



Prácticas de vinculación disciplinar en las neurociencias cognitivas contemporáneas

Agustín F. Mauro*

A. Nicolás Venturelli*,‡

Introducción

Las neurociencias se han convertido en una de las disciplinas científicas de mayor crecimiento en las últimas décadas. En diversos niveles de análisis y con una gran variedad de técnicas, miles de científicos intentan desentrañar las capacidades de los cerebros humanos y no humanos. Consecuentemente en los últimos años se ha dado una proliferación de neuro-disciplinas. Desde las clásicas neurobiología y neuropsicología hasta disciplinas nuevas como la neuroantropología, neurociencia educacional, neuroeconomía o *neuro-law* (neuro-criminología). Las neurociencias cognitivas (NCC) han jugado un rol crucial en ese proceso dada la poderosa combinación de los modelos cognitivos del procesamiento de la información y las técnicas no invasivas de neuroimagen. En la mayor parte de los casos estas nuevas disciplinas suponen la confluencia entre las NCC y otra disciplina ya establecida. Por lo tanto, este avance de las neurociencias supone la creación y transformación de vínculos disciplinares tanto dentro de las NCC como entre otras disciplinas y las NCC. Este proceso supone una negociación constante de ontologías, fronteras disciplinares, competencias, proyectos de investigación, criterios epistémicos y no epistémicos, etc., convirtiendo los vínculos disciplinares en un problema central para los científicos.

Como es esperable, los vínculos disciplinares también son relevantes para la epistemología y la filosofía de la ciencia. Estos procesos de colaboración científica dan lugar a la creación de nuevos temas de investigación, nuevas metodologías, determinan la división del trabajo cognitivo, tienen consecuencias sobre las características del conocimiento producido (porque el proceso determina el producto), y porque todos desean o afirman

* CONICET, Instituto de Humanidades (IDH). Córdoba, Argentina.

‡ Facultad de Psicología, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.
agustinfmauro@gmail.com



realizar investigación interdisciplinaria, pero ha sido muy difícil caracterizarla de modo satisfactorio (Frodeman, 2010; MacLeod, 2018).

En este trabajo nos interesa hacer una propuesta para caracterizar algunos elementos de las prácticas de vinculación disciplinar en las NCC contemporáneas. De modo que podamos aportar a los debates en filosofía de la ciencia sobre la interdisciplina y que ayudemos a repensar los espacios de colaboración científica con las NCC. A este fin, vamos a historizar y caracterizar algunas prácticas interdisciplinarias en ciencias cognitivas (CC) y en NCC, y posteriormente analizar críticamente las prácticas interdisciplinarias actuales en NCC.

Precisiones conceptuales sobre “vinculación disciplinar”

Previo a desarrollar el trabajo, consideramos importante hacer una breve aclaración sobre qué entendemos por “vinculación disciplinar” y cuál es nuestro abordaje del tema. Existe una vasta literatura que discute los conceptos de “interdisciplina”, “multidisciplina” y “transdisciplina”. Si bien hay múltiples definiciones en juego y hay un reconocimiento generalizado de la necesidad de realizar proyectos interdisciplinarios, no se comprende adecuadamente en qué consistirían o cómo deberían hacerse. La literatura sobre el tema no es de gran ayuda, en la mayoría de los casos se establecen taxonomías que diferencian multi-, inter-, o trans- disciplina, u otros prefijos adicionales. Julie Thompson Klein se destaca en el ámbito de los estudios sobre interdisciplinaria y realiza una propuesta estándar con relación a las taxonomías de la interdisciplinaria.

