

## Justo Gonzalo (1910-1986) y su investigación sobre dinámica cerebral

*Isabel Gonzalo Fonrodona\**

Universidad Complutense de Madrid

### Resumen

---

Después de 25 años del fallecimiento del neurocientífico Justo Gonzalo, recordamos su investigación sobre el córtex cerebral humano, llevada a cabo bajo las adversas condiciones de la Guerra Civil española y posteriormente. Del estudio de heridos con lesión unilateral en el córtex parieto-occipital, caracterizó lo que llamó «síndrome central del córtex». Dicho síndrome, con afección multisensorial, bilateral y simétrica, presentaba fenómenos dinámicos dependientes de la intensidad del estímulo, tales como la disgregación de funciones sensoriales (unidas en la percepción normal), notoria facilitación multisensorial y percepción inclinada o invertida, entre otros trastornos. Algunos se han vuelto a observar recientemente y otros son aún desconocidos. Dichos fenómenos los interpretó bajo una concepción fisiológica dinámica y un modelo de gradientes funcionales a través del córtex y leyes de escala, resaltando así la unidad funcional del córtex y ofreciendo una solución dinámica a las localizaciones cerebrales, en estrecha relación con investigaciones extraordinariamente activas actualmente.

*Palabras clave:* dinámica cerebral, neurofisiología, multisensorial, percepción.

### Abstract

---

Twenty-five years after the death of the neuroscientist Justo Gonzalo (1910-1986), we recall his research on the human cerebral cortex, carried out under adverse conditions of the Spanish Civil War and subsequent years. From the study of patients with unilateral lesion in the parieto-occipital cortex, he characterized what he called the 'central syndrome of the cortex'. This syndrome, with multisensory, bilateral and symmetric affection, presented dynamic phenomena dependent on the stimulus intensity, such as the separation of sensory qualities (united in the normal perception), noticeable facilitation by crossmodal effects and tilted or inverted perception, among other disorders. Some of them have been observed again recently

\* Correspondencia: Departamento de Óptica. Facultad de Ciencias Físicas. Ciudad Universitaria s/n. 28040-Madrid. E-mail: <igonzalo@fis.ucm.es>, Telf. despacho: 913944503, Fax: 91 3944683.

and others are still unknown. He interpreted these phenomena under a dynamic physiological concept, and a model based on functional gradients through the cortex and scaling laws, thus highlighting the functional unity of the cortex and offering a dynamic solution to the problem of cerebral localizations. The phenomena and model are closely related to highly active research nowadays.

*Keywords:* cerebral dynamics, neurophysiology, multisensory, perception.

## BIOGRAFÍA CIENTÍFICA

Con ocasión del 25 aniversario del fallecimiento del neurocientífico Justo Gonzalo Rodríguez-Leal (1910-1986), recordamos aquí su vida, ligada siempre a la novedosa investigación que llevó a cabo sobre el córtex cerebral humano, en medio de las adversas condiciones de la Guerra Civil española, la postguerra y el tiempo posterior.

Nació en Barcelona (1910) e inició los estudios de medicina en Madrid al tiempo que sus padres y hermanos se trasladaban a Sevilla por estar destinado allí su padre. Se licenció en 1933 y, becado por la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, realizó estudios de perfeccionamiento en la «Nervenlinik» de la Universidad de Viena (1933-34) con H. Hoff, y con O. Pötzl en el laboratorio de C. von Economo, y en la «Nervenlinik» de la Universidad de Fráncfort (1934-35) con K. Kleist. Publicó sus primeros trabajos en *Archivos de Neurobiología* (1933, 1934a, 1934b, 1935a, 1935b, 1936), y uno especial sobre el tálamo en colaboración con Kleist (Kleist y Gonzalo, 1938).

En 1936 regresó a Madrid donde se había trasladado su familia después de que su padre falleciera a los 55 años. Desarrolló investigación neurológica en el llamado entonces Hospital General de Madrid, donde fue nombrado neurólogo consultor, llevando a cabo simultáneamente estudios anatomoclínicos en el Instituto Cajal. Debido a la Guerra Civil (1936-39), tuvo que interrumpir esta actividad en 1937 para ejercer de médico de guerra en el frente republicano hasta ser reclamado en 1938 por G. R. Lafora, con quien tenía gran amistad, al centro que éste dirigía de traumatizados del cráneo en Godella (Valencia), donde permaneció hasta que terminó la guerra. Allí desarrolló una parte fundamental de su investigación seleccionando más de cien heridos de guerra que estudió detalladamente y a algunos de ellos durante varios años, como los llamados casos M y T (véase siguiente sección). Ya en el verano de 1938 descubrió los diversos trastornos visuales del herido M, que presentaba visión casi invertida. En 1939 caracterizó lo que llamó «síndrome central del córtex» como un síndrome multisensorial, bilateral y simétrico, originado por una lesión unilateral, presentando efectos, que llamó de «acción dinámica», como la propia multisensorialidad de la afección que involucra además a todas las funciones; la pérdida escalonada de las mismas según la

