

# Neurociencia y fe: El sistema de creencias como lugar de encuentro interdisciplinar (Neuroscience and Faith: The belief system as a venue of interdisciplinary meeting)

**JOSÉ VÍCTOR ORÓN**

Grupo mente-cerebro (ICS). UNAV

[josevictororon@gmail.com](mailto:josevictororon@gmail.com)

**Resumen.** El presente artículo ofrece aportes de la neurociencia a la experiencia de fe y viceversa. Lo primero es buscar el punto de encuentro entre ellas para que sea posible el diálogo interdisciplinar. Ese lugar de encuentro es el sistema de creencias personal (SCP en español PSB en inglés). El SCP tiene que ver tanto con la neurociencia como con la fe. Sobre la relación del SCP con la fe, se supone pero no se trata aquí. Aquí se trata de qué puede decirse desde la neurociencia del SCP. Y qué puede ser útil para la experiencia de fe. Para ello haremos un replanteamiento conceptual del sistema neural que la neurociencia denomina “default mode”.

Por ello se intenta clarificar la forma de proceder en neurociencia: cómo se hacen diversas reducciones de la realidad para ser capaz de estudiarla. También se presentan otros elementos que muestran la unidad de la persona. Tras estos planteamientos iniciales (apartados 1 y 2) se hace una presentación neuroanatómica (apartado 3) del “default mode”, el “precuneus” y del “rich-club”.

Esto sirve como punto de partida para los puntos de reflexión que desde la neurociencia se podrían hacer a la experiencia de fe. Estos tratarían sobre la importancia de su conexión con la vida y la realidad, con las relaciones personales, con las emociones, sobre los procesos personales para la maduración, de las consecuencias de cara al futuro personal y sobre una serie de aspectos relevantes como la conciencia, el perdón, la disonancia cognitiva/culpa y una posible patología de la fe (apartado 4).

El replanteamiento conceptual del “default mode” (DMN), como “sistema de creencias personal” (SCP), se hace en orden a tener una concepción amplia de la toma de decisiones. En neurociencia se tiene ya ampliamente asumido que las emociones, al igual que la realidad corporal y las percepciones, son elementos de la toma de decisiones, pero no se tiene tan asumido que el mundo de creencias sea otro elemento más en juego. El sistema de creencias sería la representación abstracta y generalizada de lo que es el mundo, de lo que son las relaciones personales y de mí mismo. Son creencias a las que se ha llegado por un proceso de sedimentación y reflexión a partir de las experiencias personales, emocionales y relacionales vividas. Estas creencias, por el proceso de abstracción, ya no están ligadas a experiencias concretas sino a una conceptualización del mundo y de mí mismo; y se hacen presentes en la toma de decisiones como un impulso más que entra en juego.

**Palabras clave:** Default mode; Rich-club; precuneus; fe; diálogo interdisciplinar; creencias.

**Abstract.** The present paper offers contributions from neuroscience to faith experience and vice versa. First of all, we look for a meeting point between them for beginning the interdisciplinary dialog. Personal system of beliefs (PSB in English and SPC in Spanish) is proposed as the meeting point. PSB has to do with both disciplines. The relation between PSB and faith is assumed, but it is not treated here. Here we try to answer two questions: (i) what can be said from neuroscience about PSB?, and (ii) what can be useful for the experience of faith? To do that we make a conceptual redefinition of one neural system that neuroscience calls “default mode”.

So, we need to clarify how neuroscience works. How several reductions of reality are made in order to be capable to study it. We also introduce some other elements which manifest the person as a unity. After this initial approach (parts 1 and 2), a neuroanatomical presentation (part 3) about the “default mode”, “precuneus”, and “rich-club” is presented.

This is the starting point for the following reflection about contributions from cognitive neuropsychology to faith experience. They show the importance of keeping in contact faith experience with the whole life and reality, of human relationships, of emotions, and they also talk about personal processes for maturation, about the consequences for personal future and other relevant aspects like: conscience, forgiveness, cognitive dissonance / blame, and possible pathology of faith (part 4).

The conceptual redefinition of “default mode network” (DMN) as a personal system of beliefs (PSB) is made in order to have a broad conception of making decisions. Neuroscience has reached the view that emotion, as body and perception are several elements for making decisions, but it is not yet assumed that our PSB is another element playing an important role. PSB would be the abstract representation about what is and what could be the world, my relationships, and myself. These beliefs are reached through a long process of reappraisal in which personal experiences, emotion, and relationships are settled down. When beliefs are formed thanks to abstraction they are no longer connected to a given and concrete experience but to a conceptualization of the whole world and myself. Thus, the PSB is one more element for making decisions.

**Keywords:** Default mode; Rich-club; precuneus; faith; interdisciplinary dialog; beliefs.

## Introducción

### A. ¿Tiene sentido plantear el binomio neurociencia-fe?

¿Tiene sentido plantear esto? Recientemente observamos que en muchos campos se pregunta si la “neuro-algo” puede decir “algo” al campo respectivo. Así aparece la “neuro-economía”, “neuro-ley”... Todas estas disciplinas deben su existencia a que no puede plantearse ninguna acción humana desconectada de los procesos neurológicos. El cerebro interviene en todo, aunque todo no lo hace el cerebro. No es el cerebro el que piensa, sino la persona es la que piensa y piensa con su cerebro. Si pensara que es mi cerebro quien hace las cosas estaría diciendo un sin sentido. Cuando un perro corre ¿Quién corre? ¿Sus patas corren?, ¿su cerebro corre? O ¿es el perro el que corre? Por eso no es mi cerebro el que piensa. El que piensa soy yo y para pensar mi cerebro es fundamental. Toda acción humana requiere de la intervención del cerebro. Desde esta perspectiva tiene sentido preguntarse por la neurociencia y la fe. Pues el que vive la fe es la persona y para vivir la fe, como para vivir cualquier realidad humana, el cerebro entra en juego.

La neurociencia nos puede ayudar a comprendernos mejor a nosotros mismos, pero nunca va ser la instancia que nos diga lo que tenemos que hacer o quiénes somos. El debate sobre esto es un tema muy actual y delicado. El estudio sobre la libertad humana o sobre la conciencia se da hoy en día con mucha fuerza en la neurociencia y se pueden encontrar todas las tendencias que uno se pueda imaginar.

### B. ¿Dónde está la fe en el cerebro?

Una pregunta así no creo que ningún neurocientífico la respondiera. Entre otras cosas porque los procesos humanos (y la fe es uno porque quienes tienen fe son los humanos), no “están” en el cerebro, sino que se “dan” en él. Y ¿qué tipo de proceso humano es la fe? Antes de responder a esta pregunta hay que tener presente cómo la neurociencia evalúa los procesos. Por ejemplo si se quiere examinar una habilidad humana como es la comunicación verbal. La neurociencia lo hace de la siguiente forma. La comunicación humana es un proceso global del ser humano muy complicado. No hay

forma de “hincarle el diente” desde la neurociencia a un fenómeno tan global. ¿Qué hace pues el neurocientífico? Sin entrar a definir lo que es la comunicación oral humana, examina una tarea simple que todo el mundo pueda dar por hecho que tiene que ver con la comunicación humana. Por ejemplo, examina cómo hacemos familias de palabras y ve qué parte del cerebro se activa si la palabra que se le da es de muchas o pocas alternativas. No es lo mismo que pidan decir palabras que empiezan por “a” que por “y”. Y todo el mundo estaría de acuerdo en que tener un buen vocabulario es una riqueza para la comunicación humana. Hacen la experiencia y sacan resultados. ¿Puede hacer afirmaciones sobre la comunicación humana? No, sino de cosas que parcialmente tienen que ver con ella. Pues se ha reducido el acontecimiento humano a una tarea más o menos significativa.

Clarificada esta forma de proceder del neurocientífico toca preguntarse cómo se examinaría la fe. También la fe es un fenómeno humano global y la neurociencia ni de lejos pretende definirla<sup>1</sup>. Así pues se busca algo que tenga que ver con ella. En este caso la propuesta es el mundo de las creencias. El mundo de creencias se compone de todas las concepciones de lo que es el mundo, lo que soy yo, lo que son mis relaciones con los demás, lo que son mis propias posibilidades de crecimiento... Esto no es la fe, pero sí que guarda relación con ella. Un hecho sorprendente que deberá ser estudiado (pero no creo que desde la neurociencia) es el hecho de que la misma postura de fe, ser cristiano por ejemplo, puede darse con creencias muy distintas entre sí. Por ejemplo, creer que mis capacidades son limitadas o que mis capacidades pueden cambiarse con mi participación y esfuerzo. Son dos posturas existenciales bien distintas: en una la suerte está echada, hay lo que hay, y en otra la puerta al cambio está abierta con trabajo, método...

Esto plantea preguntas como *¿qué imagen de Dios se tiene que lleva a creer cosas distintas?* Hay gente que cree en Dios, pero piensa que no tiene nada que hacer con su propia vida. Limitarse a aceptar lo que le toca vivir.

---

<sup>1</sup> La ciencia huye de dar definiciones rápidas y no las necesita para empezar a trabajar. Por ejemplo Pessoa dice que no hace falta definir lo que es emoción y cognición para estudiarlas. “No pienso que necesitemos definir las en orden a estudiarlas” (Pessoa 2013, 4). Y sigue comentando como la física ha trabajado en la misma línea y sugiere que la mejor definición de una cosa es explicar como funciona.

Hay lo que hay. En cambio hay otros que también creen en Dios pero creen que, con la gracia de Dios, pueden mejorar y que la última palabra sobre ellos no está dicha. La teología tendrá que reflexionar para saber si todo tipo de creencias son compatibles con una imagen de Dios dada.

Para el presente trabajo, damos por supuesto que la teología resuelve el problema sobre cómo se relacionan la fe en un Dios determinado y el mundo de creencias. Nosotros asumimos que sí hay una relación y ahora nos dedicamos a trabajar con el “sistema de creencias”. Así pues, hemos hecho una traslación de un evento humano (la experiencia de fe) a otro evento humano (las creencias personales).

### **C. ¿Y cómo interpretamos las tareas que tengan que ver con el mundo de creencias?**

Para la neurociencia el “sistema de creencias” sigue siendo demasiado grande para “hincarle el diente”. Hay que reducir más. Como he dicho, en neurociencia se trabaja con tareas, no con procesos. Se puede pedir a un sujeto que realice una tarea donde ponga en juego su mundo de creencias y ver qué actividad cerebral implica ello. El resultado será una serie de datos que el investigador tendrá que interpretar. Por otro lado si hacemos una revisión y estudiamos diversos artículos donde cada uno estudia diversas tareas, ¿cómo interpretamos los resultados de forma unificada? Buscamos la unidad porque la presuponemos. Si el ser humano es el que se comunica, todas las tareas de la comunicación deberán estar, al menos, relacionadas, pues solo se da un hecho, que es la comunicación. Con el mundo de creencias ocurre igual. Sería difícil pensar que el sistema de creencias cambiara de una tarea a otra, salvo que aceptáramos la “esquizofrenia” como un estado deseable<sup>2</sup>.

El problema está en que al neurocientífico, para hacer esta lectura unificada, le faltan recursos, pues la ciencia no se los da. Le queda la posibilidad de formular una hipótesis. Una afirmación plausible que necesita una posterior verificación. Pero cuando se formulan hipótesis se están usando métodos de conocimientos, en principio, no científicos. Se trata muchas

<sup>2</sup> Más adelante hablaré de la “disonancia cognitiva” y volveré sobre el tema.

veces más de posturas filosóficas: concepciones generales. Siendo honrado, el neurocientífico debería decir desde que presupuestos filosóficos hace sus afirmaciones. En el presente trabajo, la postura personal que se tiene para hacer la lectura unificada será la visión del hombre de Leonardo Polo como un ser humano, abierto, irrestricto, en una dinámica siempre creciente, relacional e integradora (Polo 2007). Para no alargar el artículo no haré referencias a ello, pero quede aquí indicado.

## **1. Planteamiento: el “sistema de creencias personales”**

Una puntualización primera es clarificar qué se entiende por sistema. La primera referencia en neurociencia al hablar de sistema es el de red. Una serie de núcleos cerebrales que se relacionan entre sí y cuya actividad conjunta y sincronizada es fundamental para tener éxito en la tarea. Hace ya tiempo que se rechazó la visión localizacionista, que conecta unívocamente un núcleo cerebral con una función mental. También se ve como insuficiente la visión modular que piensa que hay redes que a modo de módulos, más o menos independientes, son los encargados de dar soporte a la función<sup>3</sup>. Todo el cerebro está en juego en todo, y esto ocurre en un diálogo flexible interior que apenas conocemos aún (Cole et al. 2013). Por lo que todo el cerebro está en activo para creer y hay una red que es clave en los procesos que se dan. Red que tendrá que sincronizarse con todas las demás, pues la sincronización es el lenguaje del cerebro (Wood et al. 2014; Canolty and Knight 2010). Además querer establecer una relación biunívoca biología-mente no funciona ni en áreas comúnmente muy especializadas como Broca-Lenguaje o amígdala-emoción<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> No es este el lugar de discutir la existencia de redes modulares o no. El libro de Pessoa (Pessoa 2013) es una buena crítica a ello. En el cerebro hay muchos elementos que actúan de moduladores de la función de otro, por lo que en la vida real no existe esa independencia. Hay que estar atentos a que muchos estudios de laboratorio reproducen situaciones artificiales para el sujeto donde se le pide implícitamente que haga desconexiones.

<sup>4</sup> Broca se relaciona con el lenguaje en el 69% de los casos (Pessoa 2013, 193–196) y la amígdala puede activarse ante situaciones no emocionales simplemente como un cambio de tono en una secuencia de pitidos sin tener que ver con alegría, pena o demás, simplemente con novedad (Pessoa 2013, 7–39)

Una vez indicado cómo se da ese diálogo en el interior del cerebro, habría que decir que la red de referencia para estudiar el mundo de las creencias es el “default mode” (DMN). Esta red se descubrió sin buscarla, como una pregunta indirecta. En las experiencias de neurociencia los sujetos son examinados para obtener una imagen funcional con resonancia magnética (fMRI) mientras se realiza una tarea. Pero, ¿qué hace el cerebro cuando el sujeto no hace lo que se le ha mandado? De ahí nace el nombre de “default mode”, el modo por defecto (Raichle and Snyder 2007)<sup>5</sup>. Esta red no ha recibido ningún otro nombre, pero resulta que se ha ido descubriendo que no es un estado tan gratuito dicha situación de ensimismamiento<sup>6</sup>. El “default mode” se ve como un avance para la evolución por su capacidad prospectiva y simuladora de cara al futuro (Andrews-Hanna et al., 2010b).

El tema de la asociación entre DMN y situación basal puede dar mucho juego. Se llamaba actividad basal, como si se trata de un stand-by neurobiológico sin más valor, como que para vivir respiramos. Pero entender el DMN como el soporte del sistema de creencias es perfectamente congruente con la situación basal, si esta entendemos la situación basal como el marco conceptual que todo sujeto se hace de sí y de su estar en el mundo y utiliza para interpretar el mundo y tomar decisiones. Y eso es congruente con que esa situación basal correlacione con patologías de mi forma de estar en el mundo, como es la depresión. Esto se desarrollará en el artículo.

Si tuviéramos que dar una definición, solo de valor descriptivo del sistema de creencias sería que el “sistemas de creencias personal” (SCP) es la representación abstracta y generalizada de lo que es el mundo, de lo que son las relaciones personales y de mí mismo. Y según la psicología del mundo de las creencias nos encontramos que son formadas básicamente

<sup>5</sup> Por eso nacieron asociados el “default mode” y el “resting state”. Pero poco a poco se verá que se trata de una red con su singularidad propia (Raichle and Snyder 2007).

<sup>6</sup> Es la red que se activa notablemente cuando el sujeto está divagando, no centrado en ningún estímulo en concreto y que se desconecta cuando el sujeto se centra en una tarea. Pero esta red se irá descubriendo que tiene funciones como la meta-conciencia, la auto referencia y la propiocepción (Mason et al. 2007). Incluso estudios muestran que DMN “*podría directamente modular la actividad en redes centradas positivamente en tareas*” (Uddin et al. 2009), afectando a rasgos del comportamiento como la impulsividad (Inuggi et al. 2014).

a partir de las relaciones familiares del hijo/a con sus padres (Dekovic and Meeus 1997). También se van formando creencias al contarse historias de personas ejemplares (Dweck 2007). No surgen de un mundo teórico discursivo, sino por las experiencias de vida (Dweck 2000). Son las determinantes a la larga sobre las decisiones que toma el sujeto con mucha más fuerza que las situaciones emocionales o las relaciones con los iguales (que obviamente también tiene su importancia y según contextos puede hacer que todo se pierda) (Meeus et al. 2002). Son la garantía de tener una persona autorregulada y orientada con objetivos propios (Cleary and Zimmerman 2004). Las personas más inseguras en su identidad son las que dependen más fuertemente de las relaciones con el grupo (Grant and Hogg 2012; Hogg et al. 2007), lo cual nos podría hacer pensar en posibles problemas de susceptibilidad para la manipulación personal.

En el artículo proponemos que existe cierta relación entre el mundo de creencias y el “default mode”, según vamos a desarrollar.

Uno de los avances que en la neurociencia ha hecho reconsiderar la importancia del “default mode”, es el estudio del conectoma. El conectoma acabará descubriendo un “rich club” que parece ser la estructura global de soporte cerebral. Resulta que los elementos del “default mode” están presentes en el “rich club”. Pero el “rich club” incluye elementos que no están en el “default mode”. Y, por otro lado, como centro del “default mode” y del “rich club” se levanta el “precuneus”, que es una zona cerebral escondida en el parietal medial. “precuneus” que *“es lo más altamente desarrollado tanto en seres humanos como en los no-humanos primates u otros animales, tiene la más alta organización columnar y es entre las últimas regiones en mielinizarse”* (Cavanna and Trimble 2006). Lo que lo hace que su rol sea *“la implementación de un amplio rango de las funciones cognitivas de más alto grado”* (Cavanna and Trimble 2006).

