

Lipina, Sebastián J.^{a,*}, Lipina, Guido M.^b

Entrevista

1. Breve Reseña Histórica sobre Michael I. Posner

Michael Ira Posner (MP) nació en la ciudad de Cincinnati (Ohio, Estados Unidos) el 12 de septiembre de 1936, durante la última etapa de la Gran Depresión². Cuando tenía dos meses de edad, su familia se trasladó a San Bernardino (California), en donde su padre, Philip, trabajó primero para la industria de defensa durante los años de la Segunda Guerra Mundial; y luego como trabajador social con la comunidad judía. Su madre, Rose, fue fundamentalmente ama de casa, pero también vendedora de calzados durante los fines de semana. Las personas que más influyeron sobre MP durante su infancia, fueron su padre y su hermano Jerome (JP)³. El primero, por su extraordinaria dedicación para ayudar a otras personas, lo cual fue siempre un poderoso ejemplo durante toda la vida de MP. El segundo, porque fue su guía permanente durante toda su vida personal y carrera profesional.

Cuando MP finalizó sus estudios secundarios, la familia se mudó a la ciudad de Seattle, en el estado de Washington. En el año 1957, MP obtuvo su grado en física de la Universidad de Washington. Su hermano JP le sugirió que siguiera sus estudios de doctorado

en el área de ciencias biológicas, lo cual eventualmente lo llevó a elegir psicología. En el año 1958, MP se casó con Sharon Blanck, graduada en Artes en la Universidad de Washington ese mismo año (Figura 1). Como físico recién graduado obtuvo una posición en Boeing Aircraft, como investigador ingeniero asociado, donde intentó integrar la física y la psicología, analizando las alteraciones del espectro de las frecuencias de sonidos y sus influencias sobre el sonido de los motores jet y la fatiga de los pilotos. Sus intereses académicos cambiaron cuando dejó Washington para realizar estudios adicionales de maestría y doctorado en el Departamento de Psicología de la Universidad de Michigan –el cual se encontraba en la vanguardia de los estudios de psicología cognitiva. MP eligió a Paul Fitts⁴ como su mentor atraído por el estudio de los factores humanos y sus aplicaciones. Específicamente, Fitts se encontraba aplicando el abordaje de los tiempos de reacción y la recientemente desarrollada teoría de la información de Shannon, para explorar las limitaciones del procesamiento de la información – aspectos que jugaron un rol central en la carrera de MP. En esta primera etapa de su carrera en Michigan, y poco tiempo después en la Universidad de Wisconsin –donde se unió al Departamento de Psicología en el que se encontraban trabajando Harry

²La Gran Depresión fue una crisis económica mundial que se inició en Estados Unidos con la caída de la bolsa de valores en el año 1929. Se prolongó durante la década de 1930 y afectó a casi todos los países del mundo, generando la caída de las economías nacionales y el aumento del desempleo y la pobreza.

³Jerome Posner fue un estudiante ejemplar que decidió ser médico cuando tenía dos años de edad. Finalmente, recibió su grado de médico (MD), muy temprano en su tercera década de vida, convirtiéndose en un renombrado neurólogo y fundador del Departamento de Neurooncología en el Memorial Sloan Kettering Cancer Center en Nueva York.

⁴Paul M. Fitts (1912–1965), fue un psicólogo norteamericano que desarrolló un modelo del movimiento (conocido como la *ley de Fitts*), basado en movimientos rápidos orientados que devino, uno de los modelos matemáticos más exitosos y estudiados sobre el movimiento humano. Durante su carrera militar como Teniente Coronel de la Fuerza Aérea norteamericana, Fitts focalizó su atención en el estudio de los factores humanos y se convirtió en un pionero de las mejoras en la seguridad de la aviación. Murió en el año 1965 a la edad de 53 años.

*¹–El material fotográfico que se incluye en el presente artículo es de propiedad de Michael I. Posner –con excepción de la Figura 4, que fue tomada por el primer autor–, quien autorizó su publicación al primer autor.

^aUnidad de Neurobiología Aplicada (UNA, CEMIC-CONICET) y Escuela de Humanidades, Universidad Nacional de San Martín (UNSAM).

^bUniversidad de Buenos Aires (UBA)

Enviar Correspondencia a: Lipina, S. Email: lipina@gmail.com

Harlow, David A. Grant and Wilf Brogden-, MP aplicó la métrica formal de la teoría de la información a problemas tales como el aprendizaje de conceptos y las similitudes en los procesos de pensamiento. En aquel entonces, desarrolló una teoría de la memoria de corto plazo y también exploró la memoria de los movimientos. Asimismo, inspirado en los trabajos de Broadbent⁵ comenzó a interesarse en el estudio de las diferentes modalidades de atención.



Figura 1. Michael Posner y Sharon Blanck el día de su boda (1958).

En el año 1965, MP se trasladó al Departamento de Psicología de la Universidad de Oregon donde se reunió con Ray Hyman, Fred Attneave y Gill Osgood, quienes organizaron el laboratorio de psicología con computadoras más importante del país. Desde ese momento, Oregon y MP se convirtieron en la Meca de los psicólogos cognitivos para Estados Unidos y el mundo. Los trabajos de MP en esta etapa fueron sobre factores humanos, pensamiento, memoria, control motor y representación conceptual. Al término de su segundo año en Oregon, MP estableció las bases de sus contribuciones más duraderas en psicología cognitiva, las que en última instancia terminaron integrándose a la neurociencia cognitiva dos décadas más tarde: los componentes elementales de la lectura y de los diferentes procesos atencionales. La mayor parte del trabajo de MP en esta etapa media de su carrera, que cubrió desde mediados de la década de 1960 hasta fines de la de 1970 (Figura 2), han sido incluidos en su influyente libro *Chronometric*

Explorations of Mind (Posner, 1978). En este libro, MP estableció el marco conceptual para su trabajo posterior sobre el procesamiento cerebral y la cognición.

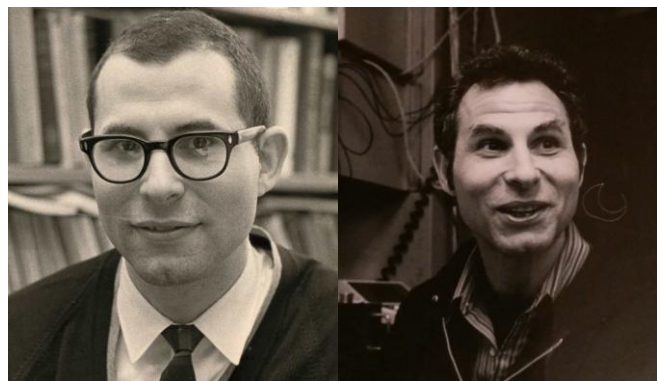


Figura 2. Michael Posner en 1966, un año luego de su llegada a la Universidad de Oregon (izquierda) y en 1973 (derecha).