intensidad del estímulo, y su recuperación por sumación temporal (iteración) o por la presencia de otro tipo de estímulo. Dicho síndrome, imposible de explicar por la entonces vigente teoría rígida de las localizaciones cerebrales, lo interpretó Gonzalo bajo un criterio estrictamente fisiológico en el que la excitabilidad nerviosa o cerebral se vuelve fundamental, lo cual supuso un cambio radical respecto a los conceptos al uso, aportando una solución dinámica al problema de las localizaciones cerebrales. Finalizada la guerra regresó a Madrid y presentó los primeros resultados oficialmente en 1941 al Consejo Superior de Investigaciones Científicas, en una memoria con el entonces novedoso título «Dinámica Cerebral», premiada dicho año por dicha institución.

Dentro de la gran precariedad de las condiciones de la postguerra, abordó el estudio cuantitativo de estos fenómenos, subvencionado por el Instituto Cajal, lo que dio lugar a la publicación en 1945 del primer volumen del libro sobre «Dinámica Cerebral», dedicado a las funciones visuales (Gonzalo, 1945). Como su autor señala en él (véase su prólogo de este primer volumen), se llenaba así la laguna existente en aquél momento entre la patología cerebral y la fisiología del sistema nervioso. Llevó a cabo el trabajo solo, ayudado ocasionalmente en aspectos secundarios por algunos de sus hermanos y a partir de 1945 apoyado siempre por su esposa Ana María Fonrodona. A pesar de las malas condiciones económicas del momento nunca pensó en crear una consulta médica particular, para poder así dedicarse de lleno a la investigación y a la exploración de los casos de interés. Periódicamente traía a Madrid al herido M (que vivía en Valencia carente de recursos económicos) para exploraciones que se extendieron, al igual que con el caso T, desde 1938 a 1948 [véase introducción de la referencia (Gonzalo, 1952)]. En ocasiones tuvo que ir a explorar a algún herido a la cárcel donde se encontraba. En 1950 se publicó el segundo volumen (Gonzalo, 1950), dedicado a las funciones táctiles y a la generalización de conceptos introducidos en el primero. Su autor describe en él la observación e interpretación de la inversión táctil, encontrada en 1946, de la que no había precedentes en la literatura, y sigue sin haberlos en los términos que ahí se presentan.

Es de destacar el interés que el libro suscitó entre diversos autores en aquél tiempo (Germain, 1946; Barraquer Ferré, 1946; Vallejo Nájera y Escudero Valverde, 1947; Bender y Teuber, 1948; de Ajuriaguerra y Hécaen, 1949; Lafora, 1949; Guiraud, 1950; Critchley, 1953; Cabaleiro Goas, 1959), y posteriormente (Ballús, 1964; Llopis, 1970; Barraquer Bordas, 1974; Roldán, 1975), por citar algunos de ellos. Köhler, representante de la teoría de la «Gestalt», le manifestó a J. Gonzalo en sucesivas cartas en 1946 y 1951 su vivo interés por sus investigaciones y, por ejemplo, Bender y Teuber hacen el siguiente comentario en relación con la conjunción de enfoques clínicos y fisiológicos en las funciones visuales: «Thus far, the American and English literature has failed to produce a monograph similar in scope to Gonzalo's *Dinámica Cerebral*» (Bender y Teuber, 1948, p.171).

