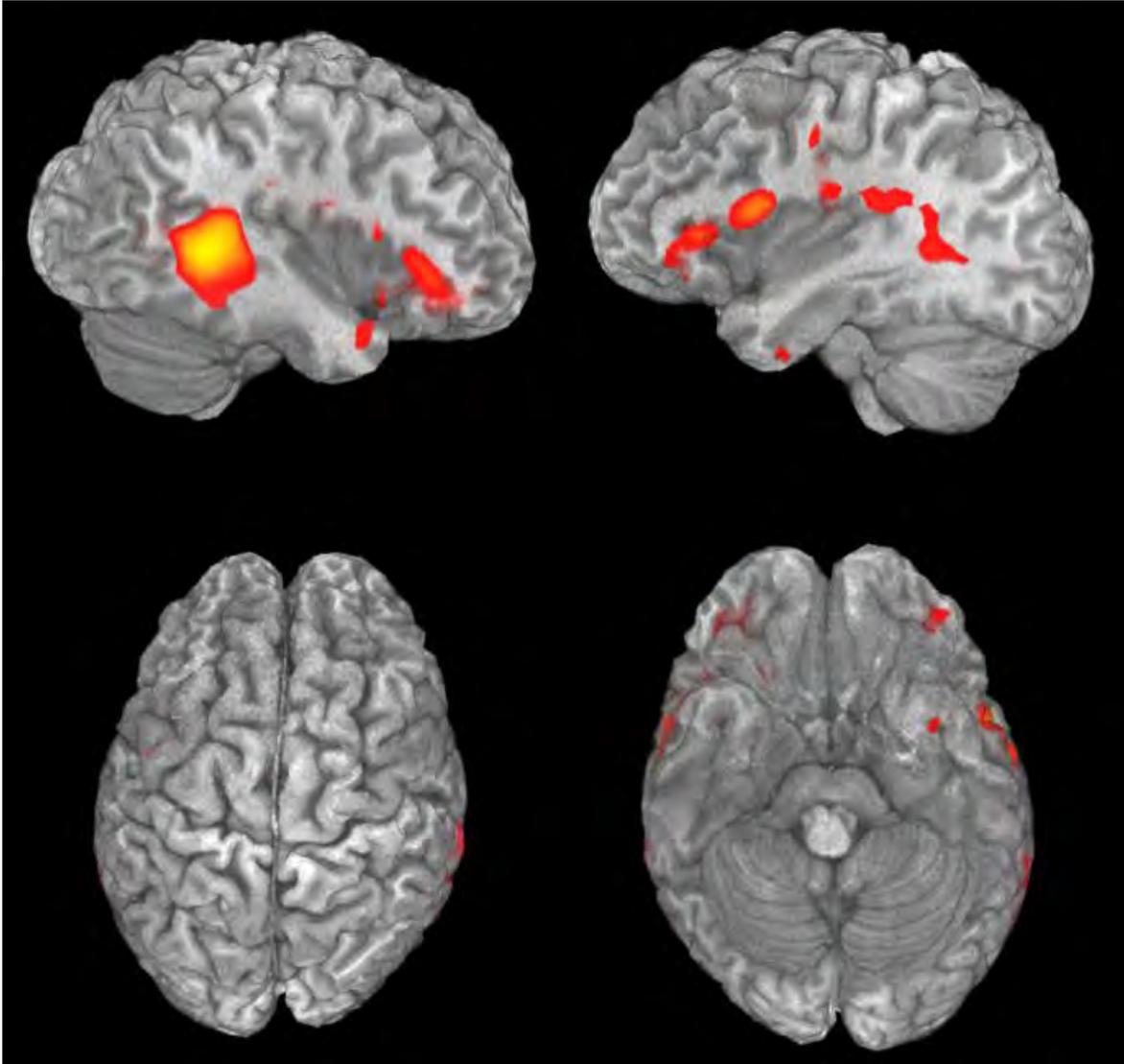
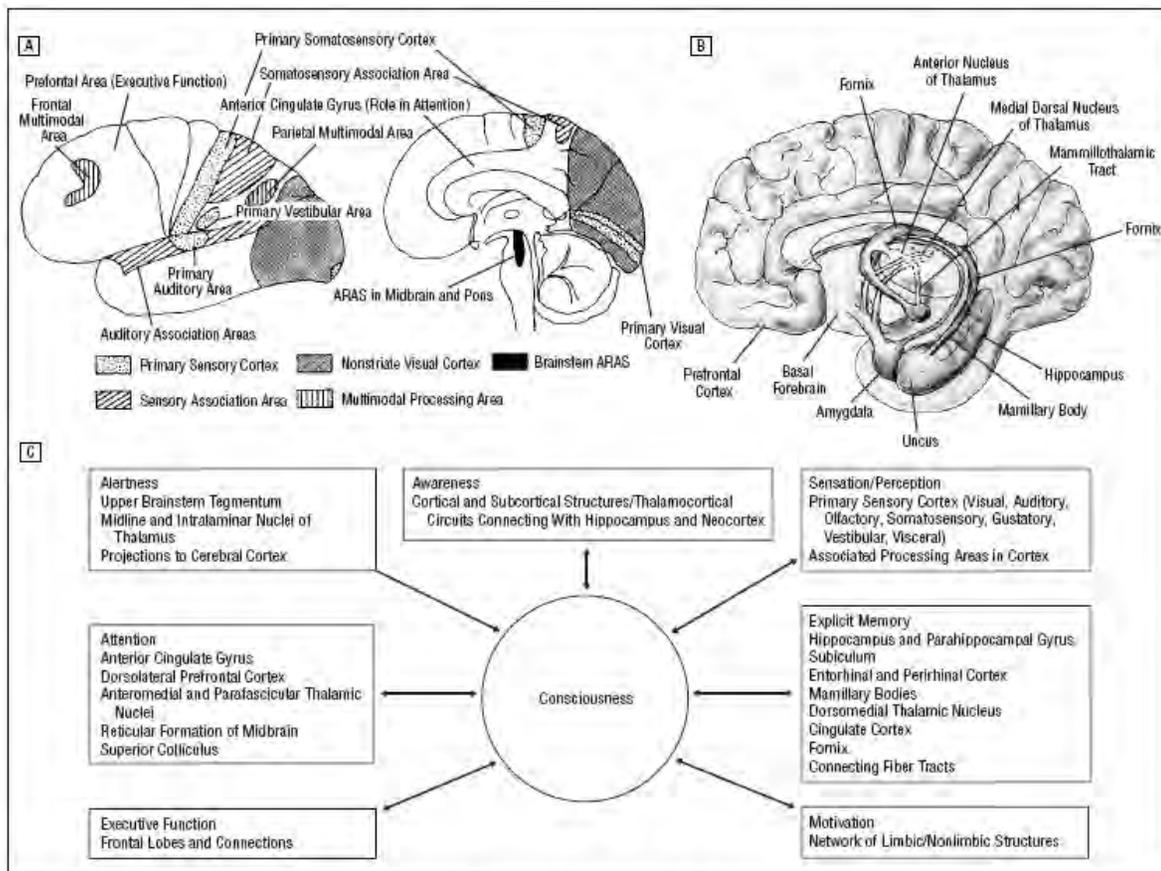