A principios de la década de 1980, MP comenzó a pensar que los componentes elementales de la cognición podrían ser los candidatos adecuados para abordar la cuestión del mapeo del funcionamiento cognitivo en el cerebro. A diferencia de los abordajes implementados por frenólogos y localizacionistas, MP se planteó la posibilidad de que diferentes regiones cerebrales estaban especializadas en procesamientos elementales. El análisis de MP abrió la investigación a la localización de procesos elementales accesibles para una variedad de diferentes tipos de tareas. La llegada del Profesor Oscar Marin a Portland (Oregon), constituyó la oportunidad para evaluar la idea de MP. Junto a un grupo de talentosos neurólogos y psicólogos cognitivos, comenzaron a realizar experimentos en los que utilizaron las técnicas de tiempos de reacción que MP había utilizado en sus estudios previos, con el fin de aislar los componentes elementales de la atención en pacientes con daño cerebral⁶. De esta forma, comenzaron a localizar diferentes componentes atencionales en distintas regiones cerebrales.

En el año 1985, MP se trasladó junto a Gordon Shulman a la Universidad de Washington en Saint Louis (Missouri), donde se unieron al equipo de Marcus Raichle⁷. Su objetivo era utilizar la técnica de

⁵Donald E. Broadbent (1926-1993), fue un psicólogo experimental inglés que contribuyó a la creación de la psicología cognitiva a partir del desarrollo del método de la escucha dicótica que consistía en analizar el procesamiento de dos mensajes escuchados en forma simultánea –lo cual constituyó uno de los primeros abordajes de la psicología experimental sobre la atención.

⁶Previamente, en el año 1979, MP se había trasladado temporalmente a Nueva York donde aprendió de su hermano JP metodologías de estudio de pacientes neurológicos.

⁷Marcus E. Raichle (1937) es un neurólogo norteamericano, Profesor Emérito del Departamento de Radiología de la Escuela de Medicina de Washington University (Saint Louis, Missouri). Sus investigaciones durante los últimos cuarenta años se focalizaron en el estudio de las

PET para generar mapas cerebrales de los componentes elementales de procesamiento cognitivo. Entre los años 1987 y 1989, el equipo de investigación publicó una serie de estudios seminales en las revistas generales y especializadas de mayor impacto como *Nature* y *Science*, además del libro *Images of Mind* (Posner & Raichle, 1994)⁸. Los estudios del grupo de Saint Louis generaron el estándar de la investigación de los estudios cognitivos con neuroimágenes, mostrando cómo un código o proceso elemental podía ser aislado entre otros. Tal profundización del conocimiento sobre el funcionamiento cerebral inició una verdadera revolución de las neuroimágenes. En la actualidad, las extensiones de estos métodos pueden encontrarse en muchos aspectos y áreas de la neurociencia cognitiva.

El análisis de la asociación entre las regiones cerebrales y los componentes elementales de la cognición, también ofreció una oportunidad para progresar en el conocimiento de la complejidad del desarrollo neurocognitivo y sus variaciones entre diferentes individuos. A partir de la década de 1990, MP comenzó a focalizar sus esfuerzos en este campo, generando una productiva colaboración con su colega de la Universidad de Oregon Mary Rothbart (MR) y diferentes investigadores postdoctorales. Por ejemplo, a partir del análisis de los cambios en los movimientos oculares por estimulación y entrenamiento, comenzaron a construir conocimiento sobre el desarrollo de la atención y la autorregulación en niños desde los primeros meses de vida –lo cual eventualmente los llevó a precisar aún más la identificación de diferentes redes atencionales. En el mismo período, MP fue convocado para generar el Instituto Sackler de Psicobiología del Desarrollo en la Escuela de Medicina de Cornell (Nueva York), con el objetivo de estudiar la emergencia de los componentes elementales de la cognición en el contexto del desarrollo cerebral a diferentes niveles de análisis (i.e., genética, neurotransmisión, redes neurales y conducta) y las influencias de la educación sobre tales procesos. Junto a diferentes colegas, comenzaron a estudiar el desarrollo de los procesos

de lectura, el rol de la educación sobre la adquisición típica y atípica de la lectura y las influencias del aprendizaje de la lectura sobre el funcionamiento cerebral. Otro de los temas en los que MP se focalizó en el Instituto Sackler, fue el del análisis de las redes atencionales posteriores y anteriores y los métodos asociados para la identificación de componentes elementales. Ello derivó en el estudio del rol de las redes atencionales frontales en diferentes trastornos del desarrollo como TDAH, síndrome de Tourette, esquizofrenia infantil, trastorno obsesivo-compulsivo y psicopatía.

Durante la década de 2000 (Figura 3), ya nuevamente en Oregon y en asociación con MR e investigadores postdoctorales, MP continuó analizando la emergencia de los procesos atencionales a diferentes niveles de análisis –desde el genético hasta el conductual; así como también las influencias de diferentes tipos de intervenciones educativas y de la meditación sobre los componentes elementales de la autorregulación –de lo cual también surgieron los primeros programas de computación para entrenamiento cognitivo y la identificación de mecanismos genéticos y epigenéticos asociados al funcionamiento de diferentes redes neurales y su conectividad. En la actualidad, MP generó un nuevo grupo de trabajo con el que continúa analizando fenómenos plasticidad neural en modelos experimentales con roedores, aplicando técnicas de optogenética para mejorar la comprensión de los cambios epigenéticos por estimulación de diferentes redes neurales.

imágenes cerebrales funcionales, como la tomografía por emisión de positrones (PET, por su sigla en inglés) y la resonancia magnética funcional (fMRI por su sigla en inglés), y su aplicación al estudio del cerebro humano.

⁸Durante los tres años en Saint Louis, haber sido el hermano de JP ayudó a MP a sobrellevar la conexión entre la psicología y la cognición, lo cual era visto con recelo por aquel entonces. La reputación de JP también volvió a ayudar a MP durante sus tres años en el Departamento de Psiquiatría en el Weill Medical College de Nueva York, algunos años más tarde.



Figura 3. Michael Posner en el año 2008 junto a un árbol de aproximadamente de 400 años edad, en Alterwood (Yachacts, Oregon).

La carrera de MP durante más de cuatro décadas, es una fuente de inspiración para estudiantes e investigadores. Algunos colegas han estimado que cada siete años MP generó una nueva línea de investigación, lo cual puede verse reflejado además en su extensa actividad de formación de investigadores -quienes a su vez generaron sus propias agendas y grupos de investigación. Por ejemplo, el análisis del árbol genealógico de la descendencia de MP en NeuroTree⁹ da cuenta de la generación de treinta grupos de investigaciones en la primera generación, la cual luego devino en una red que involucra a más de 550 investigadores hasta la cuarta generación. Como producto de su extenso trabajo, ha recibido innumerables reconocimientos académicos de universidades y asociaciones profesionales de todo el mundo, además de la Medalla Nacional de Ciencia de Estados Unidos en el año 2009 (Figura 4).



Figura 4. Michael Posner recibiendo la Medalla Nacional de Ciencia (2009)

2. Entrevista en Español

A continuación se incluye una entrevista que el primer autor realizó junto a Michael Posner, en el mes de Octubre del año 2015 en la Universidad de Oregon¹⁰.

Sebastián Lipina (SL) - *Teniendo en cuenta los diferentes aspectos de las investigaciones que usted realizó a lo largo de su carrera como investigador*

⁹ <http://neurotree.org/neurotree/>

¹⁰Esta versión corresponde a la traducción de la original en inglés – que se incluye en la siguiente sección- la cual fue previamente revisada y corregida por MP.