Posteriormente, Gonzalo postuló un desarrollo en espiral para la organización del campo sensorial (Gonzalo, 1951, 1952) e introdujo la idea de gradientes cerebrales funcionales a través del córtex (Gonzalo, 1952), lo que permitía establecer una transición continua entre el síndrome central y otras patologías. Fue exponiendo sus investigaciones con todo detalle en los cursos de doctorado sobre Fisiopatología Cerebral, que impartía con gran vehemencia y dedicación desde 1945 en la Facultad de Medicina, situada en el antiguo Hospital San Carlos de Madrid. Estos cursos despertaban gran interés entre los alumnos, y algunos de ellos trataron de dar a conocer con entusiasmo estos estudios en sus países de origen o a los que emigraron. No obstante, reorganizaciones en la Facultad de Medicina en 1966 provocaron que no pudiera seguir impartíéndolos tal y como lo venía haciendo, a pesar de las peticiones de alumnos y de varios profesores. Con ello desapareció también el laboratorio de fisiopatología cerebral que tenía asociado, pero Gonzalo siguió avanzando en su investigación, incluyendo el sistema auditivo y el lenguaje, y desarrollando los conceptos de similitud y alometría sobre la base de los principios biológicos del desarrollo y del crecimiento, lo cual le llevó a interpretar el síndrome central como un cambio de escala en la excitabilidad nerviosa cerebral. No obstante, estos acontecimientos no fueron impedimento para que su trabajo fuera reconocido con el premio «Orbieta», que recibió de la Real Academia de Medicina en 1950, y el premio «Pilar Sangro» de la Sociedad Española de Psicología en 1958.

Un conciso y claro resumen de algunos aspectos básicos de su investigación constituye uno de los capítulos del libro «Introducción dialéctica a la psicopatología» de su amigo Bartolomé Llopis (1970). Por otra parte, el contexto científico en el que desarrolló la investigación está ricamente plasmado en el artículo del neurólogo Barraquer Bordas (2005), que también tuvo relación con él. También hay otras referencias de tipo histórico a lo largo de los años (Rodríguez Arias, 1961; Siguán, 1976; Pérez y Pérez, 1983; Moya, 1986; González Duro, 1987; Carpintero, 1991; León-Carrión, 1998) que, aparte de la particular cita a Gonzalo, transmiten una idea del ambiente de la época. Hay alguna otra referencia de tipo más neurológico (Arias y Gonzalo Fonrodona, 2004), además de la ya citada de Barraquer Bordas.

Gonzalo Perteneció al Consejo Superior de Investigaciones Científicas desde 1942. Fue un investigador de intensa actividad ininterrumpida y autoexigente en extremo con sus trabajos, de los que no concebía comunicaciones parciales. Nunca se movió por motivos económicos ni buscó elogios. Su carácter independiente no fue siempre bien aceptado y tuvo innumerables dificultades administrativas, lo cual, unido a su acentuado espíritu crítico, contribuyeron a que se resintiera la difusión de sus investigaciones, a pesar de la gran cantidad de material elaborado para ello. Abordó también múltiples temas de la biología, filosofía, física, cibernética y matemáticas, estableciendo

conexiones con la dinámica cerebral. Sus estudios solo fueron interrumpidos por su fallecimiento en 1986.

Su investigación tuvo especial eco en el campo de la cibernética e inteligencia artificial (Delgado, 1978; Mira, Delgado y Moreno-Díaz, 1987; Mira y Delgado, 2003), donde actualmente sigue despertando interés y donde se ha llevado a cabo, coincidiendo con el centenario de su nacimiento, la reedición de gran parte de su investigación (Gonzalo, 2010), incorporándose partes inéditas.

Al desaparecer muchos de los que conocían su investigación fuera de España, ésta quedó desconocida justo cuando en la última década ha habido (y sigue habiendo) una explosión de interés por la facilitación multisensorial y empezaron a describirse fenómenos similares a algunos de los descritos por Gonzalo (Frassinetti, Bolognini y Bottari, 2005; Poppel *et al.*, 2006; Shams y Kim, 2010), a proponerse modelos en estrecha relación con el que este autor formuló (Pascual-Leone y Hamilton, 2001; Stein, Stanford, Ramachandran, Perrault y Rowland, 2009) y describirse observaciones en concordancia con los referidos «gradientes» (Hertz y Amedi, 2010; Martuzzi *et al.*, 2007; Tal y Amedi, 2009), realzando así la actualidad de su investigación. Solo se han citado algunas referencias de la extensa y reciente bibliografía.