Figura 2. Vistas dorsal y ventral, así como de ambas ínsulas de los hemisferios izquierdo y derecho y sus correspondientes áreas de activación.

# ANEXO 1.



The 2 drawings on the top left part of the Figure show primary and association sensory areas as well as multimodal processing regions of the cerebral hemispheres in convexity and midline sagittal views. The brainstem portion of the ascending reticular formation (part of an ascending reticular activating system (ARAS)) is shown on the midline sagittal drawing. The top right drawing illustrates the principal components of the limbic system, especially involved in memory and motivation. The lower part of the Figure shows anatomical functional units of the brain with their suggested relevance to consciousness.

Anexo 1.

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN EL ESTUDIO

Título del estudio:

“PATRÓN DE ACTIVIDAD CORTICAL REGISTRADA POR RESONANCIA MAGNÉTICA FUNCIONAL EN RESPUESTA A UN ESTUDIO AUDITIVO DEL NOMBRE PROPIO”

Nombre del Investigador Principal:

Dr. Roger A. Carrillo Mezo.

Nombre de la institución:

Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía. “Manuel Velasco Suárez”

Domicilio: Insurgentes Sur No. 3877, Col. La Fama, Distrito Federal 14269, México.

## INTRODUCCIÓN

Se le invita a participar en un estudio de investigación, antes de aceptar participar es necesario que lea y entienda la siguiente explicación de los procedimientos propuestos y proporcionar su consentimiento informado por escrito.

Este documento describe el propósito, procedimientos, beneficios, riesgos, molestias y precauciones del estudio. Esta forma podría contener palabras que usted no comprenda. Por favor, pídale al doctor o personal del estudio explicar cualquier palabra o información que usted no comprenda claramente, si acepta participar tendrá que firmar carta de consentimiento informado.

## PROPOSITO

Existen distintas concepciones de conciencia, todas la mayoría incluye la percepción o idea sobre si mismo como parte de ella. En distintos estudios se ha demostrado consistentemente actividad cortical en lugares específicos cuando en los sujetos tienen lugar procesos mentales en los que se involucra la reflexión sobre sí mismos. El presente estudio pretende establecer si el nombre propio del paciente en forma de estímulo auditivo implica por sí mismo una relación con el concepto de si mismo de los sujetos, de ser así se establecerá un paradigma útil para el estudio de la percepción de si mismos de pacientes con distintas patologías o estados como en los pacientes con alteraciones crónicas del estado de conciencia.

## PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta ser parte de este estudio, su participación durara aproximadamente 20 minutos.. Se van a incluir a 15 sujetos de investigación en este estudio. Se le pedirá realizar un cuestionario con la finalidad de identificar todos aquellos sustantivos que usted relacione consigo mismo. Con estos datos se elaborará un paradigma personalizado que será aplicado en un estudio de resonancia magnética.

Posteriormente se le dará una cita para realizar un único estudio de Resonancia Magnética Nuclear, con técnicas especiales de registro de actividad cerebral durante la realización de tareas o aplicación de estímulos. medición de las partes del cerebro Además se realizará la aplicación de otras pruebas neuropsicologicas mediante una entrevista.

## RIESGOS

Los pacientes que tienen implantes metálicos tales como prótesis ortopédicas, prótesis valvulares cardiacas, marcapasos, prótesis dentales etc. no serán elegibles para el estudio, ya que existe riesgo de que el magneto del resonador (aparato que realiza la resonancia magnética) desplace las estructuras metálicas o las caliente dentro del cuerpo.

## PAGO POR PARTICIPACIÓN

Usted no recibirá ninguna compensación monetaria por su participación en este estudio.

## COSTOS PARA EL PACIENTE

El estudio de Resonancia Magnética no tendrá ningún costo para el sujeto de investigación.

## COMPENSACIÓN POR LESIÓN

El Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía no puede proporcionar ningún tipo de compensación a los participantes del estudio y no puede aceptar ninguna obligación de pagar por el tratamiento médico de lesiones o enfermedades, ni pagar algún otro tipo de compensación, cuando estas se produzcan de manera independiente al procedimiento realizado. Si usted considera que tiene una lesión relacionada con el estudio, por favor comuníquese con su médico de estudio de inmediato.

## NOMBRES Y NÚMEROS TELEFÓNICOS

Si usted tuviera alguna pregunta acerca del estudio puede comunicarse con el Dr. Arturo García Márquez al número 0445525070690.

## PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA TERMINACIÓN DE LA PARTICIPACIÓN

Es voluntaria su participación en este estudio, usted puede elegir retirarse o no participar en este estudio en cualquier momento. Si decide retirarse del estudio, deberá contactar al Dr. Arturo García Marquez. El médico del estudio puede retirarlo del estudio si en cualquier momento usted así lo determina.

## CONFIDENCIALIDAD

Los registros de su participación en este estudio se mantendrán confidenciales tanto como lo permita la ley, su doctor de estudio o la persona designada por él, el Comité de Ética y bajo ciertas circunstancias la Secretaria de Salud serán capaces de tener acceso a los datos confidenciales que lo identifiquen a usted por su nombre. Su nombre no aparecerá en ningún reporte o publicación. Al firmar esta forma, usted o su representante legal autorizan el acceso a su información.

## DECLARACIÓN DEL SUJETO

Se me ha dado la oportunidad de realizar todas las preguntas respecto a este estudio de investigación. Estas preguntas han sido contestadas a mi entera satisfacción. Mi participación en este estudio es voluntaria. Estoy enterado(a) que puedo retirar mi consentimiento o retirarme del estudio en cualquier momento sin perder los beneficios a los que tenga derecho. También entiendo que el investigador a cargo de este estudio puede decidir en cualquier momento que no debo participar en este estudio.

Estoy de acuerdo en participar en este estudio de investigación en forma voluntaria. He leído y entendido esta declaración de consentimiento informado y los riesgos descritos. Recibí una copia de esta forma de consentimiento firmada y fechada para mis propios registros. A continuación se le pedirá que escriba sus iniciales en cada una de las hojas de este informe con el fin de demostrar que cada una de ellas fue leída y comprendida.

---

Firma y nombre del sujeto.

---

Fecha

---

Nombre y firma del Investigador.

---

Fecha.

(o de la persona que haya explicado el consentimiento)

Testigo.

---

Nombre y Firma del testigo.

---

Fecha.