Ahora vale la pena que nos detengamos un poco a examinar estos tres elementos: “default mode”, “rich-club” y “precuneus”. Conocer el “default mode” y el “precuneus” nos servirá para entender la funcionalidad del “sistema de creencias personal”, y conocer el “rich-club” nos servirá como paso inicial para saber cómo se sitúa el “sistema de creencias personal” en el



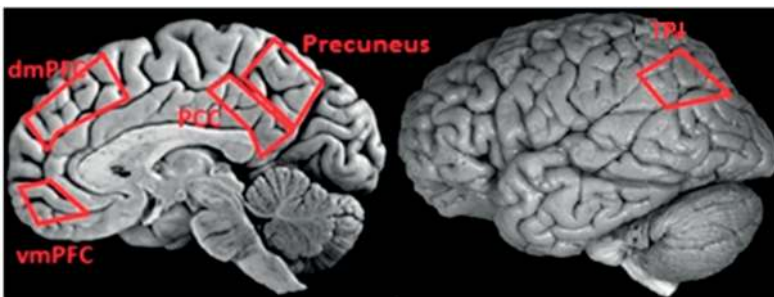
conjunto del cerebro. Así se podrá entender que proponga que se renombre el “default mode” por el de “sistema de creencias personal” (SCP) o simplemente por el de “sistema de creencias” (SC).

Tras un breve análisis estructural (apartado 3.) de qué estructuras están soportando este sistema de creencias, pasaremos a ver la potencia que tiene en la vida de la persona. No se trata en el artículo sobre la calidad del sistema de creencias. Es decir habría que preguntarse también acerca de cuál es el sistema de creencias que hace bien a la persona. A lo largo del texto hay cosas que se van apuntando, pero el tema en sí no se desarrolla.

## 2. Las estructuras que lo soportan

Los lectores que no estén interesados en el apartado anatómico pueden saltarse este apartado e ir directamente al punto 4. No obstante, para que puedan seguir el hilo de la explicación valdría la pena que se quedaran con las siguientes cinco ideas, y con ellas ya pasar al apartado 4 sino se desea profundizar sobre la neuropsicología que sustenta tales afirmaciones:

1. El default mode (DMN) está formado fundamentalmente por la pared medial cerebral más un área parietal como se ve, a modo de orientación, en la imagen:



**Visión medial**

**Visión lateral**

*El dibujo es solo orientador. La junta temporoparietal (TPJ). Corteza cingulada posterior (PCC). En la corteza prefrontal medial (mPFC) encontramos la corteza prefrontal dorsomedial (dmPFC) y la corteza prefrontal ventromedial (vmPFC).*

2. Las funciones de las cuales sería el soporte estructural son: autobiografía, pensamiento introspectivo, planificación del futuro, reflexión sobre uno mismo y sobre el mundo en general.
3. La red del DMN se forma a partir de las experiencias emocionales sedimentadas, madura en la adolescencia y muestra susceptibilidad al cambio durante toda la vida del sujeto.
4. El “precuneus” destaca para fenómenos de autoconciencia y autorreferenciales y manipulación de objetos del pensamiento. Es elemento clave tanto en el DMN como en el “rich-club” por lo que ha recibido calificaciones como “*el mayor centro del conectoma estructural humano*”.
5. La existencia de diversas áreas compartidas entre el DMN y el “rich-club” permiten pensar la funciones del DMN y en concreto las inducidas por el “precuneus” son de especial trascendencia en el conjunto de las acciones humanas, pues la función básica del “rich-club” es asegurar la integralidad del funcionamiento cerebral.

### 2.1. Default mode (DMN)

Las áreas cerebrales que entran en esta red son sobre todo mediales (el cortex prefrontal medial –mPFC-, la corteza posterior cingulada -PCC-, el “precuneus”) y ciertas áreas parietales (la junta temporoparietal -TPJ). En esta, como en otras redes, definir con exactitud las áreas que lo conforman no es fácil y tampoco es un objetivo<sup>7</sup>.

Hay que insistir en que no se trata de hacer asociaciones entre comportamiento y activación neural, pues, aun buscándose, se está muy lejos (Carandini 2012); y menos de hacer relaciones causales. Porque todos los comportamientos son fenómenos globales de todo el cerebro. Incluso desde una mentalidad emergentista, que no explica la globalidad del fenómeno, se dice que los procesos mentales emergen de la combinación

---

<sup>7</sup> Podemos encontrar que el DMN es formado por: vmPFC, dmPFC, PTR inferior, PCC/“precuneus” (Smallwood et al. 2012); PCC, mPCC y giro angular (Mantini and Vanduffell 2012); PCC/Precuneus, ACC, PRT (Herber et al. 2014); mPCC, PCC/“precuneus”, TPJ, TMP (Boyatzis et al. 2014); mPFC, PCC, TMP (Schooler et al. 2011); PRT inferior, PCC/“precuneus”, mPFC (Anticevic et al. 2012).

de procesos psicológicos de dominio general que mapean redes cerebrales de gran escala en el cerebro donde todo él está activo y, aún más que el cerebro, el cuerpo entero, los estímulos exteriores y experiencias previas (Oosterwijk et al. 2012).

De esta red, desde la neurociencia, podemos decir varias cosas: Es una red que forma parte del “rich-club”, sin traducción directa al español sería una estructura de relación entre diversas áreas de especial importancia. Una red inter-redes que tiene una mayor relevancia por los núcleos que los compone, el volumen de los mismos, las conexiones de los mismos entre ellos y con el resto del cerebro (Sporns 2011), como un club de los seleccionados de las diversas redes. Dentro del “default mode” parece que tiene especial relevancia un área que se llama “precuneus” que está en la parte media y central del cerebro (Sporns 2011; Segall et al. 2012; Herbet et al. 2014).

El “default mode” tiene que ver con funciones de mentalización interna, autobiografía, pensamiento introspectivo sobre uno mismo, juicios morales, valorar las intenciones de los demás, toma de decisiones, creatividad, deshabitación, resignificación personal de eventos pasados y planificación general del futuro<sup>8</sup>. Es decir todo procesos de una alta conceptualización. Esto también explicaría que la red del default mode no guarde conexión con las áreas de recepción sensitiva del exterior (Smallwood et al. 2012).

Sobre las listas de funciones conviene entender que estamos relacionando niveles bien distantes. Una cosa es la citoarquitectura y las relaciones cerebrales y la comunicación y otra cosa son los procesos mentales. Es el diálogo mente – cerebro<sup>9</sup>.

<sup>8</sup> Mentalización interna, autobiografía, pensamientos sobre uno mismo, juicios morales, valoración de las intenciones de los demás. (Fransson and Marrelec 2008); funciones de toma de decisiones, creatividad, deshabitación (Schooler et al. 2011) y autobiografía y pensamiento introspectivo (Catani and Dell’Aqua 2013; Smallwood et al. 2012). Está unida a procesos cognitivos en particular acerca de la significación personal de los eventos pasados y la planificación de futuros objetivos. Esta red se activa durante el día cuando de forma espontánea nos ponemos a pensar (Andrews-Hanna et al. 2010a). Es una red que se activa cuando se procesa información del mundo, de uno mismo y de los pensamientos y perspectivas de los demás (Behrendt 2013).

<sup>9</sup> Por ejemplo si nos fijamos en otra áreas, también del DMN, la junta temporoparietal (TPJ) podemos ver que participa en funciones de diferenciar el yo de los otros (Sebastian, C. and Burnett, S. 2008; Isoda and Noritake 2013), diferenciar los sentimientos propios de los ajenos

Esta red se va formando a través de otras que hacen referencia tanto al mundo emocional del sujeto como a su capacidad de pensar y repensar sobre el mismo y lo que le rodea (Bonnici et al. 2012; LaBar and Cabeza 2006). Y una vez formada esta red se convierte en clave para la toma de decisiones como por ejemplo para sobrellevar contratiempos la corteza prefrontal ventromedial (vmPFC), en coordinación con otras áreas mediales incluyendo PCC, actúa sobre la significación del evento y luego se coordinará con el núcleo acumbens (NAc) para no renunciar ante el contratiempo e insistir (Bhanji and Delgado 2014). Es una red que cambia drásticamente desde la niñez a la adolescencia (Dennis and Thompson 2013). Es de las pocas redes cerebrales que continúan su maduración a lo largo de toda la vida (Campbell et al. 2013). A través de la participación del cortex prefrontal ventromedial entra en juego para todas las tareas de empatía (Moya-Albiol et al. 2010).

No se está proponiendo asociar la estructura del DMN al sistema de creencias. Eso sería hacer una presentación modular. Lo que se está proponiendo es que el DMN es el sistema inductor<sup>10</sup> del sistema de creencias, de tal forma que su activación coordinada con el resto del cerebro es la base biológica que permite al sujeto desarrollar sus creencias. Son otras muchas redes que hace faltan que intervengan<sup>11</sup> para formar una percepción de si.

---

(Steinbeis et al. 2014), forma por tanto parte del cerebro social y se activa más cuando más maduro se es siendo capaz de conceptualizar más y funcionar más impersonalmente (Crone and Dahl 2012, Jeurissen et al. 2014). Pero a la vez también la vemos participando en la toma de decisiones para tener diferenciado el objetivo buscado respecto lo demás (Kang, P. et al. 2013). Para el cálculo matemático (Artigas-Pallarés 2011) manipulación de imágenes espaciales (Golzi et al. 2014) o para detectar donde se mueven los objetos visuales. Aparentemente esta lista de funciones parece un galimatías, pero si se mira tiene un denominador común: detectar la parte respecto del todo. Esto sería la función que propiamente realiza y que diversos procesos mentales, todos los descritos y más, requieren de esa habilidad cerebral.

<sup>10</sup> De modo similar como el sistema límbico es el inductor de las emociones pero no se reduce a él.

<sup>11</sup> Por ejemplo la ínsula anterior (aINS) que sería como una huella dactilar la afectación-del-mundo-en-mi. La aINS es un sitio de convergencia de la propiocepción, la interocepción, la emoción, la cognición, la homeostasis la información medioambiental. Esto le capacita para construir una representación coherente del yo en el espacio y el tiempo y así su contribución en los diferentes circuitos sería contribuir a la conciencia de los cambios homeostáticos tanto dependiente de estímulos como independientes de ellos (Cauda et al. 2014) o bien la misma red fronto-parietal que es la que pone en acto los diversos procesos humanos, y entre ellos la actividad del DMN (Chen et al. 2013).

## 2.2. El “precuneus”

Las funciones en las que el “precuneus” es clave se puede agrupar en tres conceptos: imaginación viso espacial, recuperación de memoria episódica y procesos de autorreferencia. Así afecta fundamentalmente a procesos de autorreferencia personal y física, autoconciencia, manipulación de imagen mental, memoria episódica, consciencia, toma de decisiones sobre aspectos teóricos abstractos, monitoreo pero no de procesos, autopercepción, reflexión, para dibujar escenarios posibles donde sitúa al yo en una situación en relación a objetivos y un referente de fortaleza ante la depresión que contextualiza la persona en un su vida<sup>12</sup>. El denominador común de todas estas funciones es la situación del concepto del yo en el mundo conceptualizado. Un concepto de yo-en-el-mundo.

### 2.2.1. Estructura y conexiones

Presenta una amplia gama de conexiones a niveles corticales (parietal medial, parietal lateral, medial cortex prefrontal, dorsal premotoral, suplementaria motora, cíngulo anterior, surco temporal superior) y subcor-

<sup>12</sup> Procesos de autorreferencia (Segall et al. 2012; Sporns et al. 2011; Cavanna et al. 2006; Zhang et al. 2012). Autoconciencia y autorreferencia (Fransson et al. 2008). Manipulación de la imagen mental (Segall et al. 2012; Sporns et al. 2011; Cavanna et al. 2006; Zhang et al. 2012). Situación del propio cuerpo en el espacio a la hora de ejecutar comportamientos (Cavanna et al. 2006; Zhang et al. 2011). Recuperación de memoria episódica (Segall et al. 2012; Sporns et al. 2011; Cavanna et al. 2006; Zhang et al. 2012). Base de la consciencia en relación con otras estructuras (Sporns et al. 2011; Cavanna et al. 2006). Emoción social (Sporns et al. 2011). Default mode o resting state (Segall et al. 2012; Sporns et al. 2011; Cavanna et al. 2006; Zhang et al. 2012; Danielson et al. 2011). Para la toma de decisiones cuando se trata de aspectos teóricos y desentendidos de estímulos exteriores (Orr and Banic 2014). El «precuneus» funciona muchas veces en relación con PCC. Sirve para el monitoreo del mundo exterior, pero no es un monitoreo de un proceso, no se está centrando en ningún objeto (Behrendt et al. 2013). Percepción consciente de fenómenos internos (Demertzi and Soduu 2013). En relación con PCC se le atribuye conciencia de la autopercepción, procesos de mentalización interna donde se da una reflexión, una función pivotal para el mantenimiento de la consciencia (Herbet et al. 2014). El «precuneus» con ACC se activa cuando el sujeto imagina posibles resultados de sus acciones e interviene en la guía voluntaria del comportamiento en función de objetivos (Behrendt et al. 2013), resistentes a la depresión en adultos. En jóvenes esta capacidad descansa en el cortex prefrontal ventromedial, pero en el proceso de maduración hay un proceso de “conmutador hacia atrás” y descansa en el «precuneus» y PCC (Ducharme et al. 2013).

tales (tálamo, caudado, putamen, diversos del tronco). Por otro lado, su citoarquitectura está aún en discusión. Pero se sabe que es una zona que ha ido ganando en complejidad en el curso de la evolución (Cavanna and Trimbel 2006).

Hay que resaltar las conexiones que realiza en el tálamo tanto ventrolateral (Cavanna and Trimbel 2006) como dorsal (Zhang et al. 2012), y también intralaminares y pulvinar; se trata de lugares que harán su conexión en las áreas corticales de mayor nivel de asociación. Y no conecta con la zona sensorial del tálamo (Cavanna and Trimbel 2006; Zhang et al. 2012). Y resaltar igualmente que no se conecta directamente con las principales áreas de carácter sensitivo que procesan la primera entrada de los objetos percibidos sensorialmente (Cavanna and Trimbel 2006). Tampoco con algunas del sistema límbico: ni con amígdala, ni con la corteza orbitofrontal (Zhang et al. 2012).

Por ello, la estructura ya nos indica que el “precuneus” está dedicado a la elaboración e integración de la información de las zonas de alta asociación y no a procesar los estímulos externos (Cavanna and Trimbel 2006).

En sus conexiones también se ven diferencias por sexos. En el sexo masculino se ve que la dorsal se conecta con el cuneo (visual) y en el caso del sexo femenino la dorsal se conecta con el tálamo y la ventral con el hipocampo y la parahipocampal (memoria), la corteza cingulada anterior (conflicto emoción razón) y el giro occipital-medio (Zhang et al. 2012).

El “precuneus” existe en primates (Margulies et al. 2009), pero en cambio el PCC ya no se encuentra en ratas (Vann et al. 2009).

### **2.2.2. Funcionalidad**

Para conocer con más detalle como las diversas partes del “precuneus” son claves, gracias a su conectividad, en diversidad de funciones se puede consultar el trabajo de Zhang (Zhang et al. 2012).

#### Imaginería viso espacial

Una de las funciones es la capacidad de poder orientar el propio cuerpo en sus movimientos. Siendo así un punto de encuentro entre el propio cuerpo, el medio ambiente y la atención (Cavanna and Trimbel 2006). También

actuaría en relación al cerebelo en su función de manipulación visual de objetos. El cerebelo actuaría a nivel inconsciente y el lóbulo parietal a nivel consciente. En el cerebelo se daría un procesamiento rápido y en el lóbulo parietal uno lento. La diferencia de velocidad, en el cerebelo de milisegundos y en la corteza entre 25 y 100 milisegundos, haría que los procesos inconscientes aparecieran afectando a los conscientes (Egidio and Casali 2013).

La relación con el parietal es significativa pues se activa para la dirección de la atención y la manipulación de “objetos mentales”. Estos “objetos mentales” pueden ser algo físico como productos del pensamiento. Se trata de la manipulación del objeto conceptual propia del razonamiento. Hay un gradiente entre lo más material en la parte posterior del “precuneus” y lo más abstracto en la parte anterior (Cavanna and Trimbel 2006).

#### Recuperación de la memoria episódica

El “precuneus”, bilateral, en sus relaciones con el cíngulo y el prefrontal derecho desarrollaría esta función de conciencia auto-noética<sup>15</sup>. El “precuneus” posterior tendría una mayor correlación con la recuperación exitosa de recuerdos episódicos sin considerar las características de las imágenes. Y la parte anterior estaría más vinculada a la imagen en sí. La vida real y las memorias autobiográficas parecen recaer en el “precuneus” y en el cíngulo posterior (Cavanna and Trimbel 2006). También en este aspecto volvemos a encontrar ese gradiente posterior (concreto) – anterior (abstracto). En este caso yendo a la búsqueda del concepto.