Klein considera que un programa es multidisciplinario si yuxtapone disciplinas “pero, las disciplinas permanecen separadas, los elementos disciplinares mantienen sus identidades originales y las estructuras de conocimiento existentes no son cuestionadas”¹ (Klein, 2010, p. 17). Por otra parte, un programa se convierte en interdisciplinario cuando la integración y la interacción se realizan de modo proactivo, y explícitamente se reestructuran las perspectivas existentes. Por último, un programa transdisciplinario “surge cuando existe colaboración entre los expertos académicos y otros actores sociales que proveen de conocimiento local e intereses contextuales para buscar soluciones democráticas a problemas controversiales” (Klein, 2010, p. 25), por ejemplo, el caso de los problemas am-

¹ Todas las traducciones son propias.

bientales. Más aun, su taxonomía propone las siguientes categorías para dar cuenta de la variedad de abordajes interdisciplinarios: *Narrow ID*, *Wide ID*, *Shared ID*, *Cooperative ID*, *Methodological ID*, *Theoretical ID*, *Generalizing ID*, *Integrated ID*, *Conceptual ID*, *Bridge building*, *Restructuring*, *Unifying ID*, *Instrumental ID*, *Critical ID*, *Strategic* u *Opportunistic ID*. Si bien no podemos desarrollar estas categorías en detalle, consideramos que como tales no permiten dar cuenta de los procesos de vinculación disciplinar. La propuesta de Klein, es decir, las categorías “multi-, inter-, trans- disciplina” y su taxonomía carecen de dinámica, muestran la estructura de un vínculo disciplinar en un momento dado, pero no muestran el modo en que se transforma ese vínculo en el tiempo. Sin embargo, siguiendo la tradición de la filosofía de las prácticas científicas, consideramos que hay que entender la producción de conocimiento científico en clave histórica, más aún tratándose de un campo sumamente dinámico como el de interés aquí.

Por lo tanto, preferimos utilizar el término “vínculos disciplinares” como una categoría más general que sólo presupone la creación de algún vínculo entre disciplinas, pero sin caracterizar en qué consiste. Tomamos esta decisión por dos razones. En primer lugar, porque de este modo podemos utilizar una estrategia *bottom-up* para la caracterización de los regímenes de producción de conocimiento que están en juego. Es decir, podemos primero caracterizar el conjunto de fenómenos relacionados a los vínculos disciplinares y posteriormente realizar un trabajo conceptual para diferenciar exactamente el tipo de vínculos disciplinares que hay en juego. En segundo lugar, esta estrategia nos permite capturar los aspectos dinámicos de los vínculos disciplinares, carentes en la propuesta de Klein. En la conclusión se podrá observar que mediante esta estrategia pudimos recuperar la importancia de los instrumentos científicos en el ordenamiento de los vínculos disciplinares, y encontramos además dos dimensiones de análisis de la disciplinariedad: vínculos entre programas de investigación y vínculos entre diferentes formas de experticia. Estos aspectos de los vínculos disciplinares permanecen ocultos con las categorías de Klein.

Interdisciplina en ciencias cognitivas

El planteamiento programático de los años inaugurales de las CC fue muy ambicioso en diversos aspectos, pero muy especialmente en lo que hace a los ideales proyectados de cohesión e integración disciplinar. La expresión

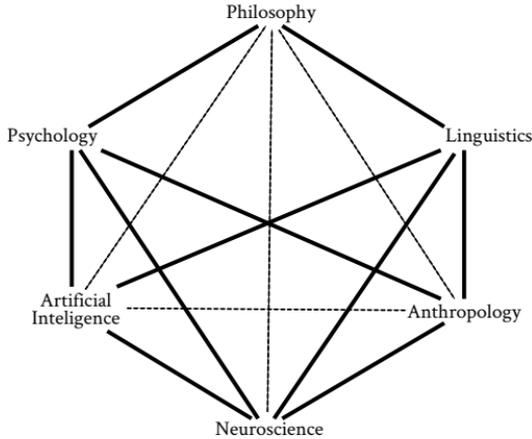


Figura 1: Hexágono de la ciencia cognitiva.