## 10. Bibliografía:

1. [http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO\\_BUS=3&LEMA=conciencia](http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=conciencia). Accesado el 01/07/2008.
2. Plum F. Posner JB. The diagnosis of stupor and coma. 3a Ed. Philadelphia, Edit F.A. Davis Company 1980. Pp 1,3-6.
3. Adam Zeman Consciousness. Brain 2001; 124: 1263-1289.
4. Young GB. Pigott SE. Neurobiological basis of consciousness. Arch Neurol. 1999;56:153-157.
5. Hans C. Lou CH. Bruce Luber B. Crupain M. Keenan JP. Nowak M. Kjaer TW. Sackeim HA. Lisanby SH. Parietal cortex and representation of the mental Self. PNAS 2004;17:6827-6832
6. Perrin F, Schnakers C, Schabus M, Degueldre C, Goldman S, Brédart S, Faymonville ME, Lamy M, Moonen G, Luxen A, Maquet P, Laureys S. Brain Response to One's Own Name in Vegetative State, Minimally Conscious State, and Locked-in Syndrome. Arch Neurol. 2006;63:562-569.
7. [Owen AM](#), [Coleman MR](#), [Boly M](#), [Davis MH](#), [Laureys S](#), [Pickard JD](#). Detecting Awareness in the Vegetative State. Science. 2006;313:1402.
8. Quiroz-G YT. N400: una medida electrofisiológica del procesamiento semántico. REV NEUROL 2003;36:1176-1180.
9. Matthews PM, Jezzard P. Functional magnetic resonance imaging. J Neurol Neurosurg Psychiatry 2004;75:6-12.
10. [Ogawa S](#), [Lee TM](#), [Kay AR](#), [Tank DW](#). Brain magnetic resonance imaging with contrast dependent on blood oxygenation. [Proc Natl Acad Sci U S A](#). 1990 Dec;87:9868-72.
11. [Ogawa S](#), [Lee TM](#), [Kay AR](#), [Tank DW](#). Brain magnetic resonance imaging with contrast dependent on blood oxygenation. [Proc Natl Acad Sci U S A](#). 1990;87:9868-72.
12. [Ogawa S](#), [Lee TM](#). Magnetic resonance imaging of blood vessels at high fields: in vivo and in vitro measurements and image simulation. [Magn Reson Med](#). 1990;16:9-18.
13. Thulborn KR. Imagen de RM funcional clínica. En: Scott W. Atlas. RM de cabeza y cuello. 3ª edición. Madrid, España. Editorial Marban; 2004. 1973-1992.
14. Lafuente J. Vaquero JJ. Sánchez J. Secuencias en resonancia magnética. En: Monografía SERAM. Aprendiendo los fundamentos de la resonancia magnética. 1era Edición. Madrid, España. 2006. 33-41.
15. Tamayo-Orrego L, Duque-Parra JE. The metabolic regulation of cerebral microcirculation. Rev Neurol. 2007;44(7):415-25.
16. AM Catafau, MD. Brain SPECT in clinical practice. Part I: Perfusion. J Nucl Med;42:259-271.
17. [Wintermark M](#), [Maeder P](#), [Thiran JP](#), [Schnyder P](#), [Meuli R](#). Quantitative assessment of regional cerebral blood flows by perfusion CT studies at low injection rates: a critical review of the underlying theoretical models. Eur Radiol. 2001;11:1220-30.
18. C Habas. Physiological basis of functional MRI. J Radiol 2002;83:1737-41.
19. Piñeiro R. Matthews P.M. Introducción a la resonancia magnética funcional. REV NEUROL 2000;31:983-991.

20. Faro SH, Mohamed FB. *Functional MRI Basic Principles and Clinical Applications*. Springer. 2006.
21. Ochsner KN, Beer JS, Robertson ER, Cooper JC, Gabrieli J D.E, Kihlstrom JF, D'Esposito M. The neural correlates of direct and reflected self-knowledge. *Neuroimage*. 2005;28:797-814.
22. Heatherton TF, Wyland CL, Macrae CN, Demos KE, Denny BT, Kelley WM. Medial prefrontal activity differentiates self from close others. *Soc Cogn Affect Neurosci*. 2006;1: 18-25.
23. Fossati P, Hevenor SJ, Graham SJ, Grady C, Keightley ML, Craik F, Mayberg H.. In search of emotional self: An FMRI study using positive and negative emotional words. *Am J Psychiatry* 2003; 160:1938–1945.
24. Johnson SC, Baxter LC, Wilder LS, Pipe JG, Heiserman JE, Prigatano GP. Neural correlates for self-reflection. *Brain* 2002;125:1808-1814.
25. MacCrae CN, Moran JM, Heatherton T.F, Banfield JF, Kelley WM. Medial Prefrontal Activity Predicts Memory for Self. *Cerebral Cortex* June 2004;14:647–654.
26. Hodzic A, Muckli L, Singer W, Stirn A. Cortical Responses to Self and Others. *Human Brain Mapping* 2009;30:951–962.
27. Modinos G, Ormel J, Aleman A Activation of Anterior Insula during Self-Reflection. *PLoS One*.2009;4(2):e4618