#### Los procesos auto-referenciados

La identidad personal y las experiencias pasadas personales están relacionadas y el “precuneus” está implicado en las tareas auto-referenciadas. Al comparar la activación de juicios de relevancia personal con juicios irre-

<sup>15</sup> La conciencia auto-noética “es filogenéticamente más reciente y se sustenta en la memoria episódica, por lo que permite ‘re-experimentar’ nuestro pasado a la vez que tiene posibilidades de proyectarnos hacia el futuro”, así sabemos que “ese es nuestro pasado”. Esta conciencia auto-noética supera la noética. La conciencia noética también es un acceso al pasado, pero no para un recordar personal, sino para un conocer objetivo, y se apoya en la memoria semántica (Tirapu et al. 2003). Nos estamos pues acercando al concepto de autoconciencia, el grado más alto de conciencia.

levantes personalmente se observa que quedaba comprometida la actividad del “precuneus” bilateral, el izquierdo superior parietal, el izquierdo lateral prefrontal y el izquierdo cíngulo anterior. Similares experiencias hay si la tareas versan sobre juicios sobre los mejores amigos y juicios sobre personas sin relación. Algo parecido ocurre (bilateral “precuneus” cíngulo anterior y unión temporo-parietal derecha) cuando se le pide leer un texto en primera persona o en tercera persona (Cavanna and Trimbel 2006). Hay pues una referencia a la identidad personal.

### 2.3. El “rich club” y el conectoma

Ya hemos dicho que no hay una traducción directa de “rich-club” que sería una serie de núcleos que pertenecen a distintas redes y forman una red entre ellos. Una especie de red-interredes. Los estudios con el conectoma hicieron presente que esta red tenía más peso del que aparentemente se pensaba. El término conectoma<sup>14</sup> fue acuñado por Sporns en un seminario en 2005 donde propuso que se investigara el conectoma. El “Human Connectome Project” nació en verano de 2009 (Essen 2012). Para la comprensión de qué es el cerebro contamos con algunas aproximaciones. Entre ellas la definición del cerebro como un sistema complejo y el empleo de la teoría de grafos.

Al fijarnos en la estructura vemos que el cerebro no es algo dado, sino que se va haciendo. Esto lo percibimos al ver que estructuralmente se define como un sistema complejo. El sistema complejo se define por: a) un alto nivel de conectividad entre distintos patrones; b) organización a varios niveles, multiescalar; c) comportamientos dinámicos no-lineales; d) resistencia ante cambios externos; e) capacidad de autoorganización con fenómenos de memoria. Esto hace que procesos dinámicos, cognición, comportamiento, estructura y genética estén todos en mutua relación. La conectividad sería la estructura a modo de esqueleto (Sporns 2011).

---

<sup>14</sup> El paralelo entre el conectoma y el genoma se da en que los dos son fundamentalmente estructurales, tienen distintos niveles, hay variabilidad entre diversos organismos, son sistemas complejos, son modificados por su interacción medioambiental, se realiza en 3D, la estructura y la función se afectan mutuamente (Sporns 2011).



### 2.3.1. El conectoma

El conectoma es la descripción estructural de la red de elementos y conexiones que forman el cerebro humano. El problema está en que el carácter dinámico que otorga el ser un sistema complejo no permite definirlo estáticamente. Los fenómenos de plasticidad son los que están detrás de este carácter dinámico. De hecho, no se está buscando hacer una réplica exacta de la conectividad anatómica. Se estaría en la línea de buscar un conectoma funcional (Sporns 2011). Se trata de una tarea que requiere la aproximación desde la matemática, la estadística...

### 2.3.2. El “problema” de ser una estructura funcional dinámica

En biología la estructura capacita la función. Y a la vez la función crea estructura. No deja de ser un proceso asombroso sobre todo al ver con qué velocidad puede ocurrir esto, pues estamos hablando del orden de días, incluso horas. Además no hace falta que el estímulo que desencadena la formación de nuevas sinapsis esté siempre en activo, pues alcanzado cierto nivel, ante la supresión del estímulo primero el proceso sigue. Al mismo tiempo también existe sinpatogénesis homeostática que se produce espontáneamente buscando el equilibrio. Esto, junto con el hecho de la tenacidad sinaptogenética que da resistencia al sistema, hace que el proceso sea realmente complicado. Se da la versatilidad donde el mismo neurotransmisor cambia de función según lugar (Minerbi et al. 2009). Además, añadimos que hay más dinámicas de relación entre glía y neuronas de lo que se pensaba (Jones 2013). Señalo estos elementos simplemente a modo de ejemplo que permite entender que estamos ante procesos muy dinámicos. Resaltar esta dinamicidad es importante para la pretensión de este artículo, pues el sistema de creencias es también dinámico y veremos como este se relaciona con el comportamiento de una forma bidireccional.

Ahora es necesario definir la neuroanatomía de ese “rich-club”. El proceso se complica y lo presento sintetizado en la nota<sup>15</sup>. Una vez desarro-

<sup>15</sup> Lo primero sería establecer los niveles que presenta el cerebro. Los niveles de aproximación son a microescala en las sinapsis con el microscopio electrónico, mesoescala en las proyecciones axonales en el estudio de cortes histológicos y a nivel de macroescala, al ver las conexiones a lo largo del conjunto del cerebro usando la resonancia magnética y el tensor difusor y técnicas tractográficas (Sporns 2011; Essen 2012).

llado todo el proceso encontramos que los elementos del “rich-club” son: superior frontal bilateral, putamen bilateral, hipocampo bilateral, tálamo bilateral, parietal superior bilateral y el “precuneus” bilateral<sup>16</sup>.

Se descubren además una superposición entre este rich-club y el funcionamiento en el default mode. Los puntos centrales del “rich-club” por el análisis de la conexión, lleva a que dañar uno de ellos supone una deficiencia funcional tres veces más dañina que afectar a uno al azar. Se concluye que este “rich-club” podría servir para conectar los diferentes sistemas funcionales del cerebro.

La red establecida por el “rich-club” tiene importantes consecuencias porque son los que aumentan la robustez de las intercomunicaciones y promueven la eficiencia de las mismas y garantizan la integración a través del cerebro. Así, juegan un rol clave en la integración de la información y en la eficiencia de la señal neuronal en la comunicación cerebral. Y los nodos de

---

En la escala macro se añade que hay numerosas entradas y salidas de las mismas áreas. Y no toda conexión es igual de importante. Por esto proximidad y función no siempre correlacionan (Essen 2012).

Para ello hace falta definir los nodos, lo cual implica hacer una parcelación donde se busca una correspondencia entre funcionalidad y estructura. El desarrollo de teoría de grafos permitiría esto (Sporns 2011). Para ver como se definen los nodos (Martijn et al. 2011).

Definidos los nodos habrá que ver cómo se relacionan entre ellos. Habrá que diferenciar las medidas de integración que valoran la eficiencia global de la comunicación entre nodos y, por otro lado, medir la influencia de cada nodo. La combinación de una alta división junto con caminos cortos de relación es lo que caracteriza a pequeñas redes de trabajo, que luego se relacionan unas con otras. Se va buscando la distribución que minimiza la energía en la comunicación. Así se definen grandes estructuras compuestas de muchas subestructuras. Así pues, se llega a unos nodos centrales de todo el cerebro. Obteniéndose la corteza cingulada anterior, el lóbulo precentral y el “precuneus”, como las más fuertemente interconectadas entre ellas; mantienen los mayores niveles de relación con las otras comunidades poblacionales, lo que le da cierta jerarquización al cerebro.

<sup>16</sup> Tampoco hay que buscar en esta lista una descripción exhaustiva pues en otros artículos se señalan elementos similares. Por ejemplo se distingue entre niveles estructurales y funcionales. A nivel estructural se describe como estos “cubos enriquecidos”, el “precuneus”, anterior y posterior cíngulo, Ínsula, frontal superior, temporal y lateral parietal. Destaca el “precuneus” como principal, seguido de ínsula, superior parietal y superior frontal. A nivel funcional se estudia la concentración de actividad funcional destacando el ventral y dorsal “precuneus”, el posterior y anterior cíngulo, vmPFC y el parietal inferior (Van den Heuvel and Sporns 2013). En cualquier caso los elementos del default mode quedan claramente destacados.

esta red conectan con diferencias en la personalidad, los elementos cognitivos, la inteligencia y el control cognitivo (van den Heuvel and Sporns 2013). Esto permite sugerir que la clave para interpretar la realidad y para decidir estaría en temas asociados con la propia identidad y el mundo de creencias.

### **2.3.3. Centro del sistema: el “precuneus”**

Y entre las regiones preponderantes del “rich-club” aparece el “precuneus” como “*el componente central del corazón de la estructura*” (Sporns 2011). De forma similar “*centro del sistema nervioso central*” (Segall et al. 2012) o “*mayor centro del conectoma estructural humano*” (Herbet et al. 2014).

Esto no debe tampoco engañarnos y hacernos pensar en que se da una jerarquía absoluta del cerebro. Parvizi (Parvizi 2009) nos previene de caer en una miopía corticocéntrica, pues desde el tronco cerebral hasta los últimos nodos cerebrales todos tienen su peso y su función en un proceso de mutua relación en interacción, haciendo que unos trabajen a partir y en relación a los otros y, por tanto, al igual que las conexiones son bidireccionales también lo son las influencias.

## **3. Trascendencia de estos planteamientos**

### **3.1. La educación en la fe desde la formación del SCP**

Empezamos el trabajo señalando que fe y creencias no son lo mismo. Y esa relación entre fe y creencias debería ser tratada por la teología. Pero dábanos por hecho que cierta forma de educar en la fe podría llevar a la adquisición de un mundo de creencias. Aceptando esto se abre la posibilidad de pensar cómo tendría que ser la educación de la fe de forma que respetara el cómo se forma y cómo actúa el sistema de creencias personal.

#### **3.1.1. Educar en la fe, educar viviendo y para vivir**

El cerebro funciona en clave de realismo<sup>17</sup>, es decir en interacción con la realidad del medioambiente donde vivimos. Todo se va construyendo a par-

---

<sup>17</sup> La clave de realismo es fundamental y ha sido y es ampliamente negada cuando, por ejemplo, se identifica el concepto de la felicidad como un sentirse bien, un estar bien, que

tir de las experiencias personales. Por lo que hará falta pensar qué tipo de experiencias proponemos a los jóvenes y niños. Un simple lenguaje discursivo desconectado de la vida, sencillamente no es comprensible para la persona. El cerebro lo rechazaría por no relevante. Como nota personal diría que esto nos hace pensar sobre qué es la fe, pues si pensamos que la fe es un discurso teórico sobre la esencia de Dios esto iría en otra línea totalmente distinta de la que se está señalando, donde la creencias nunca se pueden desligar de la vida. En este sentido, educar en la fe no podría nunca entenderse separadamente de educar en una forma de vivir, en unas experiencias concretas. La educación en la fe, supuesto esto, debería de ser eminentemente práctica.

En la misma línea, encontramos que es en la adolescencia donde se produce una separación de la memoria semántica (conceptos) de la episódica (relatos de la propia vida). Es decir, en la niñez, no se entienden los conceptos desligados o al margen de la experiencia personal vital. Además la episódica es formada a partir de la perceptual. Luego, en el tránsito de la adolescencia a la edad adulta, es cuando va apareciendo una memoria semántica que influye, más que es influida, sobre la episódica y la perceptual (Ofen and Shing 2012). Por lo que la educación de la fe, como cualquier otro proceso educativo, o educa en la vida, para la vida y con adultos coherentes, o sencillamente no es comprendida por el niño.

La experiencia que los niños entienden es la experiencia real de la vida. No se educa en la moralidad porque se les haga un discurso, sino porque

---

muchas veces se alimenta con un subjetivismo irreal de una automotivación desconectada de la realidad. Esto ha afectado a conceptos como la autoestima, haciéndola caer en el subjetivismo y en una búsqueda a ultranza. Cuando se ha visto que la autoestima no es ni un constructo subjetivista ni se busca por si misma, pues cuando esto se hace se convierte en una barrera para el aprendizaje, despierta ansiedad y la poca autoestima que se alcanza es muy frágil (Duckworth et al. 2009). Por ello, desde la psicología ya se ha propuesto dejar de dar lecciones de felicidad y centrarse en la realidad del día a día y dejar de tener la felicidad como el objetivo directo y esperado de cada acción (Claxton 2007), añadiendo otros elementos como la efectividad (Huppert 2007), o ciertos indicadores de felicidad como puede ser la gratitud (Tsang et al. 2014). La clave del realismo también nos libera de caer en equivocadas visiones de la autoestima que tal vez tengan más que ver con narcisismos, engreimientos y que no son garantía, sino lo contrario, de felicidad o de éxito, o de estilo de vida saludable (Baumeister et al. 2003).

se vive moralmente. Así se ve en experiencias en las que la relación del entrevistador con el niño explica parte del comportamiento de este<sup>18</sup> (Hays and Carver 2014).

Se está planteando la relación existente entre forma concreta de vivir la vida y los conceptos. Son muchos los sitios donde podemos encontrar esta relación. Y la característica común es que la influencia es bidireccional. Pienso como vivo, vivo como pienso<sup>19</sup>. Por ejemplo, el autoconcepto influye en la forma de vivir los problemas y el cómo vivo los problemas (Ybrandt 2008)<sup>20</sup>.

Muchas veces desde la neurociencia se resalta el poder de las emociones en el momento de la elección. Y se acaba haciendo un dibujo del ser humano simplista, un tanto reactivo y dominado por fuerzas interiores que no conoce y controla. Un momento de la vida donde al mundo emocional se le da mucha importancia es en la adolescencia (Ernest 2009; Somerville and Casey 2010). Es así y su influencia es evidente. Pero por un lado esta reactividad es una reactividad “educada” (Orón 2014) y, por otro lado, no debemos olvidar que hay más elementos en el ser humano, como el mundo de las creencias. Esta primacía de las emociones queda cuestionada cuando desde la psicología encontramos que, de forma inconsciente para el sujeto, las creencias y no las emociones son las que acaban determinando sus comportamientos (Dweck 2000; Carissa et al. 2014)<sup>21</sup>. Este pugna emociones-creencias se hace en ocasiones presente en los adolescentes en los que la presión de los iguales ciertamente es muy potente (Konrad et al. 2013)<sup>22</sup>;

<sup>18</sup> Cuando el entrevistador le mentía al niño, el niño mostraba una tendencia mayor a no hacer caso a las normas y a mentir igualmente.

<sup>19</sup> Cuando esta coherencia se rompe se produce la disonancia cognitiva presentada más adelante.

<sup>20</sup> Se trata de un artículo que examina lo indicado en una edad sensible como es la adolescencia. Y se ve cómo afecta en procesos de ansiedad, somatización, depresión, delincuencia, drogas... Se señala la necesidad de promover un buen autoconcepto. En la misma línea y estudiando los rasgos de personalidad (Jensen-Campbell et al. 2007).

<sup>21</sup> Este estudio corresponde justo al paso de la niñez a la adolescencia. Donde tener una creencia de inteligencia incremental o inteligencia fija acaba explicando los comportamientos a la hora de interpretar fracasos, asumir retos...

<sup>22</sup> Ante la presencia de iguales los jóvenes, y no los niños ni los adultos, acaban multiplicando por tres los comportamientos de riesgo.

puede acabar siendo determinante en el actuar y se impone al sistema de creencias que está más asociado a las creencias que les han transmitido los padres. En cambio vemos como, si bien aquí y ahora la presión de los iguales es mayor, a la larga, lo que acaba teniendo más peso es el mundo de creencias forjado en las relaciones paternas (Meeus et al. 2002). Hay un interesante estudio de Telzer (Telzer et al. 2014) en el que se ve cómo los hijos competentes emocionalmente son aquellos cuyos padres lo son. No se trata de un estudio psicológico sino neuropsicológico, donde además se ve que la junta temporoparietal (TPJ) que pertenece a la red del default mode, es una “copia” paterna. Esto permitiría y explicaría cómo los hijos, para resolver sus problemas de competencia emocional, acuden al sistema de creencias que los padres les han enseñado no por un discurso, sino por la vida compartida.

Estudios como Smallwood (Smallwood et al. 2012) muestran que la red del default mode interactúa con la frontoparietal, lo cual podría explicar cómo para la toma de decisiones el sistema de creencias se hace presente. Y así es mostrado en otros artículos (Schooler et al. 2011)<sup>23</sup> donde el default mode queda ligado a la toma de decisiones, resolución de conflictos, creatividad o deshabitación. Y también gracias a su coactivación con la corteza prefrontal lateral (IPFC), con la prospección hacia el futuro (Andrews-Hanna et al. 2010b).

---

<sup>23</sup> El sistema perceptivo y el de toma de decisiones se hace en diálogo con el default mode. La red del default mode tiene la capacidad de desactivar procesos de percepción para centrarse en pensamientos de divagación. El 50% de nuestro tiempo estamos en pensamientos desligados de estímulos exteriores. El artículo va mostrando una serie de experimentos mediante los que verifica el desacoplamiento entre fenómenos perceptivos y la reflexión (p. ej., en la lectura, cuando los ojos se paran, cambian la red activacional de una a otra; o que al responder a preguntas de toma de decisiones se produzca una cooperación entre redes atencionales con la estructura del default mode). También muestra cómo el fenómeno de la conciencia o de la percepción de que estamos siendo conscientes y desarrollando un metaconocimiento es un fenómeno intermitente. Esta conciencia de mi conciencia, la metaconciencia, estaría guiando los procesos de divagación mental. Los procesos de divagación, funcionalmente, serían el soporte de: a) toma de decisiones en lo que respecta al futuro personal, haciendo predicciones autobiográficas dentro del complejo mundo de las redes sociales; b) fenómenos de creatividad y originalidad; c) ciclos atencionales cuando la toma de decisiones se complica; d) fenómenos de deshabitación.