¿cuáles cree que son sus principales implicancias sociales?

Mike Posner (MP) - Algunos de nuestros estudios han estado relacionados con problemas educativos, específicamente de la educación temprana, como el aprendizaje de la lectura -no hablo sólo de mi trabajo, sino también del de otros investigadores. Nuestros estudios han ayudado a entender cómo las personas procesan las palabras escritas. Primero lo hemos hecho con estudios de comportamiento, utilizando la técnica cronométrica de los tiempos de reacción; y luego, con estudios con imágenes cerebrales se ha comprobado algo que yo creo muy importante en el proceso de lectura: que hay en realidad dos áreas del cerebro que son importantes durante tal proceso. Una de ellas implica la traducción del material escrito a una forma fonológica o basada en sonidos. Esta habilidad, se desarrolla bastante temprano en el proceso de lectura y es comúnmente llamada decodificación; pero lo que no ha sido entendido todavía, es la importancia del área visual del hemisferio izquierdo que une cada letra individual en una unidad completa. Esto se desarrolla aparentemente de forma más lenta, probablemente en el proceso de practicar mucho la lectura. Y puede ser que una de las razones por la cual muchos niños que no tienen problemas en el proceso de decodificación, igualmente nunca terminan de disfrutar la lectura. Es decir, probablemente encuentran a este proceso lento y dificultoso. Y muchas veces los educadores han visto el proceso de lectura fonológico en oposición con los procesos que permiten lidiar con las palabras completas o conjuntos de letras. En la investigación del cerebro han sido encontradas las diferentes áreas que llevan a cabo estos cómputos, y estamos empezando a entender cómo ambas se integran en el proceso de desarrollo. Para mí siempre ha sido una especie de objetivo central el de intentar entender los procesos fonológicos, visuales y semánticos que están involucrados en el proceso de lectura; y creo que hemos recorrido un largo camino en su comprensión. Mi investigación en atención también ha sido aplicada, particularmente en el área social y en la de los trastornos del desarrollo. Por ejemplo, en medicina existen dos campos completamente diferentes que trabajan con dificultades en los procesos mentales. Una de ellas es la neurología, que trata con problemas causados claramente por una lesión o por un proceso neurodegenerativo que menoscaba otros procesos cerebrales. La otra es la psiquiatría, que también trata con procesos cerebrales pero más relacionados con trastornos que no se asocian a un evento claro que los

cause, como la esquizofrenia o el autismo. Yo creo que nuestra investigación en atención, que se altera en diferentes trastornos, ha demostrado que uno puede ver estos diferentes impedimentos como daños específicos. Por ejemplo, el daño en el lóbulo parietal derecho produce un síndrome que los neurólogos llaman negligencia. Nosotros hoy entendemos que este es en realidad un déficit de la red atencional de orientación. Esto nos ha dado una idea de la especificidad de los déficits de atención, que también ocurren en diferentes tipos de trastornos como el autismo y la esquizofrenia. Por supuesto, todavía no tenemos toda la información necesaria para decir cómo vamos a curar tanto los trastornos neurológicos como los psiquiátricos; pero yo pienso que esto nos ha dado un entendimiento básico de los procesos subyacentes. Por esto creo que nuestras investigaciones tienen una utilidad social, relacionada con la comprensión de diferentes trastornos psicopatológicos; además de servir para entender cómo podrían remediarse los déficits de atención tanto neurológicos como psiquiátricos.

SL - ¿Que podría agregar acerca de las implicancias sociales de su investigación relacionada con la autorregulación?

MP - El tema de la autorregulación es uno de los que ha tenido muchas implicancias sociales. Es obvio que el autocontrol o la autorregulación son muy importantes; pero lo que no ha sido tan obvio, es que nosotros podíamos comprender los mecanismos que producen la autorregulación o el autocontrol. Yo creo que hay suficiente evidencia de que una red de alto nivel de atención, lo que yo llamo la red ejecutiva que involucra al cíngulo anterior, la ínsula y el cuerpo estriado, es crucial para la autorregulación y el autocontrol. Por supuesto, lo que uno controla o regula depende de los objetivos de una tarea. Es precisamente esta red la que implementa estos objetivos, así es que uno tiene que prestar atención tanto a la implementación de los objetivos como a la estructura de los objetivos mismos. En nuestra investigación hemos estado interesados principalmente en la implementación de objetivos ya existentes. Por supuesto, en un mundo social real uno quiere que las personas tengan objetivos precisos y significativos, y también la habilidad para implementarlos. Pero por el momento, nosotros tenemos un mejor entendimiento del proceso de implementación, del que tenemos acerca de la estructura de estos objetivos. Ambos están actualmente siendo investigados, y tengo la esperanza de que puedan ser entendidos pronto para poder aprender cómo aplicarlos.

SL - ¿Cuáles son las principales barreras, dificultades y obstáculos que usted puede identificar al momento de aplicar los estudios neurocientíficos en el contexto de políticas?

MP - Bueno, existen muchas barreras. Hablemos primero del área de educación, porque en esta área existen muchas ideas que compiten acerca de qué y cómo deberíamos enseñar. El proceso de construcción de las políticas es muy importante, porque por supuesto lo que enseñamos a nuestros jóvenes es básicamente la cultura que queremos producir. Entonces, no hay una sola investigación que sea importante para contribuir con la educación, ya que se trata de un proceso cultural y político complejo. En mi opinión, los neurocientíficos tienen que ser un poco más humildes con respecto a cuánto pueden contribuir con todo este proceso. En mi experiencia con maestros, y he dado muchas presentaciones a maestros a lo largo de los años, ellos están muy interesados en lo que los neurocientíficos tienen para decir con respecto a enseñar lectura, matemática, autorregulación o cualquier otra disciplina. Entienden que sin importar lo que descubramos en nuestros estudios sobre neurociencia, ellos son quienes tienen que descifrar cómo pueden influenciar el desarrollo del currículo y a cada estudiante en particular. Creo que es muy parecido a la relación entre la física y la ingeniería. Los físicos hacen la investigación básica, hacen sus descubrimientos pero no pueden realmente construir un puente. Necesitan un ingeniero que entienda cómo unir todos los materiales, el ambiente y los requerimientos del puente para diseñarlo con éxito. Y es lo mismo entre la psicología, la neurociencia y la educación. Los neurocientíficos y los psicólogos pueden informar al maestro respecto a los problemas básicos que están involucrados -y a veces pueden ser útiles, pero los educadores tienen que aplicar esto en situaciones reales de clase. No es cierto que con sólo publicar un trabajo, eso vaya a llevar a que las personas lo apliquen en el mundo real. También hay que poder presentarlo de una forma que las personas sepan cómo diseñar un currículo y utilizarlo con éxito. Esta es una tarea difícil, no sólo por el interés y la competencia entre las editoriales que producen los libros escolares, sino también por aquellos grupos interesados en influenciar el currículo. No es un trabajo fácil lograr que tus descubrimientos superen todo este proceso. Por ejemplo, Michael Merzenich¹¹

¹¹Michael M. Merzenich es un neurocientífico norteamericano, actualmente Profesor Emérito de la Universidad de California en San Francisco (UCSF). Sus contribuciones en neurociencia han sido

ha hecho mucha investigación en plasticidad y quería que ésta fuera aplicada; y yo creo que él entendió correctamente que nunca sería aplicada si no se diseñaban los programas de computación que permitieran su aplicación. Pero esto, por supuesto, requirió que él entrara en el mundo comercial, lo cual es algo muy controversial que de por sí produce muchas críticas. Él tiene la fuerza necesaria para resistirlas, pero no todos podemos hacerlo.