Nota: Imagen modificada de la cubierta del *Reporte de la Fundación Sloan* de E. Walker, 1978.

original, ciencia cognitiva, explícitamente en singular, pretendía remarcar estos ideales. El famoso hexágono de la ciencia cognitiva, presentado en varias ocasiones y originalmente en el conocido reporte de la *Sloan Foundation* de 1978, pretendía, entre otras cosas, expresar la idea de un campo unificado erigido sobre sólidos fundamentos teóricos que hacían posible el trabajo conjunto de sub-disciplinas dispares como la inteligencia artificial, la antropología o la lingüística. Esta es una visión muy enraizada, defendida tanto “desde adentro” por científicos activos como por historiadores y filósofos de la ciencia. Como un ejemplo de los primeros, podemos citar a Walker (1978):

la trama fuertemente articulada de interconexiones entre estos sub-dominios es la que sustenta la tesis de que ha surgido una ciencia autónoma de la cognición en la última década. [L]a red de disciplinas en interacción que aquí se muestra debiera concebirse en su conjunto bajo el nombre de ciencia cognitiva. (p. 75)

La historiadora M. Boden, por su parte, refiere explícitamente a su carácter interdisciplinario, haciendo hincapié sobre la relevancia de un plano teórico de acuerdo:

La historia de la ciencia cognitiva está marcada por una profunda y continua interdisciplinariedad. Esta es una relación intelectual más íntima que

la mera multidisciplinariedad. Una y otra vez, los investigadores en un área han tomado *ideas teóricas*, no sólo *datos*, prestadas de otra área. (Boden, 2006, p. 12)

El filósofo P. Thagard también sigue la misma línea, arriesgando una versión aun más explícita sobre el modo en que el carácter interdisciplinario de las CC ha tomado forma:

Sólo es útil para investigadores de diferentes disciplinas tratar de colaborar si hay poderosas ideas teóricas que cruzan los límites disciplinares. Para la ciencia cognitiva, las ideas integradoras principales han sido representación y computación, que pueden iluminar la naturaleza del pensamiento de modos que son útiles para todos los campos de la ciencia cognitiva –psicología, neurociencias, inteligencia artificial, filosofía, lingüística y antropología. (Thagard, 2010, p. 241)

Desde una perspectiva epistemológica, posiblemente el aspecto que más distanció las CC del conductismo es la prioridad otorgada al modelado teórico, atravesado por la computadora en su doble rol como fuente de heurísticas y como herramienta de modelado. Casi todas las líneas de investigación hasta fines de los años 70 fueron dominadas por asunciones teóricas relacionadas con la computadora digital como marco para abordar la cognición. En la mayoría de los modelos, el procesamiento consistía de operaciones discretas ejecutadas en serie, el componente de memoria era distinto del procesador y las operaciones de este podían ser descritas en términos de reglas del tipo de las de los lenguajes de programación. Además de las consabidas repercusiones en torno de la autonomía explicativa respecto del sustrato sobre el que los algoritmos se ejecutan, la computadora ofrecía un lenguaje –por ejemplo, la información en tanto que recibida, almacenada, recuperada, transformada, transmitida, etcétera– y una herramienta concreta para la elaboración de modelos. De forma indirecta, alimentó también un conjunto de métodos experimentales dirigidos a estudiar la estructura de etapas y sub-procesos computacionales del sistema interno de procesamiento: cabe mencionar técnicas de uso difundido como la medición de los tiempos de reacción (Sternberg, 1969) y el análisis de protocolo (de reportes verbales introspectivos), tal como fue desarrollado, entre otros, por H. Simon.