## SU INVESTIGACIÓN

Resaltamos a continuación algunos aspectos de la obra neurocientífica de Gonzalo. El llamado «síndrome central del córtex» que este autor caracterizó, es un síndrome que podría denominarse también síndrome multisensorial simétrico por afectar a todos los sistemas sensoriales (visual, táctil, auditivo...) aunque la lesión unilateral no toca las correspondientes zonas de proyección sino que es equidistante de las mismas, es decir está en zona aquí llamada «central», correspondiente a la llamada antiguamente zona de asociación, rodeada de las zonas de proyección llamadas por Gonzalo «marginales», en contraposición a la «central». En los casos M y T la lesión era en el lado izquierdo (el centro del área 19, parte anterior de la 18 y la más posterior de la 39 de Brodmann), siendo de mayor magnitud en el caso M. En dicho síndrome quedan además afectadas todas las funciones; desde las llamadas «simples» o «elementales», como la simple excitabilidad, hasta las más complejas o «superiores» como las funciones gnósticas, en ambos lados del cuerpo de forma simétrica a pesar de la unilateralidad de la lesión. Una singular característica de tipo dinámico es la *disgregación* o *desfasamiento*, asociada a una *depresión* funcional, en la que las diferentes cualidades sensoriales, unidas en la percepción normal, se pierden escalonadamente a medida que la intensidad del estímulo disminuye, desplegándose así las distintas cualidades o funciones que componen el sensorio, entre ellas la función dirección. Por ejemplo, al ir disminuyendo la iluminación de un objeto o al alejarlo progresivamente del paciente, primero éste deja de

reconocerlo, la agudeza visual disminuye, después lo percibe cada vez más inclinado, al tiempo que pierde forma, pierde el color azul, luego el amarillo, luego el rojo, al tiempo que se hace cada vez más pequeño hasta quedar casi completamente invertido como una mancha que pierde también luminosidad. Todo ello siguiendo un orden bien establecido (Gonzalo, 1945), en el que las funciones gnósicas y más complejas son las primeras en perderse al requerir mayor excitación cerebral y, en definitiva, mayor integración cerebral. Éste fue el primer estudio en profundidad de este tipo de fenómeno, al que se daba además una interpretación que se ajustaba a las condiciones dinámicas de la excitabilidad nerviosa. Quedaba así establecida una continuidad entre las funciones sensoriales elementales y las más complejas o superiores, considerando que ambas se asientan sobre las mismas bases fisiológicas.

Otro fenómeno dinámico del síndrome central, relacionado con el anterior, es el «crecimiento sensorial», o recuperación progresiva de las funciones perdidas, por aumento de la intensidad del estímulo, o por la acción facilitadora de otro estímulo simultáneo, del mismo u otro sistema sensorial. Este último caso es del tipo de fenómeno llamado actualmente en inglés «cross-modal effect», relacionado con la integración multisensorial. Por ejemplo, estímulos táctiles, auditivos y en particular la contracción muscular mejoraban notoriamente la percepción visual, supliendo en parte el déficit de excitación nerviosa por la pérdida de masa neuronal inespecífica (o multiespecífica) debida a la lesión. Así, en el caso M, el campo visual llegaba a aumentar unas 5 veces y la imagen recuperaba su dirección correcta con una enérgica contracción muscular. También el citado síndrome se caracteriza por un aumento de la *capacidad iterativa*, de forma que la percepción mejora por iteración del estímulo. Esta capacidad está relacionada con la lentitud de respuesta del sistema cerebral, que alarga la presencia de la excitación cerebral debida a un estímulo, sumándose la excitación a la de un siguiente estímulo. En contraposición a este tipo de síndrome estaría el conocido síndrome de un área de proyección, llamado por Gonzalo «marginal», en el que la afección es una *supresión* de la función, contralateral a la lesión. Los casos intermedios son llamados síndromes «paracentrales» y la afección depende de la posición y magnitud de la lesión, siendo la afección bilateral pero asimétrica en diverso grado.

Es de destacar la peculiaridad de los casos con síndrome central, como describe Gonzalo para los casos M y T (ver Gonzalo, 1945, pp. 44 y siguientes), consistente en que presentan muy pocos síntomas fuera de las observaciones clínicas, pasando inadvertidas muchas de sus anomalías para ellos mismos. Ello se debe a que en la vida diaria atienden solo a los estímulos más intensos, quedando así excluida la mencionada disgregación de funciones. Además desarrollan mecanismos inconscientes de facilitación multisensorial, como contracciones musculares en el cuello, etc., que mejoran la percepción. Tanto el herido M como el T, de 25 y 20 años respectivamente