SL - ¿Podría hacer algún comentario más respecto a las barreras que se imponen en otras disciplinas, más allá de la educación?

MP - Pienso que hay barreras similares en psicopatología y en las aplicaciones neurológicas. Creo que no hay barreras tan grandes como en el caso de la educación y la neurociencia, porque psiquiatras y neurólogos tienen un buen entendimiento científico del funcionamiento cerebral -más allá de que pueda no ser el mismo que el de un neurocientífico. Por ejemplo, la mayoría de los psiquiatras y neurólogos investigan un trastorno particular. Entonces, si hacen un descubrimiento acerca de la atención obviamente no traducen el trastorno en uno atencional en particular. Requieren de cierta educación para entender la relación entre tal alteración de la atención con el trastorno; y además, que ello les permita saber más sobre los procesos subyacentes y cómo se relacionan con la patología. Pienso que la serie DSM¹² está atravesando un proceso de lenta evolución en esta dirección. Empezó como un método descriptivo para clasificar diferentes trastornos, pero lentamente empezó a considerar los procesos subyacentes involucrados. Creo que NIH¹³ está tratando de enfatizar esta dirección, y se está moviendo de una simple descripción de cada trastorno para tratar de entender, y tal vez remediar, a los procesos subyacentes que están involucrados. En tal sentido,

numerosas. Fundamentalmente, ha refinado las técnicas de mapeo electrofisiológico de la corteza sensorial, lo que le permitió identificar diferentes mapas somato-tópicos del cuerpo. También lideró el equipo de implante coclear en la UCSF, tecnología que transfirió a la compañía *Advanced Bionics*. Colaboró con Bill Jenkins y Gregg Recanzone para demostrar que los mapas sensoriales son modificables incluso en la edad adulta; y con Paula Tallal, Bill Jenkins, y Steve Miller para formar la empresa *Scientific Learning*. En tal emprendimiento diseñaron el software *FastForWord*[®], aplicado en intervenciones orientadas a mejorar habilidades lingüísticas de niños con diferentes dificultades de lectura. En el año 1997, dirigió los equipos de investigación de esta compañía; y en el año 2004 el de *Posit Science*. En esta segunda compañía, trabaja actualmente para producir una amplia gama de terapias conductuales. Su producto principal es la aplicación de entrenamiento *BrainHQ*[®].

¹²DSM se refiere al Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales.

¹³NIH se refiere a *National Institutes of Health* (<http://www.nih.gov/>).

pienso que tal vez hay posibilidad de que las investigaciones futuras de psicopatología y trastornos neurológicos aprovechen los nuevos descubrimientos hechos por los neurocientíficos.

SL - ¿Cuáles son las competencias que los neurocientíficos deberían tratar de desarrollar para poder traducir y aplicar su conocimiento a políticas?

MP - En el área de la neurociencia en la que yo trabajo, que es la neurociencia cognitiva, creo que el enfoque cognitivo es el que probablemente ayude a los neurocientíficos en esta especie de traducción a la educación, a la psicopatología y a otras áreas. La neurociencia misma, como yo la entiendo, es acerca de los cerebros. Y por supuesto, uno puede entender los problemas más generales de los cerebros entendiendo el cerebro más simple que uno puede encontrar. Generalmente hablando, los neurocientíficos tienen un modelo que puede involucrar sistemas nerviosos muy simples. Pero la neurociencia cognitiva es acerca del cerebro humano, y por lo tanto tiene que enfrentarse a las complejidades y capacidades del tejido del cerebro humano. Es importante tener en cuenta, que los descubrimientos de la neurociencia pueden ser traducidos a través de la neurociencia cognitiva a problemas educativos, patológicos y hasta sociales. Entonces, creo que las personas que están siendo entrenadas en neurociencia, tienen que acceder a cursos y lecturas relacionados con la cognición, entender las formas en el que el cerebro humano realiza cómputos, cómo esto es entendido a través de diferentes modelos, como los de conexiones o de procesamiento simbólico. Ha habido mucho trabajo hecho en psicología cognitiva, y esto ayuda a aplicar descubrimientos del cerebro humano a la educación, a la psicopatología y a otros ámbitos. Muchas escuelas están empezando a realizar síntesis entre la neurociencia y la cognición; pero en muchos otros casos, son todavía temas muy alejados de las posibilidades de aplicación, lo que dificulta a los estudiantes conseguir una noción que los ayude a hacer la mejor traducción.

SL - ¿Qué le sugeriría a un joven neurocientífico para desarrollar su carrera?

MP - Pienso que tienen que tener en cuenta la importancia de enseñar lo que sepan a otros. Por supuesto, muchos neurocientíficos tienen carreras académicas, responsabilidades de investigación y de enseñanza. De hecho, investigar es una forma de enseñar. Si uno quiere ser efectivo, tiene que ser capaz de estar dispuesto a instruir a otros investigadores, con la esperanza de que lo encuentren útil para su propio trabajo, como también

al público en general. Entonces, en vez de pensar que la enseñanza es algo que te distrae de tu investigación, uno puede pensar que enseñar es una parte integral de la misión de investigar. Y eso significa que uno tiene que ser capaz de explicar su investigación en muchos niveles de dificultad, a diferentes a personas con antecedentes distintos y que puedan entender tu investigación y su importancia. Esto tiene también un efecto en uno mismo, porque a medida que explicas cosas a otras personas -que no necesariamente comparten los mismos antecedentes-, tienes que preguntarte, más generalmente, cuál es la importancia de lo que estoy haciendo, a qué puede llevar si funcionara de la manera en que yo espero. Siempre tuve en cuenta que podía enseñar a otras personas. Y si como estudiante uno piensa acerca de su enseñanza como una forma de expresar la importancia de su investigación, yo creo que se llega a una mejor integración del conocimiento. Y tal vez, también te lleve a pensar en problemas más generales que los que tus descubrimientos podrían resolver.

SL - ¿Cuáles son en su opinión los temas en los que la neurociencia cognitiva debería enfocarse en las próximas décadas?