Viraje hacia las neurociencias cognitivas

Si pasamos ahora a considerar el viraje que las CC dieron a partir de la década del 90, debemos pensarlo más bien en términos del nacimiento de las NCC como proyecto heredero de aquellas, pero en definitiva como un nuevo proyecto, con otros objetivos y con otras herramientas para alcanzarlos. Lo que dio gran impulso al campo fue, sin lugar a dudas, el desarrollo y la creciente accesibilidad de técnicas de neuroimagen funcional (Bub, 2000; Horwitz et al., 2000), que posibilitan la exploración de cerebros humanos, vivos y en actividad. Más allá del proyecto específico cuyo portavoz más visible ha sido M. Gazzaniga –ver, por ejemplo, Gazzaniga (1995) y la colección *Cognitive Neuroscience*– la noción de “neurociencias cognitivas” es utilizada a menudo para denotar un área vasta y diversa que comprende cualquier sector de la investigación neurocientífica que aborda fenómenos y categorías tradicionalmente asociados con la investigación psicológica. Las NCC de este modo combinan el uso de paradigmas experimentales y el marco teórico-conceptual de la psicología cognitiva con las técnicas de neuroimagen (resonancia magnética funcional, tomografía por emisión de positrones) y de registro electrofisiológico (microelectrodos, electroencefalograma). Tanto los abordajes experimentales como de modelado computacional han crecido y se han consolidado bajo el objetivo general de estudiar las bases neuronales de los distintos fenómenos descriptos por las distintas ramas de la psicología. En términos del mismo Gazzaniga (1995), las NCC comprenden el estudio del comportamiento y la cognición humana utilizando una combinación de métodos de las neurociencias y las CC, uniendo los niveles de explicación cognitivo y neuronal.

Ahora, en lo que hace a los posicionamientos en torno del tipo de vínculos interdisciplinarios que subyacen al (o que articulan el) campo, Boone y Piccinini (2016) recientemente han hecho explícita una postura clara y ponderada al respecto. Según estos autores, en el viraje antes descrito se ha dado lo que denominan una revolución neurocognitiva, expresión que usan para subrayar la idea de un cambio radical en el abordaje predominante de los fenómenos cognitivos. Identifican además dos principios sobre los cuales se asentaría esta nueva revolución: por un lado, el rechazo del supuesto de autonomía entre los niveles de descripción mencionados arriba por Gazzaniga y, por otro, un modelo de explicación alternativo,

esto es, la explicación por mecanismos en múltiples niveles (consistente en la integración de funciones y estructuras representacionales y computacionales a lo largo de múltiples niveles de organización en el cerebro). Por más que ambos principios sean de por sí criticables, queremos llamar la atención sobre un punto más general pero que a la vez entendemos como crítico.

Se trata de una idea que mancomuna tanto este posicionamiento por parte de Boone y Piccinini como la posición más o menos unificada que presentamos previamente en torno de cómo opera –u operó, dependiendo de la medida en que alguien acepte o no el relato revolucionario– la interdisciplina en CC. En ambos casos, de hecho, el posicionamiento sobre el modo en que se establecen los vínculos entre disciplinas dirigidas a un mismo objeto de estudio está atado a la idea de que existe un marco o un conjunto de principios teóricos de base que sostiene los intentos por explicar la cognición. Tanto el relato revolucionario de Boone y Piccinini (2016) como las ideas defendidas por los historiadores y filósofos mencionados comparten así el supuesto de la necesidad de un armazón filosófico/teórico para llevar adelante un programa de investigación interdisciplinario: dado lo que unos y otros ven como el exitoso establecimiento de un proyecto interdisciplinario, lo que se está afirmando es la existencia de un conjunto compartido de supuestos epistemológicos y metodológicos generales –como puede ser la idea de que existe un formato paradigmático de explicación en las NCC– que viabiliza las prácticas científicas. Es sobre esta plataforma común que, de acuerdo con esto, se puede articular la investigación dirigida a un conjunto de fenómenos tan complejo como lo es la cognición.

División del trabajo disciplinar

Uno de los principales debates que se dieron ante la difusión de técnicas de neuroimagen como la tomografía por emisión de positrones y, especialmente, la resonancia magnética funcional (fMRI) fue el de la necesidad de modelos cognitivos para guiar la búsqueda experimental en las NCC. La idea aquí era que, por más poderosas o innovadoras estas técnicas pudieran ser, sin una manera de guiar su correcta utilización para explorar la actividad del cerebro, no iban a ofrecer más que cataratas de datos difícilmente aprovechables para responder preguntas en torno de cómo opera el cerebro humano. Un conocido artículo de Kosslyn (1999) se pre-