### 3.1.2. Educar en la fe, educar en las relaciones personales

La educación no es teórica, ni individual. Si la estructura del “default mode” es formada a través de la actividad emocional, entre otras, haría que la educación en la fe sea eminentemente relacional, pues todas las emociones surgen en la relación con el otro. Otra cosa es que el otro esté presente físicamente o no, pero no es posible separar las emociones de la relación interpersonal. ¿Quién eres tú para mí? ¿Quién soy yo para ti? Son preguntas eminentemente emocionales, y según se respondan esas preguntas se irá dando forma a la estructura del “default mode” que da soporte biológico al mundo de creencias. Esto hace que para educar en la fe se deba prestar mucha atención a la calidad de las relaciones personales. Se ha visto que en el diálogo interpersonal la sincronía en el discurso se produce en el vmPFC, que también es clave para la empatía tanto cuando hablamos con personas conocidas como desconocidas (Gordon 2014). Lo que hace pensar que el diálogo entre personas no se da tanto sobre una base lógica, sino sobre una base empática.

Cuando se estudian los perfiles de liderazgo, se descubre un liderazgo que está centrado en las relaciones interpersonales; en ese caso el líder activará el DMN. Pero si el líder se centra en la tarea, activa la frontoparietal. Además, entre ellas son antagonistas (Boyatzis et al. 2014). La diferencia está en relacionarme con el otro en cuanto otro o en cuanto tarea. Esto no es trivial ya que el perfil del líder educador es muy importante, pues como bien se sabe por la experiencia docente “la calidad de un sistema educativo nunca estará por encima de la calidad de sus docentes” (Encabo 2011) <sup>24</sup>.

Y entre todas las relaciones interpersonales, las que van a ser especialmente configuradoras son las relaciones padres-hijos. Esta relación afecta al corazón del DMN (“precuneus”, PCC, mPFC, entre otros). Entre los dos cónyuges, destaca claramente el rol materno. Incluso en la adolescencia, el joven se piensa a partir de lo que se piensa de él. Todo esto deja comprometida la capacidad que tendrá el joven para actuar sobre si mismo (Pfeifer and Blakemore 2012). Por lo que las expectativas que se tengan sobre él podrían ser altamente configuradoras.

<sup>24</sup> Hace una reseña del informe McKinsey que analiza más de 20 sistemas educativos en todo el mundo.

Veamos cómo se produce esta formación del DMN a partir del sistema límbico. De entrada el DMN y el sistema emocional se encuentran en elementos que, según autores, llegan a ser compartidos, aunque no son los tradicionalmente considerados como emocionales (Pessoa 2008). Por otro lado, la amígdala, el hipocampo y el medial cortex prefrontal tienen que funcionar sincronamente para que se dé la memoria autobiográfica (Holland and Kensinger 2010).

Las memorias emocionales más recientes dependerían de la amígdala y el hipocampo básicamente, y las que llevan más tiempo descansarían sobre el ventromedial del cortex prefrontal (Bonnici et al. 2012). El proceso de paso de una a otra se realizaría durante el sueño (Van Someren et al. 2011). Para las memorias muy remotas hacen falta elementos del default mode (“precuneus”) pero no la amígdala. No hay que olvidar que en la vida ordinaria todas se dan simultáneamente, realizándose un proceso de relectura y actualización de las memorias (LaBar and Cabeza 2006).

Además, los elementos del DMN coinciden en gran parte con el llamado cerebro social (Blakemore 2008). Y esta interacción social no se limita al presente, sino que se acaba sedimentando en nuestra estructura personal del ADN, afectando a las futuras generaciones (Meloni et al. 2014).

Lo que se está planteando es que si la fe tiene que ver con las creencias, las creencias con el DMN y las relaciones interpersonales con el DMN, entonces no se debería desligar ninguna experiencia de fe de las relaciones interpersonales. Llama la atención que desde la fe se planteen temas como la unidad del amor a Dios y amor al prójimo (St 2). Y en la misma línea, así como que no se trata de tener amigos por tener amigos (Shim et al. 2013)<sup>25</sup> como tampoco se trata de cualquier amor, sino de “amaos como yo os he amado” (Jn 13,34).

Si hablamos de relaciones personales, tenemos que hacer una referencia a las neuronas espejo, que resultan una base que permite el encuentro

<sup>25</sup> El artículo desde la psicología muestra que tener amigos con el objetivo de evitar que me cuestionen, o de demostrar mi valía, o no despiertan ningún bienestar o lo que despiertan es frustración, tristeza... Por el contrario, tener objetivos como conocer lo que el otro vive y mejorar nuestras habilidades de relación conlleva un amplio repertorio de beneficios.



interpersonal, donde el otro no es un simple objeto sino un ser intencional, con sus objetivos, pensamientos y personalidad. Aparece así la teoría de la mente, por la que nos hacemos una representación personal del estado, pensamiento e intenciones del otro (Koster-Hale and Saxe 2013).

El sistema integra la atribución/percepción de las intenciones de los otros. Tales acciones van acompañadas de la captación de las propias intenciones que motivan hacerlas. La intención queda vinculada a la acción que le da expresión, y cada acción evoca la intención asociada. Las neuronas espejo nos indican que percibimos la mente de nuestros semejantes no por un proceso racional, sino directamente sintiendo, no pensando<sup>26</sup>. Funcionamos pues, a modo de resonancia, como la resonancia acústica. Deducimos intenciones por la asociación de la acción con la intención según se da en mí. La imitación del otro como por resonancia, por la simulación interior, me permite la atribución (Blakemore and Deceti 2001)<sup>27</sup>.

Con lo indicado, queda evidenciado que el sistema de creencias (en el caso que se acepte el renombramiento del default mode, por el de sistema de creencias) queda marcado por las experiencias personales de relación interpersonal, que son marcadamente emotivas. Pero esto no quiere decir que el sujeto no pueda contar con recursos personales de repensar y re-

<sup>26</sup> Lo que el refranero popular presenta como que “cree el ladrón que todos son de su misma condición”.

<sup>27</sup> El correlato neurofuncional sería el siguiente:

- El mPFC se activa para la teoría de la mente (ToM) en la cual el sujeto piensa acerca de sus propios estados mentales o los de los otros. Su resultado lo traslada al giro frontal medio para que tome una decisión de qué hacer.
- Las neuronas espejo están en el cortex premotor y se activan de una forma somatosensorial, en el parietal posterior y en cerebelo. Estas se activan al ver acciones de los otros.
- El cerebelo es un sistema predictor que guarda las representaciones de comando motores con sus consecuencias sensoriales. Así, si resulta que se produce una discrepancia entre lo previsto y los resultados, informa el ventral derecho del PFC para que cambie la acción; y si la acción es congruente informa al dorsal derecho del PFC para que mantenga la acción.
- Se ha postulado que esta función que tiene el cerebelo sobre las propias acciones lo realice también sobre las acciones de los otros. Esto es congruente, pues la activación por las neuronas espejo se da. Así permite intuir qué conexión hay entre intenciones y consecuencias de las acciones, siempre en un plano físico. Es decir, permite saber lo que el otro va a hacer.
- La conexión entre intención física e intención, llamémosla moral, se haría en mPFC.

evaluar sus experiencias. Pues dos redes como son la frontoparietal y la cíngulo opercular, que están más ligadas a un ejercicio consciente donde el sujeto piensa y toma decisiones, pueden actuar regulando la red del default mode (Chen et al. 2013). Son dos redes que cooperan unas con otras para alcanzar un estado coordinado. Esta es la dinámica normal cerebral. En este caso, el default mode aportaría la memoria autobiográfica completa del sujeto y la red frontoparietal (incluyendo el opérculo cíngular) trabajaría sobre ello (Smallwood 2012; Christoff 2012). Se trataría de un diálogo entre tres redes, la del control cognitivo (frontoparietal), la del default mode y la sensorial donde se va realizando un balance entre ellas (que no es exactamente un juego de on-off) (Anticevic et al. 2012). Este proceso conexional/desconexional entre el DMN, la frontoparietal y la perceptiva puede ir haciéndose de forma alternativa, de tal forma que no notemos que se está haciendo. Aunque los momentos de consciencia son puntuales, podríamos estar sintiéndolos como continuos (Behrendt 2013). Se encargaría de ir haciendo este juego pivotal entre la frontoparietal y el default mode para la toma de decisiones el PCC, pues la parte ventral del PCC pertenece al default mode y la dorsal forma parte de la frontoparietal y del default mode (Herbet et al. 2014). El mundo de creencias, por tanto, podría estar operando tanto consciente como inconscientemente. El funcionamiento inconsciente del mundo de creencias está atestiguado por la psicología (Dweck 2000). Desde la neurociencia se ha visto que los procesos inconscientes se dan con una amplia afectación cortical cerebral, permitiéndose la coordinación local como la propagación. Esto permite que el sujeto pueda hacer complejos procesos cognitivos en ausencia de consciencia (Melloni et al. 2007). Por ello, parece razonable pensar que el sistema de creencias esté operante en nuestro actuar aun sin nuestro actuar consciente.

### **3.1.3. Educar en la fe, educar en el reto propio de cada edad**

Cada edad tiene su reto propio y en todos se hace presente la potencia del mundo de creencias (Erikson 2011). Hay dos momentos de especial relevancia: la infancia y la adolescencia.

En la primera infancia el cerebro se va a formar, sobre todo, por la relación madre-hijo, se van a definir los patrones desde los que el niño o la niña acceden al mundo. Para el recién nacido lo único seguro es su madre. La madre le presenta el mundo al hijo. Si esto se hace en un contexto emocional seguro, el niño gana en confianza, en seguridad en sí mismo, y puede acceder al mundo según un estilo. Asombrosamente se ve que el cerebro ha adquirido una configuración diversa según las relaciones y experiencias vividas (Romens et al. 2014).

Más tarde, en la adolescencia se producirá una reelaboración de todos sus sistemas de creencias (tal y como se ve que maduran estas redes en esa época), que será crucial para alcanzar la propia identidad (Sebastian et al. 2008). Esto hace que los temas de educación en la fe, que son una vía para la formación del mundo de creencias, tengan que cuidarse de forma singular en esos dos momentos.

Manteniendo la línea de pensamiento diríamos que, en la niñez, la educación en la fe descansaría en la educación familiar. Dios sería lo que los padres le presenten al niño/a con su forma de vivir. Insisto, no por sus palabras, sino por su vida, pues la comunicación no es un fenómeno meramente verbal, sino existencial. Se pide una gran coherencia de vida. Las cosas no son importantes porque yo digo que lo son, sino porque yo las vivo como importantes. El lenguaje que entiende el niño es el existencial. Así se educa todo, incluida la moralidad que se incrusta en nuestra estructura somática (Narvaez 2007)<sup>28</sup>.

Como decíamos, cuando llegamos a la adolescencia todo entra en una crisis de reelaboración. También la fe, obviamente. Las experiencias vividas, las propias decisiones, el ambiente donde se encuentra el joven serán

<sup>28</sup> Todo esto evidencia el sustrato neurobiológico de la moral definida tempranamente en fenómenos epigenéticos y estructurando el cerebro. El cuidado materno y paterno regulará la estructura del sistema simpático, parasimpático y límbico. Dar de pecho o acurrucarse al niño despierta la oxitocina que facilita la vida social. La moralidad en sus bases no es establecida por el aprendizaje de ciertas reglas de comportamiento sino por un estilo de relaciones personales que desarrollan inconscientemente unos marcadores somáticos; base de futuras reacciones que llevan a una intelección no racional de lo que es bueno y de lo que no lo es. Todo esto llega a incrustarse en las estructuras sensoriomotoras del cerebro como procesos automáticos (Narvaez 2007).

determinantes para que resuelva esta época de una forma u otra. De aquí podríamos sacar algunas consideraciones. No se debe tener miedo a que el joven pase por esa reelaboración, pues ella en sí es signo de que todo va bien. Evitarla sería antinatural (Sebastian et al. 2008; Crone and Dahl 2012). Más bien habría que llevarle a que se enfrentara al tema. En ese sentido, sería conveniente urgir al joven a que dé pasos adelante. Hace falta una postura proactiva en el adolescente<sup>29</sup>. No hay que olvidar que el inicio de la adolescencia es de carácter biológico, pero su cierre depende de factores muy subjetivos como las experiencias vividas y las decisiones tomadas (Crone and Dalh 2012). Hay que evitar el síndrome de “Peter Pan” por el cual el joven quiere del mundo adulto lo que le interesa para seguir viviendo, como si todo fuera un juego, pero sin asumir responsabilidades. La biología ha dotado al joven para que traiga novedad a este mundo.

La forma de madurar el cerebro adolescente humano lo hace distinto al resto de especies vivas. El cerebro adolescente madura mucho más tarde en proporción a los animales y de una forma totalmente distinta. En el cerebro animal maduran todas las áreas al mismo tiempo, mientras que en el ser humano maduran diferentes áreas en diferentes momentos (Konrad et al. 2013). Es decir, en el animal la percepción del mundo no cambiará a lo largo de su vida. El animal se adapta muy rápidamente. La forma de funcionar el cerebro se cierra pronto y se gana en eficiencia, pero no tanto en novedad. El hecho de que el modo cómo percibe el mundo un niño, un adolescente y un adulto sea tan diverso permite que el ser humano se haga preguntas que no tienen sentido en el animal: “¿qué hacer ahora?”.

Por eso conviene forzar al joven a que no se limite a repetir, sino a traer novedad. Lanzar al joven a que tome decisiones sobre cuál es su lugar en el mundo, qué va a hacer, qué va a aportar, resulta clave. La adolescencia es un tiempo eminentemente vocacional. Requerirá su tiempo alcanzar

---

<sup>29</sup> Hay procesos que son más pasivos por parte de la persona. Pasivos en el sentido de que los padece. Se trata de que, a ciertas edades, se vive en ciertos ambientes y de forma natural la persona se desarrolla. Esto es evidente para casos de desarrollo visual, somatosensorial o auditivo (Erzurumlu and Gaspar 2012). Pero en temas de creencias o identidad es otro el funcionamiento.

una respuesta, pero la dinámica vocacional es la que mejor encaja con su situación de crecimiento.

Es una red que está “siempre abierta” (Campbell 2013), por lo que no es un tema resuelto en un momento concreto de la vida, para ya solo vivir de rentas. Esto puede ser una espada de doble filo, al abrir la puerta tanto a un incremento y mejora personal como a un “caminar hacia atrás”.

#### **3.1.4. Educar en la fe, educar toda la persona**

Por otro lado, hay que darse cuenta que no se educa simplemente la fe, como no se educa el lenguaje, ni se educa en... Solo y siempre lo que se educa es la persona entera. La persona es una, no una suma de cosas. En el cerebro está todo junto y todo conecta con todo tanto estructural como funcionalmente. Así lo hemos señalado al hablar del “rich-club”. La diferenciación que lleva a considerar mecanismos independientes solo puede ser observada desde la patología (Sepulcre et al. 2012). Solo en los enfermos se descubre independencia (Menon 2011; Seeley et al. 2009; James and Blair 2013). Diferenciar procesos puede ser interesante como camino pedagógico para que no se nos quede nada sin tratar, pero no porque funcionen uno al margen del otro. Esto lleva, por un lado, a darle mucha coherencia a toda la vida y, por otro lado, a observar cuáles son todos los principios que descubrimos sobre la educación de una persona, para pensar luego cómo eso es visto desde el apartado concreto de educar en la fe.

#### **3.1.5. Educar en la fe, educar en el amor**

Otra línea muy importante de cruce entre la educación en la fe y la neurociencia vendría por el tema del “amor”. El mandamiento recibido es el del amor. Y solo se puede amar a otro. Podríamos preguntarnos qué nos puede decir la neurociencia sobre el amor. Lo que a nivel personal podría decir es que no hay nada como el amor al prójimo que de forma más naturalmente encaje con la dinámica cerebral que poner el centro en el amor. El cerebro busca amar<sup>30</sup>. El ambiente natural del cerebro es una relación interpersonal

<sup>30</sup> Interesante el título de Mora: “Neuro-educación. Solo se puede aprender aquello que se ama” (Mora 2013).

que traiga un beneficio mutuo. Incluso desde la neurociencia ya hay quien ha planteado que no se puede estudiar un cerebro aislado de su relación con otras personas (Liu and Polowsky 2014). El cerebro social, los procesos de la oxitocina<sup>51</sup>, los procesos sobre el estrés<sup>52</sup>... entre otras cosas ponen de manifiesto la potencia de nuestras relaciones personales<sup>53</sup>.

### 3.2. El futuro personal

Se ha explicado por extenso que el éxito en la vida no depende tanto de variables como el cociente intelectual (Duckworth and Seligman 2005) u otros, sino de variables como la capacidad de retrasar la gratificación, el

---

<sup>51</sup> La afectación de la oxitocina en el ser humano es amplia. Señalo aspectos que pueden estar relacionados con nuestro interés: Afecta a las relaciones de confianza personal, afecta a la neurogénesis, en donde tiene receptores que se hallan en el sistema límbico, hipotálamo y giro cingulo (Kanat et al.2013).

<sup>52</sup> La estructura cerebral del cerebro social es construida según el trato de sus cuidadores. El cerebro es incapaz de auto-ensamblarse sin el sistema límbico. Sin ese cuidado personal se crece erráticamente. Abusos y negligencia en el cuidado de los niños desorganiza el cerebro como lo hace la soledad física en los monos. Las experiencias emocionales dan forma al cerebro. El sistema parasimpático regula la frecuencia cardiaca en relación con el nivel de estrés. Cuando una madre toca a su hijo, le baja el ritmo cardiaco. El contacto piel con piel armoniza los ciclos de sueño. A través de esta relación se regulan los niveles de oxitocina y vasopresina que permitirán en un futuro saber tratar con la ansiedad, el estrés y el miedo. La oxitocina promueve el cuidado paternal y la unión personal e inhibe respuestas de ira como el atacar o huir. Estrés y oxitocina se influyen mutuamente y de forma contraria. Niños de un orfanato rumano que no eran atendidos tenían niveles deprimidos de oxitocina y vasopresina. La expresión genética también resulta afectada por el cuidado paternal, por los niveles de cortisol provocados por el estrés y afecta a la formación del hipocampo, haciéndolo pequeño, y a la formación de la amígdala haciéndola permanentemente activada y sensible ante los acontecimientos (Narvaez 2007).