cuando cayeron heridos en 1938, presentaban la lesión en el mismo lugar «central» que se ha indicado, siendo menor la pérdida de masa neuronal en T, que presentaba las anomalías en menor grado que M. En cuanto a la visión, por ejemplo, ambos presentaban reducción concéntrica del campo visual en ambos ojos, pero mucho más pronunciada en M, y con la funcionalidad disminuida desde el centro hacia la periferia. Bajo condiciones umbrales de intensidad de estímulo, el caso M presentaba visión casi invertida (170 grados) mientras que para el caso T la inclinación máxima era de unos 30 grados. Para ambos casos la inclinación ocurría en el plano frontal, en sentido horario en visión central para el ojo derecho y antihorario en el izquierdo. Una descripción de estos casos en cuanto al tipo de lesión, sus trastornos iniciales, su involución, y los desórdenes que presentaban a partir del año 1942 ya de forma estable y crónica, se encuentra resumida en las pp. 48-57 del volumen primero (Gonzalo, 1945) [véase por ejemplo edición facsímil (Gonzalo, 2010)]. La metodología y el análisis cuantitativo de las exploraciones de estos casos fundamentalmente y de algunos otros, lo expone Gonzalo a lo largo de las 392 páginas de dicho volumen, refiriéndose a la excitabilidad eléctrica y luminosa de la función óptica, las anomalías cromáticas, la visión de los colores planos (como desprendidos de los objetos), las formas, la agudeza, el movimiento, la inversión, la función esquema, la orientación espacial, pérdida de la función ortogonal (las figuras son percibidas sin distinguir su orientación), etc.

En el segundo volumen (Gonzalo, 1950) dedicado a las funciones táctiles, se describe extensamente el análisis cuantitativo de las exploraciones en los heridos M y T y otros, relativas a la excitabilidad eléctrica táctil, mecánica, cualidades como la presión dolor, temperatura, localización, discriminación, etc. dedicando una parte substancial a la dirección táctil y el trastorno de inversión, de más difícil determinación que el visual, así como al esquema corporal y manual. Queda aquí generalizada la inversión para el síndrome central a todos los sistemas sensoriales de naturaleza espacial, corroborándose posteriormente en 1946 para el sistema auditivo en el caso M (Gonzalo, 1952). Es de destacar en los dos volúmenes la extraordinaria documentación bibliográfica que maneja su autor respecto a diversas corrientes de pensamiento, datos clínicos, experimentaciones y antecedentes de los fenómenos observados.

En publicaciones posteriores, expuso Gonzalo la idea del desarrollo en espiral del campo sensorial en el proceso integrativo cerebral (Gonzalo, 1951, 1952), así como la de los llamados «gradientes» cerebrales funcionales a través del córtex (Gonzalo, 1952). Estos gradientes son funciones en gradación que representan la densidad de función específica sensorial en cada punto del córtex, relacionada con la densidad de neuronas específicas y sus conexiones, tomando un valor máximo en la correspondiente área de proyección y disminuyendo gradualmente a lo largo de todo el córtex, llegando el final del declive hasta otras áreas de proyección. En el sistema visual, por ejemplo, para

que la función visual sea normal, no sólo sería necesaria la zona de mayor valor del gradiente visual, sino también la acción (integración) de toda la densidad de función en gradación a través del córtex. Así, la función sensorial que se origina en el área de proyección como un simple esbozo, invertida y constreñida, pasaría a ser reinvertida, magnificada y elaborada, es decir, integrada, por la acción de todo el gradiente extendido a lo largo del córtex cerebral. En este sentido resulta notoria la participación del tradicional «córtex extra-visual» en el mantenimiento del campo visual. Cuanto más cerca esté la lesión del área de proyección, tanto mayor será el predominio de defectos unisensoriales y contralaterales, mientras que cuanto más «central» (equidistante de las zonas de proyección) sea la lesión, mayor será la tendencia a los defectos multisensoriales y bilaterales. Además, para una determinada posición de la lesión, cuanto mayor sea su magnitud, mayor es el grado de depresión funcional y mayor la intensidad de los fenómenos dinámicos referidos que conlleva. Los múltiples casos de primera mano y de otros autores pudieron ser interpretados de acuerdo al modelo de gradientes, según la posición y magnitud de la lesión, encontrándose una transición continua entre los síndromes del área de proyección y los centrales.

Gonzalo desarrolló posteriormente los conceptos de similitud dinámica y alometría aplicados al síndrome central, entendido éste como resultado de un cambio de escala en la excitabilidad nerviosa del sistema cerebral respecto al caso normal. Esta similitud está basada en que todas las funciones sensoriales mantenían un comportamiento en función de la intensidad del estímulo, similar al del caso normal, pero con valores más pequeños. Según el principio de similitud dinámica, el cambio de escala en un sistema da lugar a que sus diferentes partes cambien de manera diferente (alométricamente), como ocurre en el crecimiento biológico y como estableció Gonzalo en el crecimiento sensorial (y en el decrecimiento sensorial), encontrando las correspondientes relaciones alométricas entre las distintas funciones sensoriales. Quedaba así interpretada y formalizada la disgregación (pérdida escalonada) de éstas en el síndrome central. Estos conceptos, incluido el de los gradientes, los aplicó también al sistema del lenguaje. Estas últimas investigaciones quedaron inéditas y se recogen parcialmente en el Suplemento II de la reciente reedición de la obra de Gonzalo (Gonzalo, 2010).