MP - Pienso que ha habido una importante síntesis en la neurociencia cognitiva, y en particular me refiero a la síntesis de las redes neurales. Creo que hemos descubierto, a pesar de que algunas personas puedan estar en desacuerdo, que la mayoría de los procesos cognitivos involucran redes neurales. Puede ser que sean cinco, puede ser que sean siete redes corticales y subcorticales, que por supuesto están unidas por conexiones y que pueden ser orquestadas en tiempo real para llevar a cabo diferentes tareas. Y desde mi punto de vista, esta síntesis puede ser llevada a cabo conectando estas redes en términos de procesos celulares y moleculares subyacentes. Afortunadamente, para la próxima generación de neurocientíficos, métodos como la optogenética¹⁴ ya van a estar disponibles. Eso permitirá la manipulación de poblaciones celulares en diferentes lugares del cerebro, al menos en ratones y otros organismos, lo que habilitará el estudio de conexiones entre eventos celulares, moleculares y redes neurales. Ahora bien, no deberíamos olvidarnos de estas redes y sólo pensar en los procesos genéticos, epigenéticos o los

eventos moleculares que están involucrados. Por el contrario, deberíamos observar cómo estos genes, procesos epigenéticos y los eventos moleculares influyen las redes neurales. Y es esta síntesis entre lo que descubrimos sobre estas redes y lo que nos queda por descubrir con respecto a la genética, a los procesos epigenéticos y a cómo todo ello influencia a las redes, a lo que debería dedicar tiempo la neurociencia. Creo que estos son los grandes eventos que están por venir en la neurociencia cognitiva. Si bien la optogenética es un método invasivo que no puede ser utilizado en el estudio del cerebro humano, si podemos aplicarla al estudio de las redes neurales y su conectividad en cerebros de mamíferos como el de los ratones. Y luego podemos trasladar la pregunta al contexto de estudio del cerebro humano, aplicando técnicas de imágenes como las de tensión por difusión para el estudio de la conectividad entre redes neurales. Entonces, creo que eso nos ayudará a entender los mecanismos de estas redes en un nivel genético, epigenético y molecular, lo cual nos da esperanza acerca de los próximos descubrimientos en neurociencia cognitiva.

SL - ¿Cómo ha logrado adquirir un punto de vista sistémico para analizar un fenómeno desde diferentes niveles de análisis al mismo tiempo? ¿Está relacionado con influencias específicas de sus mentores?

MP - Bueno, tú probablemente sepas que yo creo que la ciencia de la psicología se ha desarrollado a lo largo de muchas generaciones. En este momento estoy trabajando en la confección de cuatro volúmenes que incluyen los artículos clásicos sobre el estudio de la atención; y pienso que este campo es un buen ejemplo para pensar en este tipo de desarrollo acumulativo. Puede ser que el aspecto más llamativo de este trabajo, sea que nosotros pensamos que las intervenciones (cognitivas) son algo relativamente nuevo, que tal vez las desarrollamos o resultaron de investigaciones de las últimas generaciones. Pero de hecho, la idea básica tiene una antigüedad de dos milenios y medio. La noción básica se relaciona con ideas de cómo ganamos control de la mente. Esto puede ser rastreado en muchas tradiciones religiosas y filosóficas como la de *Bhagavad-gītā*¹⁵ y el libro de la vida por *Lao-Tse*¹⁶. Estos escritos hablan de la

¹⁴La optogenética es una técnica que combina métodos genéticos y ópticos para controlar eventos específicos en ciertas células de tejidos vivos, con la precisión necesaria en la escala temporal del milisegundo, para mantener el ritmo intacto de funcionamiento de los sistemas biológicos.

¹⁵Texto sagrado hinduista, cuyo contenido es la conversación entre *Krishna* (a quien los hinduistas consideran una encarnación de *Visnú*) y su primo *Aryuna* en los instantes previos al inicio de la guerra de *Kurukshetra*. Respondiendo a la confusión y al dilema moral de *Aryuna*, *Krishna* explica a éste sus deberes como guerrero y príncipe, haciéndolo con ejemplos y analogías de doctrinas yóguicas y vedánticas.

¹⁶ Lao-Tse, es uno de los filósofos chinos más relevantes -cuya

dificultad de controlar los propios procesos mentales. Me resulta asombroso pensar cómo 2500 años atrás, las personas tenían el objetivo que uno propone en la tradición científica. A través de los siglos, podemos ver el desarrollo de métodos que nos podrían ayudar a contestar estas preguntas de forma científica. Por ejemplo Jonathan Schooler y sus colegas utilizaron la técnica de neuroimagen de resonancia magnética estructural (MRI) para observar procesos mentales de divagación mental -en realidad, para observar lo que el *Bhagavad-gītā* proponía acerca de la dificultad para el autocontrol. Cuando estos investigadores analizaron cómo la mente divagaba, lo que también estaban haciendo era analizar qué redes y conexiones neurales estaban involucradas. Esta publicación tiene 10 o 15 años y desde entonces los investigadores no han dejado de desarrollar nuevos métodos para analizar el fenómeno. Desde que la red ejecutiva está involucrada en la experiencia de divagación mental, nos hemos planteado la hipótesis de que reforzar estas redes podría mejorar el control de los procesos mentales. Por ejemplo, nuestro trabajo en meditación y el trabajo de otras personas a través de varias intervenciones para mejorar la autorregulación o el autocontrol, proveen metodologías para contestar preguntas que fueron hechas 2500 años atrás. Entonces, pienso que somos todos herederos de una larga tradición a través de los siglos, que nos ha provisto de preguntas, y que nos ha ayudado al menos a concebir nuestros esfuerzos científicos para proveer métodos para el estudio y la mejora de las dificultades del control de la mente.

SL - Y uno también recibe ideas más específicas de sus mentores más próximos...

MP - Bueno sí... mediante la lectura seguro. Por ejemplo para medir la atención ejecutiva yo he utilizado el efecto Stroop. Este investigador escribió un artículo en el año 1935 en el que presentaba el método, al que yo tuve posibilidad de acceder. El período comprendido entre los años 1900 y 1950, que usualmente consideramos como una etapa fundamentalmente conductista de la psicología, fue un momento histórico en el que procesos mentales como la atención no fueron tenidos en cuenta. No obstante, los métodos básicos para estudiar la atención, como el efecto Stroop, el bloqueo de procesos mentales estudiado por Bills, o el cambio de tareas estudiado por Jersilid, fueron publicados

durante este período y se convirtieron en los métodos básicos para analizar tales tipos de procesos mentales. Entonces, en el campo de la atención muchos métodos fueron desarrollados en el período entre los años 1900 y 1950; pero recién a partir de 1950 se empezaron a utilizar estos métodos para diseñar diagramas de flujo para mostrar cómo el cerebro llevaba a cabo procesos de atención. Uno de tales investigadores fue Donald Broadbent, cuyo trabajo fue una gran influencia al momento de desarrollar los modelos atencionales. Luego, por supuesto, con la llegada de las neuroimágenes surgió la posibilidad de tomar estos modelos y entender cuáles eran los tejidos neurales involucrados. Como mencioné antes, con la llegada de la optogenética y de otros métodos, uno puede manipular células en varias partes de estos diagramas de bloques y extender aún más el proceso de su desarrollo. Así es que sí... pienso que no sólo los mentores inmediatos han sido influyentes.

SL - ¿Cómo surgió la idea de aplicar métodos basados en diferentes niveles de análisis -por ejemplo, el molecular y el conductual- en forma simultánea?