<sup>53</sup> Un cerebro desarrollado en un ambiente sano, de forma natural, adquiere una postura abierta y de aceptación ideológica y afectiva de los demás, siente más fácilmente empatía que ira u hostilidad. Por el contrario, si no ha sido así en la niñez, vivirá sentimientos de inseguridad que promueven una visión desconfiada del mundo. El estrés infantil tiene un efecto disociativo y disruptivo, que lleva a comportamientos perseverantes y sesgados y forman rasgos de la personalidad adulta; se refuerzan los rasgos de miedo, ira y autoritarismo. Ratas que viven estrés provocado por sus progenitores alteran las funciones gabaérgicas de vmPFC y de AMY. La amígdala quedará fijada en su reactividad ante el miedo y todo lo asociará al miedo; y la CPF pierde su capacidad de controlar el miedo. Hay mayor miedo y menor capacidad de controlarlo. Se dibujará una personalidad violenta, auto-interesada y jerárquica (Narvaez 2007).

autocontrol o la perseverancia (Duckworth et al. 2008; 2010; 2013b). Pero no hay que olvidar que estas nos son habilidades neutras que el sujeto construya desde un ejercicio meramente autónomo, sino que descansan en la relaciones interpersonales, pues, en el fondo, todo tipo de retraso de gratificación y de perseverancia es un confiar en el otro, no meramente en uno mismo. Por eso, sin confianza en los otros y sobre todo en los padres, es difícil poder adquirir estas dimensiones tan importantes. Y esto es también parte del sistema de creencias formado a partir de las relaciones emocionales interpersonales (Michaelson et al. 2013): no solo en la niñez sino también en la adolescencia (Duckworth et al. 2013a). Pues las relaciones personales tienen que ver con la oxitocina, que interactúa con el sistema dopaminérgico para que se regule todo el sistema motivacional (Love 2013).

Otro elemento en el que habría que fijarse es en la resistencia. Esta consiste en “los procesos dinámicos que capacitan al individuo para adaptarse exitosamente ante una severa adversidad a lo largo de la vida” (Rutten et al. 2013). Descansa sobre todo en la calidad de las relaciones personales y en los sistemas de creencias; entre ellos la “religiosidad que da un sentido a la vida” (Wu et al. 2013). Se descubre además que los que han superado el evento estresante muestran que ha aumentado la conectividad entre el “precuneus” y el cíngulo anterior<sup>34</sup> y del “precuneus” sobre la amígdala (afectando a la regulación homeostática). Pues el “precuneus” está relacionado con la memoria autobiográfica y los procesos personalizadores. Además, en los no resistentes o en los no dañados, no se descubre el aumento de conectividad (Werff et al. 2013).

Una de las malas consecuencias de no alcanzar el estado resistente es la depresión. Cuando se ve cómo se produce la depresión, llama la atención que diversos artículos lo relacionen con el “precuneus” y el default mode / sistema de creencias (Liston et al. 2014; Korgaonkar 2014)<sup>35</sup>. Es decir, con el sistema de creencias que hemos sugerido. La fuerza de un evento emocio-

<sup>34</sup> Posiblemente a la hora de hacer valoraciones de las perplejidades vividas.

<sup>35</sup> Falta de resistencia, depresión y Alzheimer, siendo distintos, están relacionados. Tener propósitos en la vida hace que se sea menos propenso a tener Alzheimer (Boyle et al. 2009).

nal depende, entre otras cosas, de la significación que yo le doy al evento (Goldin et al. 2008). Y, cambiando la significación, por un proceso de reevaluación cognitiva, se alcanza una vivencia distinta del evento emocional (Pitskel et al. 2011)<sup>36</sup>. Llama la atención que, en todo lo que he indicado, las estructuras que están en juego sean el vmPFC y el “precuneus”, elementos fundamentales del sistema de creencias. Viendo además como se da en detalle esta interacción de diversas áreas en relación a la edad, descubrimos (Ducharme et al. 2013) que en la niñez e inicio de la adolescencia la depresión hace referencia al espesor cortical del vmPFC; y entre los 15 y 18 años se pasa al modelo adulto donde la depresión guarda relación con el espesor cortical del “precuneus”. De esto podríamos sugerir que lo que deprime a una persona en la niñez son elementos que hacen mayormente referencia a cómo evaluó el evento en función de mi afectación personal (vmPFC); y en el cierre de la adolescencia y edad adulta en función, más bien, de mi coherencia o no con mi sistema de creencias (“precuneus”). En la infancia y primera parte de la niñez estaría más centrada en una reactividad emocional centrada en la amígdala (Qin S. et al 2014).

<sup>36</sup> El artículo de Pitskel indica que es la región ventromedial del PFC la que realiza una actividad de control sobre la INS y la AMY. Busca las bases neurológicas del proceso psicológico conocido como “reevaluación cognitiva”, por la cual el sujeto puede reinterpretar sus emociones en orden a modificar su respuesta emocional. El proceso en concreto consiste en que vmPFC actúa directamente sobre la INS derecha y la AMY izquierda, tanto directamente como a través del lateral PFC en un mecanismo de regulación top-down. Además, se observa que en la medida en que se avanza a través de la adolescencia la madurez, lleva a una mayor eficacia del poder regulador del PFC, no siendo tan necesaria su activación, pues con la madurez ha ganado eficiencia. Digamos que el joven para controlarse debe esforzarse más. Además, la activación emocional también es mayor en el joven. La capacidad de controlar la activación se extiende también al ACC y aINS, que se activa menos con la edad, pero al mismo tiempo, para fingir un estado desagradable, el adulto tiene más capacidad de activarla a voluntad. Esto da al adulto más recursos para simular diversas situaciones hipotéticas, con lo cual sin duda mejorará en su capacidad de elegir la solución óptima. Esta menor activación cerebral con la edad que se asocia a eficiencia es conocida por “frontolización”, aunque las áreas que sufren esto no son solo frontales pues afecta a partes del ofPFC, mPFC, parahipocampo, giro frontal inferior y AMY.

Este descenso de actividad de ciertas zonas se superpone con una creciente activación de otras. Así vemos que el intraparietal bilateral se activa más con el paso de los años. Esta área, que incluye el “precuneus”, se ha desarrollado antes al hablar de la conciencia de sí que alcanza el sujeto en su maduración.



No se alcanza la resistencia por tener al niño en una espacio protegido, pues el estrés no solo es bueno, sino necesario para alcanzar la resistencia (Lee et al. 2012). Y el estrés en otros dominios de la vida sigue siendo necesario igualmente para el adecuado crecimiento (Pabst et al. 2013; Kirby et al. 2013; Gibson 2012).

Sorprende también que no solo la depresión sino otras enfermedades como el autismo (Gotts et al. 2012), la esquizofrenia (Fransson and Marrelec 2011) y el Alzheimer (Wang et al. 2013) afecten directamente al default mode. Las tres enfermedades tienen que ver con aspectos de identidad.

Parece, pues, que el mundo de las creencias y los importantes aspectos mencionados están relacionados. Dado que los desórdenes anímicos son de tanta prevalencia hoy en día habría que plantearse si el fortalecimiento del mundo de creencias pudiera tener un efecto no solo protector, sino también curador. Sorprende ver que la psicoterapia pueda modificar la neurofunción cerebral no de una forma indiscriminada, sino focalizada sobre las áreas dañadas y todo eso al margen de los psicofármacos (Barsaglini et al. 2013). Habría que preguntarse e investigar si también la fe pudiera tener este aspecto reparador.

La actividad del default mode no solo actúa sobre la resistencia, como se ha indicado, sino incluso sobre la misma percepción del dolor. La activación de esta red hace que en sujetos que no se centran en el dolor vivido, se liberen antinoceptivos sobre estructuras troncales para una menor vivencia del dolor (Vallis 2013; Kucyi et al. 2013).

### **3.3. La culpa y la disonancia cognitiva**

Desde la fe se descubre el pecado como la ruptura de una relación personal con Dios. Y con el pecado aparece el fenómeno de la culpa. Dentro de la experiencia religiosa, la disonancia cognitiva se presenta como hipocresía y su vivencia trae consigo sentimientos de vergüenza y experiencias de culpa. La forma de hacer desaparecer la disonancia cognitiva es decantándose por uno de los dos elementos en tensión: comportamiento-creencias (Yousaf and Gobet 2013).

La fe, siendo distinta de la psicología, no opera la margen de ella. También la culpa tiene su lugar en la psicología, aunque en el campo de la psicología se usa otro término: “disonancia cognitiva”<sup>37</sup>. Fenómeno, que con las salvedades debidas, no es solo exclusivo de humanos sino que de alguna forma se da también en algunos primates<sup>38</sup> (West et al. 2010).

Se define la disonancia cognitiva como “la coexistencia de posiciones actitudinales opuestas, es un estado que viola la motivación humana de ser consistente con los propios pensamientos, sentimientos y comportamientos de uno mismo” (Nohlen et al. 2014). Pero no ocurre en cualquier toma de decisiones; solo ocurrirá cuando se trate de contravenir creencias profundas “ancladas en el autoconcepto” y que “la conducta produzca consecuencias aversivas que hayan sido previstas” (Ovejero 1993). La disonancia se convierte entonces en una potente fuerza motivadora que busca que se resuelva la tensión<sup>39</sup>. Y se comporta de forma similar a los impulsos en el ser humano. La tensión solo se resuelve cambiando comportamientos o cambiando creencias (Ovejero 1993).

Podemos investigar qué nos descubre la neurociencia del fenómeno psicológico de la disonancia cognitiva y ver que el cerebro “premia” que la persona funcione conforme a sus propias creencias.

Podríamos preguntarnos qué diferencias cerebrales se plantean cuando una persona actúa en función de sus propios principios y objetivos o cuando sigue otros principios, como puede ser la búsqueda del prestigio social. Asombrosamente, esto también se ha estudiado y se ha visto su relación

---

<sup>37</sup> Creado por Leo Festinger. Su teoría de la disonancia cognoscitiva es de 1957. A pesar de muchas críticas (sobre una supuesta falta de experimentación suficiente, ser poco social o fallar cuando se quiere tomar como explicación exclusiva y suficiente) sigue siendo un referente válido (Ovejero 1993).

<sup>38</sup> El experimento de West estudia una parte de la disonancia cognitiva, que consiste en devaluar la opción rechazada. Se ve que algunos primates realizan tal devaluación. Fuera de ellos no se observa en ninguna otra especie.

<sup>39</sup> Tensión que el cerebro busca reducir. Es significativo un ensayo con un sujeto que tenía una patología del cuerpo calloso y con un ojo veía una gallina y con el otro una pala con nieve. Al estar seccionado el cerebro se le pidió actuar con la mano zurda (hemisferio derecho) y se le pidió una explicación (hemisferio izquierdo); el sujeto inventaba contestaciones para hacer coherente el comportamiento incoherente (Gazzaniga and LeDoux 1978).

con el nivel de satisfacción personal en la vida. Mientras que actuar en función de los propios principios trae bastantes beneficios, actuar movido por el prestigio solo trae baja autoestima. Y a nivel cerebral el primero tiene una reducción del espesor del ofPFC, lo que implica una mejor autorregulación; y el segundo un mayor espesor cortical en putamen, ínsula y “precuneus” (Takeuchi et al. 2014). No hay que olvidar que en neurociencia los menores espesores corticales significan una mayor eficiencia cortical, como se ve en los típicos procesos de maduración (Powell 2006). Podemos pensar, pues, que mejor actuar en función de las propias creencias que no en función de otros principios. Pero, ¿qué sucede cuando no se actúa conforme a las propias creencias?

Cuando las personas realizan tareas que tienen que ver con comportamientos morales<sup>40</sup>, activan una red muy amplia que se cruza con el “default mode” a través de la corteza ventromedial del córtex prefrontal (Álvaro-González 2014), por la cual podríamos pensar que el sistema de creencias influye sobre lo que es bueno o malo que afecta más propiamente a la vmPFC. El vmPFC recogería valores más subjetivos y el dmPFC, cuando interactúa con la junta temporoparietal, el “precuneus” y el PCC, es capaz de hacer juicios más objetivos sobre personas desconocidas, frenando la entrada del ventromedial cortex prefrontal (Kang et al. 2013).

<sup>40</sup> No voy a desarrollar la formación de la moralidad en el ser humano porque la neurociencia está aún muy lejos de decir algo. Pero valgan estas referencias desde la psicología simplemente para mostrar que el ser humano no es indiferente a cualquier tipo de formación moral sino que tiene una predisposición. Con 19 meses, los niños esperan que se repartan los beneficios de forma igual si el reparto es entre personas, no si es entre cosas. Prefieren la igualdad (Sloane et al. 2013). Con 4 años rechazan la desigualdad desventajosa para ellos mismos y con 8 años rechazan la desigualdad ventajosa para ellos mismos (McAuliffe et al. 2013). Hay tendencia a compartir los resultados del esfuerzo conjunto ya a los 3 años. En cambio, los chimpancés no comparten (Hamann et al. 2011). Con 9 y 14 meses distinguen las características de comportamiento de los demás y prefieren estar con los que son más parecidos a ellos. Hay un sentido del “nosotros” (Hamlin et al. 2013). Con 24 meses, los niños muestran tendencia de ayudar a un desconocido con independencia de la postura que tomen los padres al respecto. Se muestran una tendencia a una ayuda desinteresada y de carácter innato (Warneken et al. 2013). Prefieren ayudar al que ayuda y no tanto ayudar al que no ayuda; y no es por una cuestión de gusto, sino de criterio de moralidad (Dunfield and Kuhlmeier 2010).

El que enciende la luz de alarma sería el ACC (Amodio et al. <sup>41</sup> 2004; van Veen et al. <sup>42</sup> 2009; Izuma et al. 2010). La disonancia cognitiva activa el ACC en relación con el IPFC izquierdo. Tradicionalmente, se ha considerado que lo positivo motiva la atracción y lo negativo repele. Por ello se pensaba que el hemisferio derecho era el de sentimientos negativos y el izquierdo el de los positivos. Distintos fenómenos como el de la ira o el de la disonancia cognitiva hacen ver el error de esta asociación. En la disonancia cognitiva se produce un sentimiento negativo que, en cambio, produce una actitud motivacional. Ante la disonancia cognitiva se dispara la señal de alarma en la activación de ACC y eso lleva a que el lateral izquierdo de la corteza prefrontal busque una solución para la resolución de la disonancia (Harmon-Jones 2004).

La resolución de la disonancia está en la junta temporoparietal (TPJ), el cíngulo posterior (PCC) y el “precuneus”. La ambivalencia es un estado psicológico incómodo en el cual un sujeto, ante una persona, una situación o un objeto, siente tanto una atracción como una repulsa. Y existe la tendencia a resolver esa confusión para poder tomar una decisión. Se trata de resolver no un conflicto apetitivo, o de las propias preferencias, sino un conflicto moral social donde se da relevancia a los principios. Cuando se está evaluando la situación ambivalente, las áreas reclutadas mayormente son el ACC, INS, TPJ, PCC/”precuneus”. Y entre todos ellos es el conjunto TPJ y PCC/precuneus el que perdura tras hacer todas las correcciones estadísticas, como el que correlaciona inversamente con la resolución de la ambivalencia (Nohlen et al. 2014)<sup>43</sup>. Es decir, se están evaluando los pros

---

<sup>41</sup> El comportamiento racial despierta disonancia cognitiva que se corresponde con la activación del ACC. Aquellos que son menos racistas y se les pide un comportamiento racista, presentan una mayor activación del ACC. Es decir hay un rechazo de tal comportamiento. Esto confirmaría desde la neurociencia (se trata de ensayos con EEG) que la disonancia cognitiva se produce por un desacople entre comportamiento y los propios pensamientos, y que la única forma de reducir tal señal es acoplando el pensamiento y el comportamiento (Amodio et al. 2004).

<sup>42</sup> Experiencia donde a los sujetos se les pedía que defendieran como agradable una situación que era evidentemente desagradable. Fue el dACC y la ínsula los que predecían el comportamiento y la disposición al cambio del sujeto.

<sup>43</sup> Otros autores como Izuma (Izuma et al. 2010), aunque no mencionen en el escrito el “precuneus”, cuando se ven las imágenes que muestra, el “precuneus” /PCC queda ampliamente resaltado.

y contras (ACC), se está realizando la evaluación subjetiva de una forma más intuitiva (INS) y el sistema de creencias entra en activo igualmente con TPJ y PCC/precuneus. Viendo las tareas que les pedían a los sujetos, la manera como tenían que resolver el conflicto requería acudir a principios personales.

Nos podríamos preguntar cuál es el proceso de maduración de esta capacidad en el ser humano. Por un lado encontramos que para evaluar culpabilidad y vergüenza, los jóvenes, de forma similar al adulto, también acuden más al dmPFC. Este conecta con la junta temporoparietal y el giro temporal superior posterior (Pfeifer and Blakemore et al. 2012). Pero cuando se hace un estudio más detallado por edades se descubre que entre 12–14 años se acude más al vmPFC para ejercicios de mentalización; entre 19–25 se acude más al dlPFC. Y durante el paso a la edad adulta, el vmPFC y el dmPFC experimentan una reducción de materia gris (Vetter et al. 2014). La maduración psicológica es mucho más tardía que la de habilidades cognitivas, pues la psicológica se cierra sobre los 26 (Steinberg 2008). Por lo que podríamos pensar que la secuencia madurativa podría ser desde el vmPFC (más emocional auto-referente) al dmPFC (más objetivo), gracias a la activación del dlPFC y quedando el PCC/”precuneus” como la referencia adulta. Este proceso de más emocional a más objetivo es muy coherente con el esquema de maduración moral que expuso Kolbergh (Palomo 1989).