Una de las peculiaridades que hace especialmente interesante el síndrome central es que el plan organizativo en dicho síndrome es análogo al del hombre normal, solo que el déficit de integración cerebral en el síndrome central pone al descubierto la organización de las estructuras sensoriales, al aparecer disgregadas. Según Gonzalo, este tipo de síndrome sería más frecuente de lo que parece, y pasa fácilmente desapercibido ya que para su exploración se requiere que el paciente esté libre de todo estímulo (difícil de conseguir) y que su percepción sea estudiada bajo estímulos umbrales. De hecho, Gonzalo encontró no solo los casos M y T sino un total de unos 35 casos de síndrome central de diversa intensidad (Gonzalo, 1952, 2010).



## TRABAJOS POSTERIORES

Para terminar, cabe destacar algunos de los trabajos que se han desarrollado apoyados en esta investigación. Ya Ballús (1970) llevó a cabo experiencias en normales sobre la influencia facilitadora de la contracción muscular sobre el equilibrio postural. En el campo de la cibernética se han desarrollado trabajos en los que las investigaciones de Gonzalo (junto con las Lashley y Luria) se consideran básicas en la relación entre la organización funcional del tejido nervioso y la conducta, aplicándose, por ejemplo, el modelo referido de gradientes funcionales y la facilitación multisensorial a modelos neurocibernéticos de dinámica cerebral (Delgado, 1978; Mira, Delgado y Moreno-Díaz, 1987; Mira y Delgado, 2003).

Por otra parte, además de algunos artículos exponiendo la obra de Gonzalo, se han realizado algunas formalizaciones de la misma, como la interpretación de las curvas de excitabilidad general de acuerdo a un modelo macroscópico en el que la excitación producida en un instante dado en el sistema cerebral depende del estímulo en dicho instante y en los previos. Ello permite definir el tiempo de reacción para una determinada función sensorial, la permeabilidad a la excitación cerebral y la capacidad iterativa (Gonzalo Fonrodona y Porras, 2001), así como abordar la excitación multisensorial (Gonzalo Fonrodona y Porras, 2001). La observación e interpretación de 25 casos de visión inclinada referidos por Gonzalo (1945, 1952) y los fenómenos multisensoriales que conlleva el citado síndrome se han relacionado con los diversos casos referidos en la literatura (Gonzalo-Fonrodona, 2007), exponiéndose también los conceptos de similitud, y leyes alométricas de escala en dicho síndrome (verificándose numéricamente el cumplimiento de dichas leyes), conceptos que han quedado así finalmente publicados (Gonzalo-Fonrodona, 2009). Se han estudiado también datos de la percepción en el síndrome central de acuerdo a la conocida ley de Estevens de la percepción. Los resultados permiten sugerir que las leyes de la percepción en este síndrome (y por extensión en el hombre normal) surgirían de leyes universales del crecimiento biológico (Gonzalo-Fonrodona, Porras, 2007, 2009), en relación con lo propuesto por Gonzalo al referirse al «crecimiento sensorial», lo cual revela además mecanismos generales de las «redes» que se aplicarían también a la red neuronal del córtex. Por último, guiados por la investigación de Gonzalo y siguiendo sus criterios de exploración, se ha encontrado una mejoría de la agudeza visual en normales bajo la influencia de moderada contracción muscular (Gonzalo-Fonrodona, Porras, 2011), lo cual resalta la similitud establecida por Gonzalo entre el síndrome central y el cerebro normal, viniendo a ratificar el interés de dicho síndrome para comprender el funcionamiento del cerebro normal. Siguiendo esta línea, hay investigación en curso en relación con la multisensorialidad y leyes de escala.