MP - Empecé mis investigaciones aplicando métodos puramente conductuales, como los tiempos de reacción y la eficiencia. Estaba interesado en el tiempo que tomaba el procesamiento de la información. Durante un tiempo trabajé con Bob Wilkinson en la Unidad de Psicología Aplicada de la Universidad de Cambridge (Inglaterra), para investigar el tiempo que se tardaba en lograr una señal de alerta, luego de la presentación de una señal de precaución. Use este método para estudiar muchos problemas en cronometría mental. Luego, en el año 1978, después de leer artículos de Bob Wurtz y Vernon Mountcastle sobre registros eléctricos celulares quería conectar mi trabajo de los tiempos de reacción con el de ellos, a través del uso del modelo de lesión con pacientes. Para ello, trabajé con Oscar Marin, Profesor de Neurología en Portland, Oregón. Ese arduo trabajo, nos llevó a generar la hipótesis sobre la localización de los componentes elementales en el cerebro, lo cual a su vez me llevó a Saint Louis para trabajar en imágenes con Marc Raichle. Para evaluar el curso temporal de las operaciones mentales que habíamos estudiado, trabajé con Don Tucker usando electroencefalografía (EEG) de alta densidad. Uno de los modelos que logramos hacer funcionar, fue el del análisis de los circuitos neurales subyacentes a los procesos atencionales. Luego de eso, comenzamos a rastrear cómo los genes y la experiencia construían estos circuitos. Mary Rothbart era una experta trabajando con niños, así que tomé mis métodos y

existencia histórica se debate-, a quien se le atribuye el *Tao Te Ching*, obra esencial del taoísmo. De acuerdo con este libro, el *tao* (camino) puede verse como el cambio permanente y a éste como a la verdad universal.

juntos tratamos de entender el desarrollo de estos circuitos. En Nueva York, Tobias Sommet y John Fosella sugirieron el uso de polimorfismos genéticos para relacionar redes neurales con genes. Luego, junto con Mary Rothbart trabajamos para rastrear los efectos conjuntos de la crianza y los genes en el desarrollo de niños pequeños. Más recientemente, he trabajado con Chris Neill y un grupo de investigadores de la Universidad de Oregón aplicando metodologías de optogenética para analizar cambios en sustancia blanca.

SL - ¿En qué está trabajando ahora?

MP - En este momento, estoy trabajando en las líneas de investigación que sugería para el futuro. Hace pocos años, descubrimos que entre dos semanas a un mes de entrenamiento en meditación pueden modificar la conectividad neural. Mediante el incremento de ciertas estadísticas que uno mide con imágenes de tensión por difusión, como la anisotropía fraccional o radial y la difusión axial, observamos cambios en la mielinización y/o la difusión axial de las conexiones al cíngulo anterior. Quería saber por qué. Entonces fui a la literatura y desarrollé una hipótesis que trata de describir en términos de mecanismo, cómo la actividad mental a través de la introducción de un ritmo *theta* frontal podría cambiar a la sustancia blanca o la conectividad entre diferentes redes neurales asociadas al cíngulo anterior. Ahora estoy probando esta hipótesis con un grupo de colegas que están entrenados en optogenética. Estamos probándolo en ratones que recibieron estimulaciones de baja frecuencia por un periodo de hasta un mes. Más específicamente, estamos tratando de entender cualquier tipo de cambio en la sustancia blanca que pueda ser causado por esta estimulación a baja frecuencia para ritmos *theta*. Si bien estamos en medio de esta investigación, nos hemos dado cuenta que esto podría ayudar a entender varios aspectos de las habilidades de aprendizaje, ya que estas deberían también depender de los cambios en la sustancia blanca del tipo de los que hemos estado estudiando a través de los estudios en meditación. Estamos realizando estos abordajes mediante el entrenamiento de ratones para aprender una habilidad en particular; y luego esperamos analizar los cambios en sustancia blanca. Recientemente, se han publicado algunos artículos que sugieren que esto es posible en modelos con ratones. También estamos interesados en por qué no todas las personas mejoran de la misma forma. Si bien solemos encontrar que casi todas las personas mejoran con la meditación, y que también se producen cambios en la sustancia blanca que indican

un aumento en los patrones de conectividad, estos cambios no son constantes ni iguales para diferentes personas. Esto lo hemos demostrado analizando polimorfismos epigenéticos asociados a diferentes tipos de eficiencia en la metilación, lo cual nos ha permitido observar diferencias en la velocidad en la que diferentes individuos logran mejorar su rendimiento. En este momento seguimos tratando de entender lo que esta línea de investigación puede decirnos acerca de cómo mejoran las habilidades de aprendizaje; y por qué las personas difieren en la velocidad con que esto ocurre.

SL - Mike, muchas gracias por tu tiempo, generosidad y por compartir tus ideas. Se aprecia profundamente.

3. Versión en Inglés de la Entrevista

This is the English version of the interview that the first author made with Mike Posner (MP) in October 2015 at the University of Oregon, which last version has been edited by MP.

Sebastian Lipina (SL) - *Taking into consideration the different aspects that you have been investigating during your research career, what are the main social implications of your studies?*

Mike Posner (MP) - Some of our studies have been related to problems with education, particularly very early education such as learning to read. What I discuss is not all my work but also others' as well, our studies have helped understand how people process words. First, mainly behavioral studies using reaction time but later also imaging studies have made a finding that I think it is extremely important in teaching people to read. And that is that there are really two brain areas that are important in the reading process. One of them involves the translation of the written material to a phonological or sound based form. That is developed fairly early in the reading process often called decoding. But what has not been as well understood is the importance of the left hemisphere visual area which chunks the individual letters into a whole or unit. This apparently develops rather slowly, presumably in the process of doing a lot of reading. And maybe one of the reason why some children who do OK as far as the decoding process, never really enjoy reading because they find it such a slow and difficult process. And often the educators have seen the phonological reading process in opposition to the against the processes which allow you to deal with the whole word or chunk the letters. In the brain research different areas that carry out those two computations are found, and

we are beginning to understand how they both fit into the developmental process. For me reading has always been kind of a goal to understand all the processes both phonological, visual and semantic that go into the reading process. I think we have come a long way in understanding them. My research on attention also has had some application, particularly to the social area and psychopathology. For example, in medicine there are really two totally different fields that deal with difficulties in mental processing. One of them neurology, which usually deals with issues that are clearly due to some kind of stroke or other brain process which impairs various mental processes; and psychiatry, which also deals with brain processes but those that are more like schizophrenia or autism which are developed mental disorders that do not clearly have a given event that produces them. I think that our research on attention, which is impaired in many different disorders, has shown that you can really view both these types of impairments as specific damage. For example, damage to the right parietal lobe, which produces a syndrome neurologist call neglect, we know understand is a deficit really in being able to break attention to some already existing focus of attention, to move attention to something that might be an event that is coming on to the side of the damaged hemisphere. That has given us insight into the specificity of attentional deficit that also occur in various kind of psychopathologies like autism and schizophrenia. Now, of course we do not have all the information necessary to say how we are going to take care either of the neurological disorders or the psychiatric disorders. But I think is given us some basic understanding of the underlying process. So, I do believe that some of our researches have social utility in relation to understanding psychopathologies and a little bit understanding on how you might go about remediating either neurological or psychiatric deficits of attention.

SL - What could you add about the social implications of your research in the topic of self-regulation?