La culpa se ha visto muchas veces como algo negativo. Para desmentir esto es interesante hacer presente el artículo de Perlovsky (Perlovsky 2013) que muestra cómo la disonancia cognitiva es positiva y un avance de la propia evolución. Lo que plantea es que el animal actúa como piensa, lo cual reduce considerablemente su capacidad de simulación<sup>44</sup>. En cambio en

<sup>44</sup> Llega a este comentario al ver que en los animales el sistema fonológico está controlado por un sistema límbico antiguo y el control voluntario de la fonología es limitado. En los no humanos, los sistemas conceptuales y los emocionales están menos diferenciados que en los humanos. Cuando un mono se asusta porque ve un leopardo solo chilla mientras su sistema emocional lo activa; al desaparecer el leopardo no se preocupa en ir a avisar a los demás. En el animal, emoción y concepto son estados no-divididos. En cambio, en humanos el control vocal es muy grande y emoción, concepto y comportamiento tienen una mayor diferenciación.

la persona se puede pensar sin actuar, lo cual lleva a que pueda darse la capacidad simuladora que evalúa posibles escenarios y permite una elección óptima. Esta diferenciación permitiría que existan diversos estados psicológicos y, por tanto, la posibilidad de que pueda existir la disonancia cognitiva. El antecesor humano que supiera sacar ventaja de la diferenciación y, a la vez, mantener la unidad de la psique se encontraría en clara ventaja.

El cómo resolvamos la tensión de la disonancia cognitiva nos lleva a una revalorización de este mundo. Esa revalorización queda “guardada” en la activación de núcleos subcorticales, en concreto el caudado, por la que se adquiere una predisposición para el futuro a repetir aquella misma forma que se valoró como mejor (Sharot et al. 2009). Esto es importante porque mis decisiones me van configurando.

### **3.4. El perdón**

Una rápida ojeada a la cuestión del perdón nos puede dar una imagen de la trascendencia vital de poder vivir esta experiencia. Diversos estudios buscan la relación del perdón con distintos beneficios humanos. Realizan estudios estadísticos y observan la evolución en la salud personal. En ocasiones desde el auto-reporte, en otras desde estudios médicos. El panorama que se nos muestra es que la experiencia del perdón: mejora la salud cardiovascular, contrario al efecto de la ira (May et al. 2014); no se deja llevar por la venganza, pero para ello se requiere que sean personas agradecidas (Satici et al. 2014); cura la relación con la persona fallecida (Gassin and Lengel 2014); se propone como terapia sanadora. Así lo recoge este meta-análisis viendo como el perdón mejora la salud en temas de ansiedad, depresión y esperanza (Wade et al. 2014). La experiencia religiosa ayuda a poder vivir el perdón (Hayward and Krause 2013), ayuda a recobrase del consumo de drogas y alcohol porque salir de ello implica autoperdonarse (McGaffin et al. 2013). Perdón y justicia se relacionan, pero no con cualquier visión de justicia. Aquella que busca el castigo sin más no ayuda al perdón. Mientras que los sentimientos de justicia derivados de las respuestas restaurativas (búsqueda del consenso) se relacionaron positivamente con el perdón, los

sentimientos de justicia derivados de las respuestas retributivas (castigar al culpable) no lo consiguieron (Wenzel et al. 2013). Se considera al perdón la “llave” para curar las psicopatías, cambiar el resentimiento por la empatía con el agresor (Menahem and Love 2013) y evitar el suicidio (Nsamenang et al. 2013). Y podríamos seguir<sup>45</sup>, pero no es esta la pretensión de este trabajo, sino preguntarnos qué nos puede decir la neurociencia acerca de la experiencia del perdón.

La experiencia del perdón pide la activación de frontal superior izquierdo + ofPFC + PCC. PCC es exclusivo del perdón, mientras que los otros entran en juego también para el procesamiento del dolor. Mediante el estudio activacional, antes y después de terapia psicológica, se vio que los afectados en estrés postraumático recuperaban la activación normal (Moya-Albiol et al. 2010).

Parece que la experiencia de perdón está más relacionada con el mundo de creencias que con un asunto de empatía, aunque ciertamente la empatía es influyente<sup>46</sup>. Por un lado, encontramos que en estudios con fMRI, donde a los sujetos se les pide hacer ejercicios de empatía y perdón, se ve que la empatía y el perdón activan el giro superior del PFC, ofPFC, “precuneus”. La empatía, además, el izquierdo anterior mPFC, izquierdo giro inferior del PFC. El perdón, además: PCC (Farrow et al. 2001). Esto haría pensar que, aunque la empatía tiene su peso a la hora del perdón, parece que el perdón descansa más en el sistema de creencias que en valoraciones subjetivas de lo que atrae o no.

Pero la experiencia de perdón es una experiencia global del ser humano. Por ello, vemos que su activación así lo es también y que se va cruzando con reclutamientos cerebrales que tienen que ver con muchos otros

---

<sup>45</sup> La ausencia del perdón trae: una erosión de la salud, reactividad cardiovascular alterada, empobrecimiento de la calidad del sueño; se estimula la producción de hormonas relacionadas con el estrés como cortisol y la depresión. Y los beneficios del perdón son: promueve el bienestar, mejora la salud cardiovascular, aumenta el tiempo de vida, disminuye el recurso a la medicación o al alcohol, da estrategias para sobrellevar situaciones de estrés desde el punto de vista neurobiológico (Ricciardi et al. 2013).

<sup>46</sup> Se es más indulgente con los amigos a la hora de perdonarles y más exigente con los desconocidos (Peets et al. 2012).

procesos, como teoría de la mente, empatía, cognición, regulación de las emociones. Sus activaciones más destacadas son el “precuneus”, el dlPFC y diversas regiones del parietal inferior derecho. La activación del dlPFC junto con el ACC serviría para recobrar el equilibrio homeostático y la sensación de bienestar (Ricciardi et al. 2013). Este artículo<sup>47</sup> me parece especialmente significativo porque muestra el proceso de activación. Se describen dos procesos:

- El proceso de activación para el que usaba estrategias de perdón fue como sigue: la activación de la corteza occipital precedía la subsiguiente activación del “precuneus”, lóbulo parietal inferior, corteza cingulada anterior y cingulada posterior y el giro temporal medio. La activación del “precuneus” predijo la siguiente activación del lóbulo parietal inferior. Y la activación de ellos dos predijo la activación del dlPFC y la de ACC y PCC. El grado de coactivación del “precuneus” con el lóbulo parietal inferior fue el predictor del grado de alivio reportado por el sujeto.
- El proceso de activación del que usaba estrategias de rumiación despertó los mismos procesos a partir de la activación de la corteza occipital. Pero el “precuneus” y el “precuneus” con el lóbulo parietal inferior no pudieron ejercer ninguna influencia, sino que lo que se observó fue que el giro temporal medio dirigía la activación del dlPFC.

Es sin duda especialmente significativo. En los dos casos, la contemplación de las imágenes les despertaba el mismo proceso cerebral desde la occipital, receptora de las imágenes. Y en los dos casos la dlPFC, bien conocida como “la mesa de trabajo” de la red frontoparietal de la toma de decisiones, es la que marca el actuar. Hasta ahí los dos procesos resultan iguales. Pero la diferencia está en la etapa intermedia: ¿De dónde obtenía el dlPFC la información sobre la que trabajar? Los que perdonaban, dirigidos

---

<sup>47</sup> A los voluntarios se les dieron diversas estrategias de perdón (pensar que el evento negativo no había sido tan malo; que el agresor no fue el responsable directo de la acción; que ellos no tenían intención de hacer daño o que fueron movidos por razones altruistas) y a otros estrategias de rumiación; y se miró su fMRI.



desde la coactivación precuneus-lóbulo parietal inferior, que había sido dirigida desde el “precuneus”. En cambio, los que rumiaban la injusticia, desde el temporal medio. Es decir, siguiendo la lógica del artículo, los que perdonaban dirigían la actividad desde el centro del sistema de creencias (“precuneus”). El parietal sirve para la manipulación de objetos, pero el objeto puede ser tanto un objeto físico como un objeto mental (Egidio and Casali 2013). En cambio el temporal podría en este caso comportarse como un depósito de experiencias y de asociación de imágenes. Todo esto le permite concluir al autor que “las conexiones “precuneus”-lóbulo parietal inferior son las encargadas de disparar este complejo proceso cognitivo y emotivo” que supone el perdonar.

### 3.5. La consciencia

Aunque las propias creencias pueden formarse por un proceso educacional inconsciente y pueden actuar de forma inconsciente (Dweck 2000, cap 18), también pueden movilizarse por un ejercicio consciente. Pues lo que afirma el creyente es “yo creo”<sup>48</sup>. ¿Qué puede decirnos la neurociencia sobre la consciencia? Vuelve a aparecer el “default mode”, el “sistemas de creencias” y el “precuneus”.

El término consciencia (con “s”) parece un gesto prudente ante el reparo que causa el término conciencia. Sabiendo además que en la consciencia se concentra el “problema duro” (Tirapu et al. 2003), pues estamos hablando de la auto-consciencia, la experiencia consciente por la que yo sé que soy yo quien está detrás de todo.

Tampoco pasar de la conciencia a la consciencia arregla la dificultad. En neurociencia, un elemento de consciencia típico es el autorreconocimiento en un espejo. El autorreconocimiento viene precedido por la auto-exploración que se da sobre el segundo y tercer mes y la auto-percepción que se da a las semanas (Rochat 1998). El autorreconocimiento, saber que soy

<sup>48</sup> Es muy interesante esta inconsciencia que la psicología pone de manifiesto. Tanto la formación como la vivencia de las creencias puede darse inconscientemente, poniendo de manifiesto que creer no es un acto lógico-racional simplemente, sino vital, que implica toda la persona.

yo a quien estoy viendo en el espejo y no otro, se da entre los 18 y 24 meses mientras se trata de un espejo, pero si se trata de una foto o vídeo requiere un año más (Butler et al. 2012). Es una tarea que también pueden hacer ciertos monos, aunque no todos e incluso entre ellos siguiendo una graduación (Rajala et al. 2010). En este proceso de autorreconocimiento, que desembocará, cuando se llega a la madurez, en la autoelaboración de la propia identidad, sigue siendo significativa la participación del mPFC, que madura a lo largo de la adolescencia (Sebastian et al. 2008). Este forma una red con ACC y PCC, que son soporte del sentido del yo, de modo que “nuestro sentido del yo puede ser el resultado de un tipo específico de la interacción entre la actividad del default mode y la actividad inducida por los estímulos” (Qin P. and Northoff 2011).

Hay unos hechos que llevan a pensar en que el “precuneus” y fronto-parietal junto con la corteza prefrontal guardan una relación directa con esta actividad de la conciencia. Intento esquematizarlo:

- El “precuneus” y la corteza prefrontal forman el rich-club, centro de mayor potencia de todo el cerebro (van den Heuvel and Sporns 2011).
- En la situación de default mode (resting state), la actividad del “precuneus” supone el 35% (Cavanna and Trimbel 2006) del metabolismo cerebral. El conjunto de zonas activadas en el default mode son: “precuneus”, posteromedial parietal, parietal lateral, ventromedial prefrontal, medio dorsal prefrontal y temporal anterior (Cavanna et al. 2007).
- En la situación de sueño, tanto en la modalidad de REM como de no-REM, cuando no se tiene conciencia de sí mismo, estas zonas permanecen desactivadas (Cavanna et al. and Trimbel 2006; Behrendt 2013). Aunque algunos sí que encuentran actividad del DMN en REM (Mantini and Vanduffell 2013).
- En la situación en la que el cerebro está focalizado en el desarrollo de una actividad centrada en su objetivo, y por tanto no centrado en sí, también presenta una desactivación del “precuneus” (Cavanna and Trimbel 2006). Los encargados de inhibir la actividad del “precuneus” cuando se sale del default mode a una tarea direccionada

serían unos mecanismos inhibidores generados por el tálamo y el cerebelo (Danielson et al. 2011).

- Otras situaciones en las que se dan pérdidas de conciencia también presentan desactivación del “precuneus”: hipnosis, anestesia, estados vegetativos, epilepsia, enfermedad de Alzheimer, esquizofrenia (Cavanna and Trimbel 2006; Cavanna 2007).
- Actividades donde la persona se vuelve sobre sí, como el yoga, despiertan la actividad del “precuneus” (Cavanna and Trimbel 2006).
- Viendo su sistema de conexiones dentro del cerebro (véase el apartado anterior de “estructura y conexiones”, donde resalta no solo con quién está conectado, sino también con quién no está conectado) se puede ver que el “precuneus” no está dedicado al procesamiento de señales exteriores y aprensión del objeto. Es decir, es en el sistema que implica el “precuneus” donde la persona se vuelve sobre sí.

Esto lleva a pensar que el „precuneus” junto con la corteza prefrontal corresponde con los más altos niveles de la auto-consciencia (Cavanna and Trimbel 2006).

### **3.5.1. Bases de la consciencia**

La consciencia tiene por tanto una significativa asociación al „precuneus”, pero vale la pena precisar qué es lo que hay detrás de esa palabra. Pues hay una progresión desde un estado de vigilia o atención tónica, un estado de atención, un conocimiento, pasando por una consciencia hasta llegar a una autoconsciencia.

Esta autoconsciencia requiere del sentido de la propia identidad, de la capacidad explícita de construir escenas pasadas y futuras en una autobiografía, de la capacidad semántica, de la capacidad lingüística. Y esto la sitúa en referencia al cortex prefrontal, temporal y amígdala. Pero se trata de una valoración muy discutida (Tirapu et al. 2003). La atención tónica requiere del sistema reticular activador, el tálamo, el sistema límbico, ganglios basales y cortex prefrontal. La atención dirigida hacia un estímulo para seleccionar información depende del cortex parietal posterior derecho, pulvinar y colículo superior.

El fenómeno perceptivo que parte de una percepción sectorial, por ejemplo un impulso visual, hasta configurarse como un fenómeno de integración, pues se ha reconocido visualmente ese objeto, con un contenido semántico y en relación a otras percepciones, se logra por un fenómeno de sincronización de oscilaciones de neuronas de la corteza cerebral que disparan a 40 Hz, en unos barridos de la zona frontal a la occipital que duran entre 12 y 13 ms. Esto afectaría a un sistema corticotalámico. Así pues, la experiencia consciente del objeto no se produce en un lugar concreto, sino en un proceso coherente que se alcanzaría entre los 100 y los 250ms desde la presentación del estímulo (Tirapu 2003).

La consciencia surge como una confluencia (Parvizi and Damasio 2001) de:

1. Mi situación personal “proto-self”. Esto ocurre por interacción del cortex (ínsula, parietal medio y somatosensorial secundaria), hipotálamo y tronco. Así se mapea mi situación en muchas dimensiones. El proto-self es más que un mero homúnculo y menos que un sentido de sí mismo, menos que una autoconsciencia.
2. La percepción del objeto.
3. La interacción de la percepción del objeto en la propia persona. Implicando al cíngulo, tálamo y colículo superior, a los cuales se accede a través de las proyecciones tálamo-corticales o a través del prosencéfalo basal.

Vale la pena abrir un paréntesis para hacer presente los procesos de autorrepresentación siguiendo a Muñoz (Muñoz 2010) y Bermejo (Bermejo 2010). Las neuronas espejo, descubiertas por Rizzolatti, consienten que yo experimente en mí lo que el otro hace, permitiendo así el aprendizaje, el lenguaje, la cultura, y posibilitando el desarrollo de la teoría de la mente por la que puedo saber lo que vive el otro. Por otro lado contamos con las neuronas de von Economo, presentes solo en la ínsula anterior y el cíngulo anterior, se piensa que conectándolas para que formen una unidad en el reconocimiento de sí mismo. Se ponen de manifiesto al autorreconocerse en un espejo, cosa que, como dijimos, solo hacen los niños pasados los 18 meses, cinco tipos de primates, los elefantes y ciertos cetáceos. Solo los

humanos y ciertos primates las tienen organizadas en columnas y teniendo los humanos un desarrollo de ellas un 30% superior a los primates. Estas neuronas permitirían conocer cuál es el valor o relevancia de una tarea o un estímulo para el individuo.

En atención de lo que se ha indicado sobre evitar la miopía corticocéntrica, hay que decir que esta actividad cortical no se da sin la relación con las otras estructuras. Se ha de indicar que el mecanismo de acción es, o bien a través del tálamo o bien a través del prosencéfalo basal, a muchas zonas del cortex (Parvizi and Damasio 2001)<sup>49</sup>.

Todo esto puede ayudarnos a entender que el acto de afirmar “yo creo” es un acto de auto-poseción de uno mismo, por el cual uno se entiende de una forma determinada. El “yo creo” no sería simplemente una afirmación del mundo de creencias (Dios), sino también y al mismo tiempo una afirmación de lo que yo creo de mí mismo.

### **3.6. ¿Se puede estar enfermo por creer demasiado?**

En neurociencia es fácil ir descubriendo como excesos de espesores corticales en adultos se correlacionan con patologías y, por otro lado, sobreactivaciones de ciertas áreas también se correlacionan con otras patologías. Tanto en el exceso como en el defecto se observan patologías. En nuestro caso ya hemos hecho referencia a que un exceso de espesor cortical del “precuneus” se correlacionaba con la depresión (Ducharme et al. 2013). Lo cual podría coincidir con la descripción de alguien deprimido como quien ya no cree nada, ya no espera nada. Pero, ¿podríamos encontrar alguna enfermedad que fuera justo por lo contrario? Es decir, un excesivo mundo de creencias que no se deja contrastar con la realidad, lo cual supondría

---

<sup>49</sup> El sistema reticular activador actúa sobre los sistemas de vigilia y de atención requeridos para el ejercicio de la consciencia. Y se afecta una amplia gama de núcleos del tronco. Esto hace que las diversas redes que surgen del tálamo tengan una alta afectación sobre la actividad cortical. Y hace que el cerebro pueda percibir tanto la situación del propio cuerpo como la afectación causada en el cuerpo por la percepción de un objeto, así como los requisitos de percepción del cuerpo y de la interacción objeto-cuerpo necesarios para que aparezca la consciencia.

igualmente un estado enfermizo. Esta descripción coincide con lo que se encuentra en la anorexia nerviosa, donde hay un exceso de rumiación introspectiva (Lee et al. 2014).