## REFERENCIAS

- Arias, M. y Gonzalo-Fonrodona, I. (2004). La obra neurocientífica de Justo Gonzalo (1910-1986): El síndrome central y la metamorfopsia invertida. *Neurología*, 19, 429-433.
- Ballús, C. (1964). Aportaciones de la psicofisiología a la psicología clínica. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 19(73), 555-558.
- Ballús, C. (1970). La «maniobra de refuerzo» de J. Gonzalo y su objetivización por el test oscilométrico. *Anuario de Psicología*, 2, 19-28.
- Barraquer Bordas, L. (1974). *Afasia, Apraxias, Agnosias*. Barcelona: Toray.
- Barraquer Bordas, L. (2005). La «dinámica cerebral» de Justo Gonzalo en la historia. *Neurología*, 20(4), 169-173.
- Barraquer Ferré, L. (1946). *Fisiopatología y Semiología de los Lóbulos Frontales*. Barcelona: Publicaciones Médicas.
- Bender, M. B. y Teuber, H. L. (1948). Neuro-ophthalmology. *Progress in Neurology and Psychiatry*, III, 163-182.
- Cabaleiro Goas, M. (1959). *Temas Psiquiátricos. Cuestiones generales y dirección de investigación*. Madrid: Montalvo.
- Carpintero, H. (1991). La neuropsicología. Una perspectiva española reciente. *Anuario de Psicología*, 57, 157-168.
- Critchley, M. (1953). *The Parietal Lobes*. London: Arnold.
- de Ajuriaguerra, J. y Hécaen, H. (1949). *Le Cortex Cérébral. Étude Neuropsychopathologique*. Paris: Masson.
- Delgado, A. E. (1978). *Modelos Neurocibernéticos de Dinámica Cerebral*. Ph.D. Thesis. E.T.S. de Ingenieros de Telecomunicación. Universidad Politécnica de Madrid.
- Frassinetti, F., Bolognini, F. N. y Bottari, D (2005). Audiovisual integration in patients with visual deficit. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 1442-1452.
- Gran Hospital de la Beneficiencia General del Estado (1967). *Servicio de Neurología Nicolás Achúcarro, Madrid*. Madrid: Artes gráficas Ibarra.
- Germain, J. (1946). Progresos actuales en neuropsicología. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 1(2), 425-456.
- Gonzalo, J. (1933). Los factores endógenos en la corea de Sydenham. *Archivos de Neurobiología*, XIII(4, 5, 6), 1-15.
- Gonzalo, J. (1934a). Contribución al estudio del esquizoide. *Archivos de Neurobiología*, XIV(6), 1-17.
- Gonzalo, J. (1934b). Los tipos de motilidad. Contribución a la sistemática del movimiento. *Archivos de Neurobiología*, XIV(1), 1-23.
- Gonzalo, J. (1935a). Contestación al Dr. Nieto. *Archivos de Neurobiología*, XV(3), 417-421.

- Gonzalo, J. (1935b). Sobre la localización y fisiopatología del tálamo y del subtálamo. *Archivos de Neurobiología*, XV(4), 625-668.
- Gonzalo, J. (1936). Nuevos estudios talámicos. Síndrome talámico puro por degeneración secundaria. *Archivos de Neurobiología*, Marzo, 111-129.
- Gonzalo, J. (1945). *Investigaciones sobre la nueva Dinámica Cerebral. La actividad cerebral en función de las condiciones dinámicas de la excitabilidad nerviosa*. Tomo primero (pp.1-392). Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Inst. S. Ramón y Cajal.
- Gonzalo, J. (1950). *Investigaciones sobre la nueva Dinámica Cerebral. La actividad cerebral en función de las condiciones dinámicas de la excitabilidad nerviosa*. Tomo segundo (pp. 393-827). Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Inst. S. Ramón y Cajal.
- Gonzalo, J. (1951). La cerebración sensorial y el desarrollo en espiral. Cruzamientos, magnificación, morfogénesis. *Trabajos del Instituto Cajal de Investigaciones Biológicas*, 43, 209-260.
- Gonzalo, J. (1952). Las funciones cerebrales humanas según nuevos datos y bases fisiológicas: Una introducción a los estudios de Dinámica Cerebral. *Trabajos del Instituto Cajal de Investigaciones Biológicas*, 44, 95-157.
- Gonzalo, J. (2010). *Dinámica Cerebral*. Edición facsímil de las obras de 1945, 1950 y 1952 con suplementos. Santiago de Compostela: Red Temática en Tecnologías de Computación Artificial / Natural y Universidad de Santiago de Compostela.
- Gonzalo-Fonrodona, I. (2007). Inverted or tilted perception disorder. *Revista de Neurología*, 44(3), 157-165.
- Gonzalo-Fonrodona, I. (2009). Functional gradients through the cortex, multisensory integration and scaling laws in brain dynamics. *Neurocomputing*, 72, 831-838.
- Gonzalo-Fonrodona, I. y Porrás, M.A. (2001). Time-dispersive Effects in the J. Gonzalo's Research on Cerebral Dynamics. *Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*, 2084, 150-157.
- Gonzalo-Fonrodona, I. y Porrás, M. A. (2003). Intersensorial Summation as a Non-linear Contribution to Cerebral Excitation. *Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*, 2686, 94-101.
- Gonzalo-Fonrodona, I. y Porrás, M. A. (2007). Physiological Laws of Sensory Visual System in Relation to Scaling Power Laws in Biological Neural Networks. *Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*, 4527, 96-102.
- Gonzalo-Fonrodona, I. y Porrás, M. A. (2009). Scaling power laws in the restoration of perception with increasing stimulus in deficitary natural neural network *Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*, 5601, 174-183.
- Gonzalo-Fonrodona, I. y Porrás, M.A. (2011). Scaling Effects in Crossmodal Improvement of Visual Perception. *Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*, 6687, 267-274.