MP - The topic of self-regulation has been one that has had a lot of social implications. It is obvious that self-control or self-regulation is very important. What has not been obvious is that we could come to understand the actual mechanisms that produce self-regulation or self-control. I believe that there has been pretty good evidence that a high level of attention network, what I call the executive attention network -which involves the anterior cingulate, the anterior insula, and underlying striatum- is crucial to the self-control or self-regulation. Of course what you

control or what you regulate depends on goals. But it is this network that implements the goals, so one has to pay attention both to the implementation of goals and to the goals structure itself. In our research we have been primarily interested in the implementation of already existing goals. Of course, in a social real word you want people to have goals that are worthy as well as the ability to implement them. But we have a better understanding at this moment of the implementation process than we do of the goal structure that people have. Both are under active investigation and hopefully both would come to be understood and then what we learn can be applied.

SL - What are the main barriers, difficulties and obstacles that you can identify in the application of neuroscientific studies to policy?

MP- Well... there are many barriers. Let has first talk about the education area, because here there are many competing ideas about how we should teach and what we should teach. And the political process is very important; because of course what we teach to our young people is going to be basic to the culture that we produce. So, it is not just one kind of research that is important for education: it is the whole cultural and political process. And neuroscientists have to be I think a little bit humble as to what they can contribute to the whole process. In my experience in talking to teachers, and I have done a lot of presentations to teachers over the years, they are very interested in what neuroscience has to say about teaching reading arithmetic, self-regulation or any field. They understand that regardless of what we find out from neuroscience studies they have to figure out how that can influence curricular development and individual students and so on. I think is very much like the relation between physics and engineering. Physicists do basic research, they find out, but they could not really build a bridge: they have to have an engineer who understands how you bring together the materials, the environment, and the requirements of the bridge in order to design a successful one. And it is the same between psychology, neuroscience and education. The neuroscientists and psychologists can inform the teacher about the basic issues involved, and sometimes they are useful, but the educator needs to apply this in the classroom situation. It is not true that just writing your paper is going to lead to people to actually apply it in the real world. You have to also present it in a way that the people who know how to design curricula to each can actually successfully use it. That is a big difficult task. Of course, because of the competition between various publishers and other groups that are also interested in

influencing the curriculum, it is not an easy thing to get your findings through this whole process. For example, Michael Merzenich has done much basic research on plasticity and he wanted it to be applied. I think he realized, correctly, that it never would be applied unless he actually developed programs that could allow people to apply them. But that of course has required him to enter into the commercial world and that is very controversial and produces a lot of criticism. He has enough strength to withstand this criticism... not all of us could do it.

SL - Beyond education do you have more comments to make about barriers regarding other disciplinary translational efforts?

MP - I think there are also similar barriers in psychopathology and in neurological applications. There are not quite as big barriers I think, because the people who are psychiatrists and neurologists also have a scientific understanding. It may not be the same as the one neuroscientists might want. For example most psychiatrists or neurologists are doing research on a particular disorder, so if you make a finding about attention they do not obviously translate it into their particular disorder. It takes a certain amount of education for them to understand the relation to their disorder and to know more about the underlying processes and how they go wrong in pathology. I think the DSM series that occur in psychiatry is undergoing a slow evolution in this direction. I mean it started out as a descriptive method of trying to classify various disorders, but it slowly migrated so that it began to think about at least the underlying processes involved. And I think the National Institute of Health is trying to emphasize that direction and is moving away from just a description of each disorder, to try to understand and maybe repair the underlying processes that are involved. So, I think that is maybe more promise for future research in psychopathology and neurological disorders, taking advantage of what new neuroscience findings there are.

SL - What are the skills that neuroscientists should develop to apply their knowledge in translational policy efforts?

MP - In the area of neuroscience that I work in, cognitive neuroscience, I believe that the cognitive approach is likely to help the neuroscientist in this kind of translation to education, psychopathology and other areas. Neuroscience itself, as I understand it, is about brains. And of course, you can understand the most general issues about brains by understanding the simplest brain you can find. So generally neuroscientists have model systems that

might involve very simple nervous systems. But cognitive neuroscience is about the human brain, and therefore it has to face directly the capabilities and complexities of human brain tissue. It is important to bear in mind that neuroscience findings can be translated through cognitive neuroscience to educational issues, pathological issues and other kinds of social issues. So I do believe that people who are getting trained in neuroscience from a straight neuroscience point of view, have to take some coursework or do readings in cognition, understand the computations of the human brain, how they are understood by various kinds of models like connectionist models or symbolic processing models, and so on. There has been a lot of work done in cognitive psychology and this helps to apply findings about the human brain to education, psychopathology and other topics. Many schools are beginning to make a little synthesis between neuroscience and cognition, but also in many, they are kind of separate silos that make it very difficult for the students to get their background that would allow to best make the translation.

SL - What would you suggest to a young neuroscientist for develop his/her career?

MP - I think that you must bear in mind the importance of teaching whatever you know to others. Of course, most neuroscientists have academic careers, teaching and research responsibilities. But in fact, research is a kind of teaching. If you want to be effective you have to be able to instruct others researchers in what you found out in hopes that they will find it useful for their own work, as well as more general public. So instead of thinking of teaching as something that takes away from the research, you might think of teaching others as an integral part of the research mission, and that means you need to be able to explain what you are doing at many different levels so that people with different backgrounds can understand its significance. And that also has an effect on you, because as you explain things to other people, people who do not really have the same background. Then you have to ask more generally, what is the significance of what I am doing, what it could lead to if I was right or if it worked out the way I hoped it to do. So, for me I have always have in mind what could be taught to other people, and if as a student you think about your teaching as a way of expressing the significance of whatever research you are doing, I think it leads to a better integration, and also allows you to perhaps to get more general issues on how your research could influence society

SL - What are the topics, the themes, which you

consider cognitive neuroscience should approach in the next decade?

MP - I think that there has been an important synthesis in cognitive neuroscience, and I call it the network synthesis. I believe we have found out, although other people might not quite agree with this, that most cognitive processes involve a network of neural areas -maybe five, maybe seven cortical and subcortical- which are of course tied together by connections and which must be orchestrated in real time to carry out tasks. And in my view, this synthesis can be carried further by connecting these networks to underlying cellular and molecular processes. Fortunately, for the next generation of neuroscientists, methods like optogenetics have come along and allow the manipulation of populations of cells in various locations in the brain, at least in mice and maybe later in other organisms that can foster this kind of connection between cellular, molecular events and neural networks. Now, it is not that we should forget about the networks and only think about the genes or the molecular events that are involved. Rather we have to look at how these genes, epigenetics processes, and molecular events influence neural networks. And it is that synthesis between what we found out about networks and what we remain to know about genetic and epigenetic processes that can build and influence networks that I think the next real big events in cognitive neuroscience will come. Many of the methods cannot be used directly in the human brain because of the invasive aspects of optogenetics, for example. But we use them in mammalian brains, mice for example, and then we can use the network processes hopefully to translate for example observed changes in myelination in the mouse model to humans. We can ask then by using diffusion tensor imaging if those same processes are available within particular networks of the human being. So I believe that we will come to understand the mechanisms of these networks at a genetic, epigenetic and molecular level and that would leave the hope to further advances in the next period of time in cognitive neuroscience.