Este último trabajo nos descubre que la anorexia (y también la bulimia), presentan una sobreactivación del “precuneus” sobre dACC; dACC es clave para el control cognitivo. De tal forma que sería la vía de como dPCC y el “precuneus” se impondrían al sujeto. Además, se observan deficiencias en la activación de la occipital y del prefrontal dorsolateral (Lee et al. 2014). Así pues, esta enfermedad podría proponerse como consecuencia de una excesiva confianza en las propias creencias. Donde la sobre activación del “precuneus” se impone al resto del sistema nervioso y, por tanto, el dACC para el control es dirigido desde este; el OCC no “ve” como tiene que ver y el dlPFC, afectando al razonamiento, también queda alterado.

También en la depresión se descubre una hiperactividad del default mode (Liston et al. 2014; Korgaonkar et al. 2014), y cuando se busca anular el mPFC mediante la estimulación magnética transcraneal se aminoran los síntomas depresivos (Liston et al. 2014). Esto podría concordar con el exceso de rumiación que también se relaciona con la infelicidad (Killingsworth and Gilbert 2010).

¿Podría plantearse esto también en la religión? De hecho, vemos elementos como el fanatismo que pueden darse en personas religiosas (Alves et al. 2010). Este artículo muestra que tanto lo positivo como lo negativo se pueden encontrar en los comportamientos religiosos. Abordar la cuestión del fanatismo religioso en comparación con la anorexia o la depresión podría ser interesante, pues la salida del mismo vendría por un dar crédito a la realidad y no tanto al propio pensamiento.

## Conclusiones

La principal conclusión de nuestro trabajo sobre neurociencia y fe es que el diálogo interdisciplinar es una fuente de riqueza mutua. Asumir la coherencia de todo lo humano es un buen principio hermenéutico y una garantía para evitar caer en la miopía del especialista.

En este caso las líneas abiertas en el artículo hacen presente lo que sigue:

- a) Que aspectos de la neurociencia pueden hacer reflexionar a la teología y a la vivencia y la educación en la fe. Tras hacer un proceso de concreción desde la experiencia de fe al mundo de creencias, y del mundo de creencias a tareas concretas, se ha visto someramente cómo funciona el cerebro al hacer tareas de creencias. También se ha visto qué puede decir la neurociencia sobre cómo madura y funciona esa red; y desde ahí hemos intentado mostrar puntos de reflexión para la experiencia de fe: la importancia de la conexión con la vida y la realidad, de las relaciones personales, de las emociones, de los procesos personales para la maduración, de las consecuencias de cara al futuro personal y sobre una serie de aspectos relevantes como la conciencia, el perdón, la disonancia cognitiva/culpa y una posible patología de la fe.
- b) Un replanteamiento del “default mode” (DMN), como “sistema de creencias personal” (SCP), como un elemento más de la toma de decisiones. En neurociencia se tiene ya ampliamente asumido que las emociones, al igual que mi realidad corporal y las percepciones, son elementos de la toma de decisiones, pero no se tiene tan asumido que el mundo de creencias sea otro elemento más en juego. El sistema de creencias sería la representación abstracta y generalizada de lo que es el mundo, de lo que son las relaciones personales y de mí mismo. Son creencias a las que se ha llegado por un proceso de sedimentación y reflexión a partir de las experiencias personales, emocionales y relacionales vividas. Estas creencias, por el proceso de abstracción, ya no están ligadas a experiencias concretas sino a una conceptualización del mundo y de mí mismo; y se hacen presentes en la toma de decisiones como un impulso más que entra en juego.

Esperemos que las ideas vertidas aquí puedan ser sugerencias útiles para el diálogo interdisciplinar entre la ciencia y la fe.

## Referencias

- Álvaro-González, L.C. 2014. "Neuroética (I). Circuitos morales en el cerebro normal." *Rev Neurol* 58: 225–33.
- Alves, R.R. and Alves, Hda.N. et al. 2010. Souto Wde M., "The influence of religiosity on health." *Cien Saude Colet.* 15 (4): 2105–11.
- Amodio, D.M. and Harmon-Jones, E. et al. 2004. "Neural signals for the detection of unintentional race bias." *Psychol Sci.* 15 (2): 88–93.
- Andrews-Hanna, J.R. and Reidler, J.S. et al. 2010a. "Evidence for the Default Network's Role in Spontaneous Cognition." *J Neurophysiol.* 104 (1): 322–335.
- Andrews-Hanna, J.R. and Reidler, J.S. et al. 2010b. "Functional-Anatomic Fractionation of the Brain's Default Network." *Neuron.* 65 (4): 550–562.
- Anticevic, A. and Cole, M.W. et al. 2012. "The role of default network deactivation in cognition and disease." *Trends in Cognitive Sciences.* Vol. 16, No. 12.
- Artigas-Pallarés J. 2011. "Discalculia." In *Transtornos del neurodesarrollo.* Barcelona: Viguera.
- Barsaglini, A. and Sartori, G. et al. 2013. "The effects of psychotherapy on brain function: A systematic and critical review." *Prog. Neurobiol.* Vol. 114: 1–14.
- Baumeister, R.F. and Campbell, J.D. et al. 2003. "Does high self-esteem cause better performance, interpersonal success, happiness or healthier lifestyles?" *Psychological science in the public interest.* Vol. 4. Nº 1.
- Behrendt, R.P. 2013. "Conscious experience and episodic memory: hippocampus at the crossroads." *Frontiers in psychology.* Vol. 4. Art. 304.
- Bermejo, F. 2010. "La conciencia, la conciencia de si mismo y las neuronas de von Economo." *Rev neural* 50 (7): 385–386.
- Bhanji J.P. and Delgado M.R. 2014. "Perceived Control Influences Neural Responses to Setbacks and Promotes Persistence." *Neuron*, 83: 1–17.
- Blakemore, S.J. 2008. "The social brain in adolescence." *Nature reviews.* Vol. 9: 267–277.
- and Decety, J. 2001. "From the perception of action to understanding of intention." *Nature reviews. Neuroscience.* Vol. 2: 561–568.
- Bonnici, H.M. and Chadwick, M.J. et al. 2012. "Detecting representations of recent and remote autobiographical memories in vmPFC and Hippocampus". *The journal of neuroscience.* 32 (47): 16982–16991.
- Boyatzis, R.E. and Rochford, K. et al. 2014. "Antagonistic neural networks underlying differentiated leadership roles". *Frontiers in Human Neuroscience.* Vol. 8. Art. 114.



- Boyle, P.A. and Buchman, A.S. et al. 2010. "Effect of a Purpose in Life on Risk of Incident Alzheimer Disease and Mild Cognitive Impairment in Community-Dwelling Older Persons". *Arch Gen Psychiatry*. 67 (3): 304–310.
- Butler, D. L. and Mattingley, J.B. et al. 2012. "Mirror, mirror on the wall, how does my brain recognize my image at all?". *PLoS One*. 2012;7 (2): e31452.
- Campbell, K.L. and Grigg, O. et al. 2013. "Age differences in the intrinsic functional connectivity of default network subsystems." *Frontiers in Aging Neuroscience*. Vol. 5. Art. 73.
- Canolty, R.T. Knight, R.T. 2010. "The functional role of cross-frequency coupling." *Trends Cogn Sci*. 14 (11): 506–515.
- Carandini, M. 2012. "From circuits to behavior: a bridge too far?" *Nature Neuroscience* 15: 507–509.
- Carissa, R. and Allison, M. et al. 2014. "Academic and Emotional Functioning in Middle School: The Role of Implicit Theories." *Emotion*, 14 (2): 227–234.
- Catani, M. and Dell'Acqua, F. 2013. Thiebaut de Schotten M. "A revised limbic system model for memory, emotion and behaviour." *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 37: 1724– 1737.
- Cauda, F. and Geminiani, G.C. et al. 2014. "Evolutionary appearance of von Economo's neurons in the mammalian cerebral cortex." *Frontiers in human neuroscience*. Vol. 8. Art. 104.
- Cavanna, A. 2007. "The 'precuneus' and Consciousness." *CNS Spectr* 12 (7): 545–552.
- , and Trimble, M.R. 2006. "The "precuneus": a review of its functional anatomy and behavioural correlates." *Brain* 129: 564–593.
- Chen, A.C. and Oathes, D.J. et al. 2013. "Causal interactions between fronto-parietal central executive and default-mode networks in humans." *PNAS* Vol. 110. n°49. 19944–19949.
- Christoff, K. 2012. "Undirected thought: Neural determinants and correlates." *Brain research*. 1428: 51–59.
- Claxton, G. 2007. "Cultivating the means to be happy: What does it take?" In Institute for the Future of the Mind, Transcript of the keynote seminar of the All-party Parliamentary Group on Scientific Research in Learning and Education: 'Well-being in the classroom', Portcullis House, London. [www.futuremind.ox.ac.uk/downloads/transcript\\_well\\_being\\_08\\_v6.pdf](http://www.futuremind.ox.ac.uk/downloads/transcript_well_being_08_v6.pdf).
- Cleary, T.J. and Zimmerman, B.J. 2004. "Self-regulation empowerment 1 program: a school-based program to enhance self-regulated and self-motivated cycles of student learning." *Psychology in the Schools*, Vol. 41 (5).
- Cole, M.W. and Reynolds, J.R. et al. 2013. "Multi-task connectivity reveals flexible hubs for adaptive task control." *Nature Neuroscience*. Vol. 16. N° 9: 1348–1355.

- Crone, E.A. and Dahl, R.E. 2012. "Understanding adolescence as a period of social-affective engagement and goal flexibility." *Nature review*. Vol. 16: 636–650.
- Danielson, N.B. and Guo, J.N., et al. 2011. "The default mode network and altered consciousness in epilepsy." *Behav Neurol*. 24 (1): 55–65.
- Dekovic, M. Meeus, W. 1997. "Peer relations in adolescence: effects of parenting and adolescents' self-concept." *Journal of Adolescence* 20: 163–176.
- Demertzi, A. and Soddu, A. et al. 2013. "Consciousness supporting networks." *Current Opinion in Neurobiology* 23: 239–244.
- Dennis, E.L. and Thompson, P.M. 2013. "Mapping connectivity in the developing brain." *Int. J. Dev. Neurosci*. 31 (7): 525–542.
- Ducharme, S. and Albaugh, M.D. et al. 2013. "Anxious/Depressed Symptoms are Linked to Right Ventromedial Prefrontal Cortical Thickness Maturation in Healthy Children and Young Adults." *Cereb. Cortex*. DOI: 10.1093/cercor/bht151.
- Duckworth, A.L. and Kimand, B. et al. 2013a. "Life stress impair self-control in early adolescence". *Frontiers in Psychology*. Vol. 3. Art. 608.
- . and Quinn, P.D. et al. 2008. "What No Child Left Behind Leaves Behind: A Comparison of the Predictive Validity of Self-Control and IQ for Standardized Test Scores and Report Card Grades". *J Educ Psychol*. 104(2): 439–451.
- . and Seligman, M.E.P. 2005. "Self-Discipline Outdoes IQ in Predicting Academic Performance of Adolescents". *Psychology science*. Vol. 16 n° 12:939–944.
- . and Tsukayama, E. et al. 2013b. "Is It Really Self-Control? Examining the Predictive Power of the Delay of Gratification Task". *Pers Soc Psychol Bull* 39: 843.
- . and Tsukayama, E. et al. 2010. "Self-controlled children stay leaner in the transition to adolescence." *Appetite* 54 (2): 304–308.
- Duckworth, K. and Akerman, R. et al. 2009. "Self regulated learning: a literature review Centre for research on the wider benefits of learning. London". ISBN: 978-0-9559488-4-8.
- Dunfield, K.A. and Kuhlmeier, V.A. 2010. "Intention-Mediated Selective Helping in Infancy." *Psychological Science*. Vol. 21, No. 4: 523–527.
- Dweck, C. 2000. Self theories. "Their role in motivation, personality and development." *Psychology Press*. New York–London. ISBN: 978-1-84169-024-7.
- . 2008. "The Secret to Raising Smart Kids". *Scientific American Mind*. Vol. 18 Issue 6: 36–43, 8p.
- Egidio, D'A. and Casali, S. 2013. "Seeking a unified framework for cerebellar function and dysfunction: from circuit operations to cognition". *Frontiers in neural circuits*. Vol. 6, Art. 116, 1.
- Encabo, R. 2011. "Reseña. Informe Mckinsey." *CEE Participación Educativa*, 16: 89–92.

- Erikson, E.H. 1997. "El ciclo vital completo." *Paidos*. Barcelona. 3 impresión 2011. Publicado en inglés en 1997 "the life cycle completed". New York.
- Ernst, M. and Romeo, R.D. et al. 2009. "Neurobiology of the development of motivated behaviors in adolescence: A window into a neural systems model." *Pharmacology, Biochemistry and Behavior* 93: 199–21
- Erzurumlu, R.S and Gaspar, P. 2012. "Development and critical period plasticity of the barrel cortex." *Eur J Neurosci*. 35 (10): 1540–53.
- Essen, D. C. 2012. "The future of the human connectome." *Neuroimagen* 62: 1299–1310.
- Fransson, P. and Marrelec, G. 2008. "The "precuneus"/posterior cingulate cortex plays a pivotal role in the default mode network: Evidence from a partial correlation network analysis." *NeuroImage* 42: 1178–1184.
- Gassin, E.A. and Lengel, G.J. 2014. "Let me hear of your mercy in the mourning: forgiveness, grief, and continuing bonds." *Death Stud*. 38 (7): 465–475.
- Gazzaniga, M. S. and LeDoux, J. E. 1978. "The integrated mind." New York. *Plenum Press*. ISBN: 978-1-4899-2208-3.
- Gibson, P. 2012. "Effects of Acute Stress on Risk Taking in Financial Decisions." A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Bachelor of Arts with Honors in Brain, Behavior & Cognitive Science from the University of Michigan.
- Goldin, P.R. and McRae, K. et al. 2008. "The Neural Bases of Emotion Regulation: Reappraisal and Suppression of Negative Emotion." *Biol Psychiatry* 63: 577–586.
- Gordon, R.G. and Tranel, D. et al. 2014. "The physiological basis of synchronizing conversational rhythms: The role of the ventromedial prefrontal cortex." *Neuropsychology*. 28 (4): 624–630.
- Gotts, S.J. and Simmons, W.K. et al. 2012. "Fractionation of social brain circuits in autism spectrum disorders." *Brain*. 135: 2711–2725.
- Gozli, D.G. and Wilson, K.E. et al. 2014. "The spatially asymmetric cost of memory load on visual perception: transient stimulus-centered neglect." *J Exp Psychol Hum Percept Perform*. 40 (2): 580–91.
- Grant, F. and Hogg M.A. 2012. "Self-uncertainty, social identity prominence and group identification." *Journal of Experimental Social Psychology* 48: 538–542.
- Hamann, K. and Warnerlen, F. et al. 2011. "Collaboration encourages equal sharing in children but not in chimpanzees". *Nature* 476, 328–331.
- Hamlin, J.K. and Mahajan, N. et al. 2013. "Moral Judgment and Action in Preverbal Infants and Toddlers: Evidence for an Innate Moral Core Current Directions." *Psychological Science*. 22: 186–193.

- Harmon-Jones, E. 2004. "Contributions from research on anger and cognitive dissonance to understanding the motivational functions of asymmetrical frontal brain activity." *Biological Psychology* 67: 51–76.
- Hays, C. and Carver, L. J. 2014. "Follow the liar: the effects of adult lies on children's honesty." *Developmental Science*.
- Hayward, R.D. and Krause, N. 2013. "Trajectories of change in dimensions of forgiveness among older adults and their association with religious commitment." *Ment Health Relig Cult.* 16 (6).
- Herbet, G. and Lafargue, G. et al. 2014. "Disrupting posterior cingulate connectivity disconnects consciousness from the external environment." *Neuropsychologia* 56: 239–244.
- Hogg, M.A. and Sherman, D.K. et al. 2007. "Uncertainty, entitativity, and group identification." *Journal of Experimental Social Psychology* 43: 135–142.
- Holland, A.C. and Kensinger, E.A. 2010. "Emotion and autobiographical memory." *Phys Life Rev.* 7(1): 88–131.
- Huppert, F. 2007. "The Science of Well-being: A life course perspective." In Institute for the Future of the Mind, Transcript of the keynote seminar of the All-party Parliamentary Group on Scientific Research in Learning and Education: 'Well-being in the classroom', Portcullis House, London.
- Inuggi, A. and Sanz-Arigita, E. et al. 2014. "Brain functional connectivity changes in children that differ in impulsivity temperamental trait." *Frontiers in Behavioral Neuroscience.* 6;8:156.
- Isoda, M. and Noritake, A. 2013. What makes the dorsomedial frontal cortex active during reading the mental states of others? *Frontiers in neuroscience. Decision neuroscience.* Vol. 7. Art 232.
- Izuma, K. and Matsumoto, M. et al. 2010. "Neural correlates of cognitive dissonance and choice-induced preference change." *PNAS.* Vol. 107. No. 5: 122014–22019.
- James, R. and Blair, R. 2013. "The neurobiology of psychopathic traits in youths." *Nature.* Vol. 14: 786–799.
- Jensen-Campbell, L.A. and Malcolm, K.T. 2007. "The Importance of Conscientiousness in Adolescent Interpersonal Relationships." *Pers Soc Psychol Bull* 33: 368.
- Jeurissen, D. and Sack, A.T. et al., "TMS affects moral judgment, showing the role of DLPFC and TPJ in cognitive and emotional processing." *Front. Neurosci.* 13: 8–18.
- Jones, R. 2014. "Switching on new neurons." *Nature Reviews neuroscience.* Vol. 14: 308–309.
- Kanat, M. and Heinrichs, M. et al. 2013. "Oxytocin and the social brain: Neural mechanisms and perspectives in human research." *Brain Research.* Vol. 1520: 160–171.