- González Duro, E. (1987). Presencia de Lafora en el franquismo. En R. Huertas, A. I. Romero y R. Álvarez (Coords.), *Perspectivas Psiquiátricas* (pp. 259-260). Madrid: CSIC.
- Guiraud, P. (1950). *Psychiatrie Général*. Paris: Le Francois.
- Hertz, U. y Amedi, A. (2010). Disentangling unisensory and multisensory components in audiovisual integration using a novel multifrequency fMRI spectral analysis. *NeuroImage*, 52, 617-632.
- Kleist, V. K. y Gonzalo, J. (1938). Über Thalamus und Subthalamussyndrome und die Störungen einzelner Thalamuskern. *Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie Sonderdruck aus Band*, 99, 87-130.
- Lafora, G. R. (1949). Spanish Psychiatry during the last decade. *The American Journal of Psychiatry*, 105(2), 901-903.
- Llopis, B. (1970). *Introducción dialéctica a la psicopatología*. Madrid: Morata.
- León-Carrión, J. (1998). Presente y futuro de la neuropsicología en España. *Papeles del psicólogo*. nº 70, Junio.
- Martuzzi, R., Murray, M. M., Michel, C. M., Thiran, J. P., Maeder, P. P., Clarke, S. y Meuli, R. A. (2007). Multisensory interactions within human primary cortices revealed by BOLD dynamics. *Cerebral Cortex*, 17, 1672-1679.
- Mira, J., Delgado, A. E. y Moreno-Díaz, R. (1987). The fuzzy paradigm for knowledge representation in cerebral dynamics. *Fuzzy Sets and Systems*, 23, 315-330.
- Mira, J., Delgado, A.E. (2003). Neural modeling in cerebral dynamics. *BioSystems*, 71, 133-144.
- Moya, G. (1986). *Medicina y cultura en una España en crisis*. Madrid: Ediciones de la Universidad Autónoma.
- Pascual-Leone, A. y Hamilton, R. (2001). The metamodal organization of the brain. *Progress in Brain Research*, 134, 1-19.
- Pérez y Pérez, D. (1983) Presencia psicofisiológica en la obra de J. Germain. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 38(2), 298-312.
- Poppel, D.A., Kasten, E., Muller-Oehring, E.M., Bunzenthal, U., Sabel, B.A. (2006). Improving residual vision by attentional cueing in patients with brain lesions. *Brain Research*, 1097,142-148.
- Rodríguez Arias, B. (1961). Historia de la neurología española. *Archivos de Neurobiología*. 24(4), 400-418.
- Roldán, A. (1975). *Las incógnitas del pensamiento humano*. Madrid: Fax.
- Shams, L., Kim, R. (2010). Crossmodal influences on visual perception. *Physics of Life Reviews*, 7, 269-284.
- Siguan, M. (1976). Spain. In Sexton and Misiak (Eds.). *Psychology around the World* Monterrey, Ca. (USA): Brooks, Cole Cy. Traducción (1977): La psicología en España. *Anuario de Psicología*, 16, 3-22.

- Stein, B. E., Stanford, T. R., Ramachandran, R., Perrault Jr, T. J. y Rowland, B.A. (2009). Challenges in quantifying multisensory integration: alternative criteria, models, and inverse effectiveness. *Experimental Brain Research*, 198, 113-126.
- Tal, N. y Amedi, A. (2009). Multisensory visual-tactile object related network in humans: insights gained using a novel crossmodal adaptation approach. *Experimental Brain Research*, 198, 165-182.
- Vallejo Nájera, A. y Escudero Valverde (1947). *Trastornos psíquicos en traumatizados Craneales*. Barcelona: Massó.

Artículo recibido: 26-11-11

Artículo aceptado: 15-12-11