SL - *How did you get the systemic point of view to analyze different levels of analysis at the same time? It is related to specific influences of your mentors?*

MP - Well, you probably know that I believe that the science of psychology has developed over many generations. Right now I am working on a four volume edited work of classic papers in attention, and I think the field of attention is a good one to think

about this cumulative development. Maybe the most striking aspect of this is some of us have thought of interventions, as something that is fairly new, that maybe we developed or just came out of research in the last generations. But in fact, the basic idea really goes back two and a half millennia. The basic notion goes back to ideas about control of the mind, and how one gains control of the mind. And it can be traced back to many religious and philosophical traditions, like the *Bhagavad-gītā* and *Lao-Tse's* book *The Way of Life*. These talk about the difficulty in self-control of mental processes. To me it is amazing how two and a half millennia ago people set the goal that one would want to have for a scientific tradition. Over the centuries, as I try to show in my four edited volumes of classic papers, we can see methods developing that might allow us to answer these questions in a scientific way. For example, Jonathan Schooler and his associates used MRI to look at mind wandering... actually, to look at the science of what the *Bhagavad-gītā* was saying was so difficult to control. When he looked at how the mind wandered, what neural networks were involved and how it was brought back to some central idea about what networks were involved in bringing it back. That is maybe 10 or 15 years ago when his papers emerged, and then of course people began to develop methods. Since the executive network is involved in the mind wandering experience, you can say that by strengthening these networks maybe you can enhance control of the mental processes. For example, our work in meditation and other peoples work with various interventions to improve self-regulation or self-control provides a kind of methodology for answering the questions that were raised two and a half millennia ago. So, I think we are all heirs to a long tradition that over the centuries has provided the questions and helped us at least conceive of scientific efforts to provide methods for the study and amelioration of difficulties and mental control.

SL - *Does this mean that you receive some of these insights from your more proximal mentors in some way?*

MP- Well... yes... I mean from reading certainly. For example, to measure executive attention I have used the Stroop effect, and of course, Stroop wrote a paper in 1935 where he laid this out this method. If we look at the period from 1900 to 1950 -which we usually think of as a behavioral period in psychology-, it is usually said that many mental processes like attention were neglected. But in fact, the basic methods for studying attention such as the Stroop

effect, blocking in mental processing studied by Bills or switching between tasks by Jersilid, this all occurred during the behavioral period. And they became basic methods for analyzing mental processes like switching from task to another, or maintaining a long continued performance, and so on. So, in the field of attention so many of the methods were developed in the 1900 to 1950 period, and then from 1950 on, people who I actually knew began to use these methods to lay out a kind of engineering solution or flow diagram solution to how the brain carried out attentional processes. These are people like Donald Broadbent, who were influential in developing engineering models, or block diagram models, and then of course when neuroimaging came along, then there was a possibility of taking these models and understanding what are the actual neural tissues involved. And as I mentioned just previously with optogenetics and other methods that have come along, then someone can manipulate cells in this various parts of these block diagrams, and get further along in the process of developing a causal understanding. So, yes, I think not just your immediate mentors but a very long period influences the field of attention. It has taken four 400-page volumes of classic papers, to lay out some of the long history of the development of this field.

SL - How did you come to use methods based on different levels of analysis -for example, molecular to behavioral?

MP - I began my investigation with purely behavioral methods using reaction time and accuracy. Because I was interested in the time on flow of information, during a leave I worked with Bob Wilkinson at the Applied Psychology Research Unit in Cambridge England to investigate the time course of achieving an alert state following a warning signal. I used this method to study many issues in mental chronometry. Then in 1978, after reading articles by Bob Wurtz and Vernon Mountcastle on cellular recording, I wanted to connect our reaction time studies to their work through using patients with lesions. I worked with Oscar Marin, Professor of Neurology in Portland Oregon. The patient work led to hypotheses about brain localization, which led me to Saint Louis and the work on imaging with Marc Raichle. In order to get the time course of the mental operations we studied, I worked with Don Tucker using high density EEG. One we worked out some of the neural circuits underlying attention using imaging and high density EEG, the issue was clear that we had to trace how genes and experience constructed these circuits. Mary Rothbart was an expert in working with

infants and children, so I took my methods and together we tried to understand the development of these circuits. In New York, Tobias Sommer and John Fosella suggested the use of genetic polymorphisms to link neural network with genes and later with Professor Rothbart we worked to trace the joint effects of parenting and genes on development of young children. More recently, I have worked with Chris Neill and a group at Oregon to use optogenetics to test hypotheses about white matter that I discuss below.

SL - What are you working on?

MP- Right now, I am working along the lines of what I suggested for the future. We found few years ago that two weeks to a month of meditation training changed particular white matter pathways, by increasing certain statistics that one measures with the diffusion tensor imaging -such as fractional anisotropy and radial and axial diffusivity. These statistics suggest that this meditation is changing the myelination and/or axon density of the connections to the anterior cingulate. I wanted to know why. So, I went to the literature and developed a hypothesis, which tries to describe in mechanistic terms how the mental activity through the induction of a frontal theta rhythm could change particular oligodendrocytes and alter white matter. And now, I am testing that hypothesis with a bunch of colleagues who are trained in optogenetics, and we are running mice that received low frequency stimulation for a period of time up to a month, and trying to understand any changes in their white matter that might be due to that low frequency stimulation for theta rhythm, for example. We are in the middle of that research, but at the time, we also realized that this could help us understand various aspects of skill learning, because learning skills should also depend on changes in white matter pathways of the type that we have been studying through meditation. And we are proceeding along this line by training mice to pick up particular skills and then hoping to assay the white matter pathways. In the meantime, several papers have appeared showing that this in fact does occur in mouse models. We are also interested in why not all people improve to the same degree. Everyone improves with meditation, improves the white matter but it does not always change to the same amount in different people. And we have shown through the use of polymorphisms that people who differ in the efficiency of an epigenetic process called methylation, differ in the rate at which they achieve better performance. Right now we are following out that to understand what this line of research can tell us about

how skills improve and how people differ in the rate at which they improve.

SL – *Thank you so much Mike for your time and generosity... and for sharing your ideas. It is deeply appreciated.*

Bibliografía

- Keele, S.W., & Mayr, U. (2005). A tribute to Michael I. Posner. In *Developing individuality in the human brain. A tribute to Michael I. Posner* (U. Mayr, E. Awh, S.W. Keele, Eds.). Washington DC: American Psychological Association, pp. 3-16.
- Posner, M.I. (2011). A life in Psychology. In *The History of Neuroscience in autobiography* (L.R. Squire, Ed.). New York: Oxford University Press, pp. 562-582.
- Posner, M.I. (2015). Oscar Marin and the creation of a Cognitive Neuropsychology laboratory. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 28, 129-133.
- Posner, M.I., & Raichle, M.E. (1994). *Images of mind*. New York: Scientific American Library.

Entrevista recibida el 20 de Diciembre de 2015.

Editaron esta entrevista: Ricardo Pautassi, Aldana Lichtenberger y Daniela Alonso.