- Kang, P. and Lee, J. et al. 2013. "Dorsomedial prefrontal cortex activity predicts the accuracy in estimating others' preferences." *Front. Hum. Neurosci.* 26: 7: 686.
- Killingsworth, M.A. and Gilbert, D.T. 2010. "A Wandering Mind Is an Unhappy Mind." *Science*. Vol. 330: 932.
- Kirby, E.D. and Muroy, S.E. et al. 2013. "Acute stress enhances adult rat hippocampal neurogenesis and activation of newborn neurons via secreted astrocytic FGF2." *eLife* 2013;2:e00362.
- Konrad, K. and Firk, Ch. et al. 2013. "Brain Development During Adolescence. Neuroscientific Insights Into This Developmental Period." *Deutsches Ärzteblatt International. Dtsch Arztebl Int.* 110 (25): 425–31.
- Korgaonkar, M.S. and Fornito, A. et al. 2014. "Abnormal structural networks characterize major depressive disorder: a connectome analysis." *Biol Psychiatry* (in press).
- Koster-Hale, J. and Saxe, R. 2013. "Theory of mind: a neural prediction problem." *Neuron*. 79 (5): 836–848.
- Kucyi, A. and Salomons, T.V. et al. 2013. "Mind wandering away from pain dynamically engages antinociceptive and default mode brain networks." *PNAS Early Edition*. Vol. 16, N°46: 18692–18697.
- LaBar, K.S. and Cabeza, R. 2006. "Cognitive neuroscience of emotional memory." *Nature review. Neuroscience* 7: 54–64.
- Lee, S. and Ran, K. et al. 2014. "Resting state synchrony between anterior cingulate cortex and "precuneus" relates to body shape concern in anorexia nervosa and bulimia nervosa." *Pschiatry Research: Neuroimaging* 221: 43–48.
- Lee, T.Y. and Cheung, Ch. K. et al. 2012. "Resilience as a Positive Youth Development Construct: A Conceptual Review." *The Scientific World Journal*. Art. ID 390450: 9.
- Liston, C. and Chen, A.C. et al. 2014. "Default mode network mechanisms of transcranial magnetic stimulation in depression." *Biol Psychiatry* (in press).
- Liu, T. and Pelowski, M. 2014. "Clarifying the interaction types in two-person neuroscience research." *Front. Hum. Neurosci.* Vol. 8. Art. 246.
- Love, T.M. 2013. "Oxytocin, motivation and the role of dopamine." *Pharmacol BiochemBehav.* Vol. 119: 49–60.
- Mantini, D. and Vanduffel, W. 2013. "Emerging roles of the brain's default network." *Neuroscientist*. 19 (1): 76–87.
- Margulies, D.S. and Vincent, J.L. et al. 2009. "'precuneus' shares intrinsic functional architecture in humans and monkeys." *PNAS* 106 (47): 20069–20074.
- Mason, M.F. and Norton, M.I. et al. 2007. "Wandering Minds: The Default Network and Stimulus-Independent Thought." *Science*. Vol. 315. no. 5810: 393–395.

- May, R.W. and Sanchez-Gonzalez, M.A. et al. 2014. "Effect of anger and trait forgiveness on cardiovascular risk in young adult females." *Am J Cardiol.* 114 (1): 47–52.
- McAuliffe, K. and Blake, P.R. et al. 2013. "Social Influences on Inequity Aversion in Children." *PLoS ONE* 8(12): e80966.
- McGaffin, B.J. and Lyons, G.C. et al. 2013. "Self-forgiveness, shame, and guilt in recovery from drug and alcohol problems." *Subst Abus.* 34 (4): 396–404.
- Meeus, W. and Oosterwegel, A. et al. 2002. "Parental and peer attachment and identity development in adolescence." *Journal of Adolescence.* 25: 93–106.
- Melloni, L. and Molina, C. et al. 2007. "Synchronization of Neural Activity across Cortical Areas Correlates with Conscious Perception." *The Journal of Neuroscience.* 27 (11): 2858–2865.
- Meloni, M. 2014. "The social brain meets the reactive genome: neuroscience, epigenetics and the new social biology." *Front. Hum. Neurosci.* 8: 309.
- Menahem, S. and Love, M. 2013. "Forgiveness in psychotherapy: the key to healing." *J Clin Psychol.* 69 (8): 829–35.
- Menon, V. 2011. "Large-scale brain networks and psychopathology: a unifying triple network model." *Trends Cogn Sci.* 15 (10): 483–506.
- Michaelson, L. and Vega, A. et al. 2013. "Delaying gratification depends on social trust." *Frontiers in psychology.* Vol. 4. Art. 355.
- Minerbi, A. and Kahana, R. et al. 2009. "Long-term relationships between synaptic tenacity, synaptic remodelling and network activity." *Plos Biol.* 7 (6): e1000136.
- Mora, F. 2013. "Nueoeducación. solo se puede aprender aquello que se ama." Barcelona. *Alianza editorial.* ISBN 9788420675336
- Moya-Albiol, L. and Herrero, N. et al. 2010. "Bases neuronales de la empatía." *Rev Neurol* 50 (2): 89–100
- Muñoz, D.G. 2010. "Base anatómica e histológica de la autorrepresentación y sus alteraciones patológicas." *Rev Neurol* 50: 387–9.
- Narvaez, D. 2007. "Triune ethics: The neurobiological roots of our multiple moralities." *New Ideas in Psychology* (in press).
- Nohlen, H.U. and van Harreveld, F. et al. 2014. "Evaluating ambivalence: social-cognitive and affective brain regions associated with ambivalent decision-making." *Soc Cogn Affect Neurosci* 9 (7): 924–931.
- Nsamenang, S.A. and Webb, J.R. et al. 2013. "Depressive symptoms and interpersonal needs as mediators of forgiveness and suicidal behavior among rural primary care patients." *J Affect Disord.* 149 (1–3): 282–90.
- Ofen, N. and Shing, Y.L. 2013. "From perception to memory: changes in memory systems across the lifespan." *Neurosci. Biobehav. Rev.* 37: 2258–2267.

- Oosterwijk, S. and Lindquist, K.A. et al. 2012. "States of mind: Emotions, body feelings, and thoughts share distributed neural networks." *Neuroimage*. 62 (3): 2110–2128.
- Orón, J.V. 2014. "Toward a new conception of habit and self-control in adolescent maturation." *Frontiers in Human Neuroscience*. Vol. 8. Art. 525.
- Orr, J.M. and Banich, M.T. 2014. "The neural mechanisms underlying internally and externally guided task selection." *NeuroImage* 84: 191–205.
- Ovejero, A. 1993. "Leo Festinger y la psicología social experimental: la teoría de la disonancia cognoscitiva 35 años después." *Psicothema* Vol. 5. Nº1:185–199.
- Ovejero, A. 1993. "La teoría de la disonancia cognitiva." *Psicothema*. Vol. 5. Nº1: 201–206.
- Pabst, S. and Brand, M. et al. 2013. "Stress and decision making: A few minutes make all the difference." *Behavioural Brain Research*. Vol. 250: 39–45.
- Palomo, A.M. 1989. "Kohlberg: Teoría y práctica del desarrollo moral en la escuela." *Rev. Interuniv. Form Prof.*, 4. 79–90.
- Parvizi, J. 2009. "Cortico-centric myopia: old bias in new cognitive sciences." *Trend in cognitive sciences*. Vol. 13. Nº8.
- and Damasio, A. 2001. "Consciousness and brainstem." *Cognition* 79: 135–159.
- Peets, K. and Hodges, E.V. et al. 2013. "Forgiveness and its determinants depending on the interpersonal context of hurt." *J Exp Child Psychol*. 114 (1): 131–45.
- Perlovsky, L. 2013. "A challenge to human evolution—cognitive dissonance." *Frontiers in Psychology*. Vol. 4. Art. 179.
- Pessoa, L. 2008. "On the relationship between emotion and cognition." *Nature*. 9: 148–158.
- . 2013. "The Cognitive-Emotional Brain. From Interactions to Integration." *MIT press*. Massachusetts. ISBN: 9780262019569.
- Pfeifer, J.H. and Blakemore, S.J. 2012. "Adolescent social cognitive and affective neuroscience: past, present, and future." *SCAN* 7: 1–10.
- Pitskel, N. B. and Zolling, D.Z. et al. 2011. "How grossed out are you? The neural bases of emotion regulation from childhood to adolescence." *Dev. Cogn. Neurosci.* 1 (3): 324–37.
- Polo, L. 2007. "Quien es el hombre. Un espíritu en el tiempo." *RIALP*. 6ª edición. Madrid. ISBN 978–84–321–2773–1.
- Powell, K. 2006. "How does the teenage brain work?" *Nature*. 442: 865–867.
- Qin, P. and Northoff, G. 2011. "How is our self related to midline regions and the default-mode network?" *Neuroimage*. 57 (3): 1221–1233.
- Qin, S. and Young, C.B. et al. 2014. "Amygdala Subregional Structure and Intrinsic Functional Connectivity Predicts Individual Differences in Anxiety During Early Childhood." *Biological Psychiatry*, 75 (11): 892.

- Raichle, M.E. and Snyder, A.Z. 2007. "A default mode of brain function: a brief history of an evolving idea." *Neuroimage*. 37(4):1083–90; discussion 1097–9.
- Rajala, A. Z. and Reininger, K.R. et al. 2010. "Rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) do recognize themselves in the mirror: implications for the evolution of self-recognition." *PLoS One*. 5 (9). pii:e12865.
- Ricciardi, E. and Rota, G. et al. 2013. "How the brain heals emotional wounds: the functional neuroanatomy of forgiveness." *Front Hum Neurosci*. 7: 839.
- Rochat, P. 1998. "Self-perception and action in infancy." *Exp Brain Res*. 123 (1–2): 102–9.
- Romens, S.E. and McDonald, J. et al. 2014. "Associations Between Early Life Stress and Gene Methylation in Children." *Child Development*.
- Rutten, B.P.F. and Hammels, C. et al. 2013. "Resilience in mental health: linking psychological and neurobiological perspectives." *Acta Psychiatr Scand*. 128: 3–20.
- Satici, S.A. and Uysal, R. et al. 2014. "Forgiveness and vengeance: the mediating role of gratitude." *Psychol Rep*. 114(1): 157–68.
- Schooler, J.W. and Smallwood, J. et al. 2011. "Meta-awareness, perceptual decoupling and the wandering mind." *Trends in Cognitive Sciences*. Vol. 15. No. 7.
- Sebastian, C. and Burnett, S. et al. 2008. "Development of the self-concept during adolescence." *Trends in Cognitive Sciences*. Vol. 12. No.11: 441–446.
- Seeley, W.W. and Crawford, R.K. et al. 2009. "Neurodegenerative diseases target large-scale human brain networks." *Neuron*. 62(1):42–52.
- Segall, J. and Allen, E. et al. 2012. "Correspondance between structure and function in the human brain at rest." *Frontiers in neuroinformatics*. Vol. 6. Art. 10.
- Sepulcre, J. and Sabuncu, M.R. et al. 2012. "Network Assemblies in the Functional Brain." *Curr Opin Neurol*. 25 (4): 384–391.
- Sharot, T. and De Martino, B. et al. 2009. "How choice reveals and shapes expected hedonic outcome." *J. Neurosci*. 29: 3760–3765.
- Shim, S.S. and Wang, C. et al. 2013. "Emotional well-being: The role of social achievement goals and self-esteem." *Personality and Individual Differences* 55: 840–845.
- Sloane, S. and Baillargeon, R. et al. 2013. "Do Infants Have a Sense of Fairness?" *Current Directions in Psychological Science*. 22: 186–193.
- Smallwood, J. and Brown, K. et al. 2012. "Cooperation between the default mode network and the frontal–parietal network in the production of an internal train of thought." *Brain research*. N° 1428: 60–70.
- Somerville, L.H. and Casey, B.J. 2010. "Developmental neurobiology of cognitive control and motivational systems." *Current Opinion in Neurobiology* 20: 236–241.



- Sporns, O. 2011. "The human connectome: a complex network." *Ann. N.Y. Acad Sci* 1224: 109–125
- Steinbeis, N. and Bernhardt, B.C. et al. 2014. Age-related Differences in Function and Structure of rSMG and Reduced Functional Connectivity with DLPFC Explains Heightened Emotional Egocentricity Bias in Childhood, Social Cognitive And Affective Neuroscience, (in press).
- Steinberg, L.A. 2008. "Social Neuroscience Perspective on Adolescent Risk-Taking." *Dev Rev.* 28(1): 78–106.
- Takeuchi, H. and Taki, Y. et al. 2014. "Regional gray matter density is associated with achievement motivation: evidence from voxel-based morphometry." *Brain Struct Funct* 219: 71–83.
- Telzer, E.H. and Qu, Y. et al. 2014. "Adolescents' emotional competence is associated with parents' neural sensitivity to emotions." *Front. Hum. Neurosci.* 8: 558.
- Tirapu, J. and Muñoz, J.M. et al. 2003. "Hacia una taxonomía de La conciencia." *Rev Neurolog* 36 (11): 1083–1093.
- Tsang, J.A. and Carpenter, T.P. et al. 2014. "Why are materialists less happy? The role of gratitude and need satisfaction in the relationship between materialism and life satisfaction." *Personality and Individual Differences.* Vol. 64: 62–66.
- Uddin, L.Q. and Kelly, A.M. et al. 2009. "Functional connectivity of default mode network components: correlation, anticorrelation, and causality." *Hum Brain Mapp.* 30 (2): 625–637.
- Ungerleider, L.G. and Haxby, J.V. 1994. "'What' and 'where' in the human brain." *Curr Opin Neurobiol.* 4 (2): 157–65.
- Vallis, J. 2013. "A wandering brain reduces pain?" *Nature reviews. Neuroscience.* Vol. 14. 819.
- van den Heuvel, M.P. and Sporns, O. 2011. "Rich-club organization of the human connectome." *The journal of neuroscience.* 31 (44); 15775–15786.
- van den Heuvel, M.P. and Sporns, O. 2013. "Network hubs in the human brain." *Trends in Cognitive Sciences,* Vol. 17, No. 12.
- van Someren, E.J.W. and Van Der Werf, Y.D. et al. 2011. "Slow brain oscillations of sleep, resting state, and vigilance." E. J. W. Van Someren et al. (Eds.). *Progress in Brain Research.* Vol. 193.
- van Veen, V. and Krug, M.K. et al. 2009. "Neural activity predicts attitude change in cognitive dissonance." *Nature Neuroscience* 12: 1469–1474.
- Vann, S.D. and Aggleton, J.P. et al. 2009. "What does the retrosplenial cortex do?" *Nature Reviews Neuroscience* 10: 792–802.
- Vetter, N. C. and Weigelt, S. et al. 2014. "Ongoing neural development of affective theory of mind in adolescence." *Soc Cogn Affect Neurosci.* 9 (7): 1022–1029.

- Wade, N.G. and Hoyt, W.T. et al. 2014. "Efficacy of psychotherapeutic interventions to promote forgiveness: a meta-analysis." *J Consult Clin Psychol.* 82 (1): 154–70.
- Wang, J. and Zuo, X. et al. 2013. "Disrupted functional brain connectome in individuals at risk for Alzheimer's disease." *Biol Psychiatry.* 73 (5): 472–481.
- Warneken, F. and Tomasello, M. 2013. "Parental Presence and Encouragement Do Not Influence Helping in Young Children." *Infancy.* Vol. 18, Issue 3: 345–368.
- Wenzel, M. and Okimoto, T.G. 2013. "On the relationship between justice and forgiveness: Are all forms of justice made equal?" *Br J Soc Psychol.*
- Werff, S.J.A. and Berg, S.M. et al. 2013. "Neuroimaging resilience to stress: a review." *Frontier on behavioural neuroscience.* Vol. 7. Art. 39.
- West, S. and Jett, S.E. et al. 2010. "The phylogenetic roots of cognitive dissonance." *J Comp Psychol.* 124 (4): 425–32.
- Wood, K. and Bobbitt, K.N. et al. 2014. "Slow and Fast Gamma Rhythms Coordinate Different Spatial Coding Modes in Hippocampal Place Cells." *Neuron.* 82 (3): 670–681.
- Wu, G. and Feder A. et al. 2013. "Understanding resilience." *Frontiers in behavioural neuroscience.* Vol. 7. Art. 10. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fnbeh.2013.00010>.
- Ybrandt, H. 2008. "The relation between self-concept and social functioning in adolescence." *Journal of Adolescence* 31: 1–16.
- Yousaf, O. and Gobet, F. 2013. "The emotional and attitudinal consequences of religious hypocrisy: experimental evidence using a cognitive dissonance paradigm." *J Soc Psychol.* 153 (6): 667–86.
- Zhang, S. and Chiang-shan, R.Li. 2012. "Functional connectivity mapping of the human "precuneus" by resting state fMRI." *Neuroimage* 59 (4): 3548–3562.