guntaba, en tono irónico: si las neuroimágenes son la respuesta, ¿cuál es la pregunta? Su intención era subrayar la necesidad de dirigir la búsqueda experimental mediante hipótesis específicas en términos de procesamiento de la información, volviendo a la vez a poner el foco sobre los paradigmas experimentales psicológicos en los que las tareas son diseñadas para aislar y controlar procesos cognitivos específicos, esto es, aquellos procesos blanco de la exploración mediada por neuroimágenes. Más recientemente, y en esta misma línea, Cacioppo y Decety (2009) afirman que los científicos cognitivos deberían dedicarse a desarrollar modelos teóricos rigurosos que especifican la estructura y los procesos de la mente, mientras que los neurocientíficos se deberían dedicar a la exploración del cerebro mediada por técnicas de neuroimagen.

Esta particular división del trabajo fue clave para cimentar la tradición localizacionista en las NCC, dominante en estudios con neuroimágenes funcionales. Un ejemplo representativo de esto ha sido, hasta aproximadamente 2005, el dominio del paradigma de sustracción en el campo, por el cual el foco está puesto en determinar las bases neuronales de un particular proceso cognitivo a través de comparaciones entre tareas para aislar ese proceso de interés. Está claro que un abordaje experimental de este tipo depende de una descomposición de un fenómeno cognitivo complejo en procesos más simples. El del paradigma de sustracción es presentado aquí solo como un caso ilustrativo, pero que cristaliza una determinada (y aparentemente nítida) división del trabajo disciplinar que, como es esperable en un campo dinámico como el de interés, fue modificándose en los años siguientes: hoy, la sustracción simple ha sido prácticamente abandonada.

La aludida reivindicación del rol específico de psicólogos y lingüistas de descomponer un fenómeno cognitivo complejo en operaciones que pudieran localizarse en el cerebro puede contrastarse con estudios actuales, caracterizados por el uso de técnicas variadas de análisis de datos, el abandono del paradigma de sustracción y en general una mayor autonomía respecto de los modelos cognitivos. Algunos cambios en las prácticas experimentales que vale la pena mencionar para ilustrar, de modo muy esquemático, los desarrollos ocurridos en los últimos 15 años son los siguientes: el crecimiento de la fMRI en estado de reposo (*resting state fMRI*); un creciente interés en fenómenos en los márgenes de la psicología cognitiva (*mind wandering, daydreaming*); un gran crecimiento de los estudios de conectividad funcional (dado especialmente el advenimiento

de técnicas como las neuroimágenes por tensores de difusión); el uso de diferentes técnicas para el análisis estadístico de los mismos *data sets*; la preponderancia del uso de técnicas multivariadas (donde el foco es puesto sobre la interacción entre áreas) por sobre de las univariadas (donde el foco es puesto sobre la activación promedio en una región, favoreciendo así los esfuerzos dirigidos a la localización de un determinado proceso cognitivo) y, finalmente, el crecimiento de estudios exploratorios (a través de técnicas diversas de *data mining*). Este proceso supuso un cambio en la división del trabajo disciplinar, especialmente en lo que respecta el rol de los paradigmas experimentales y modelos cognitivos provenientes de la psicología experimental.

La preponderancia de la fMRI

Como se pudo observar, con el giro de las CC a las NCC la investigación y la organización de los vínculos disciplinares comienzan a girar alrededor de la fMRI, por lejos la técnica experimental más difundida. Esto es lo que decidimos llamar la preponderancia de la fMRI. Callard y Fitzgerald, dos investigadores en programas interdisciplinares en neurociencias, presentan dos situaciones que nos permiten ilustrar esta situación. En primer lugar, relatan que en un workshop para investigadores interesados en la intersección entre las neurociencias, las humanidades y las ciencias sociales, al hablar de interdisciplina en realidad se buscaba un tipo de interdisciplina particular: debía conseguirse un grupo que integre científicos sociales y neurocientíficos, y que realicen una investigación de tipo experimental. Esto ya muestra cómo se estructura la interdisciplina sobre la base de la metodología neurocientífica. Pero, en segundo lugar, comentan cómo el plan de trabajo del proyecto de investigación queda estructurado por la fMRI (o la técnica de neuroimagen elegida). Dicen los autores:

Tan pronto como el estudio con fMRI en neurociencias cognitivas se instala en los preparativos de la colaboración, los investigadores están consensuados por dos cronogramas particulares. El primero: ¿Cuándo estará disponible el escáner? (ésta es siempre la pregunta controvertida). Segundo: ¿Cuánto tiempo hay para encontrar sujetos experimentales para situar en el escáner? (Callard & Fitzgerald, 2015, p. 84)

Lo que señalan los autores es que la estructura de la colaboración interdisciplinar con las NCC siempre supone la realización de un estudio

de neuroimagen, que no existe la posibilidad para que la investigación de neuroimagen deba esperar los resultados de un método como la etnografía, o que un proyecto pensado para refinar los constructos de investigación en el estudio de neuroimagen termine determinando que un estudio de neuroimágenes no es el tipo de procedimiento experimental más apropiado para el tema de investigación (Callard & Fitzgerald, 2015). En otras palabras, la fMRI estructura qué se entiende por interdisciplina en las NCC y con las NCC. Se estabiliza, “cajanegriza”, una estructura de colaboración interdisciplinar que gira alrededor de situar sujetos experimentales en un escáner y obtener datos de la actividad cerebral.

Ahora bien, ¿qué hacemos con esta forma de interdisciplinariedad? El problema con esta forma de llevar a cabo los proyectos interdisciplinarios es que limita las posibilidades de la colaboración disciplinar en las NCC y con las NCC. Uno de los objetivos de la colaboración disciplinar es justamente innovar en los modos de realizar investigaciones, pensar nuevos problemas, crear nuevas estrategias de intervención. Sin embargo, la preponderancia de la fMRI predetermina los vínculos disciplinares, la división del trabajo disciplinar, el plan de trabajo, las preguntas viables, el tipo de resultado a obtener, etc.

Esta preponderancia ilumina dos dimensiones de análisis respecto de los vínculos disciplinares: la diferencia entre los vínculos entre programas de investigación y los vínculos entre diversas experticias. La dimensión de análisis de los programas de investigación surge cuando se evalúa la preponderancia de la fMRI en los vínculos disciplinares para pensar, por ejemplo, las múltiples neuro-disciplinas que han surgido en las últimas décadas. Estas neuro-disciplinas (neuro-educación, neuro-economía, neuro-estética, neuro-antropología, etc.) en la mayor parte de los casos suponen la vinculación entre las NCC y alguna disciplina establecida. Cabe preguntarse entonces ¿qué significa esta preponderancia de la fMRI en los vínculos disciplinares para pensar las múltiples neuro-disciplinas que están surgiendo?

Podemos hipotetizar que tiende a perderse variedad y riqueza metodológica si en todas las disciplinas involucradas se introducen sujetos experimentales en un escáner y se trata de inferir características del aprendizaje, la toma de decisiones, los juicios estéticos, etc. Por ejemplo, ¿qué proyecto es deseable para la neurociencia educacional y cuál es el lugar del fMRI en ese proyecto? La neurociencia educacional se propone vincular la investigación neurocientífica con la investigación educacional, pero to-

davía es una disciplina metodológicamente indefinida. Existen programas que enfatizan el uso de las metodologías e instrumentos de las NCC para estudiar fenómenos de interés en educación (Gabrieli, 2016) y existen programas que enfatizan la importancia de articular la experimentación en el aula, capaz de capturar fenómenos y problemas relevantes para los docentes, con la experimentación en el laboratorio (Coch & Ansari, 2012). En este sentido, la preponderancia de la fMRI estructura los proyectos que la neurociencia educacional puede perseguir y por lo tanto el tipo de conocimiento producido. Son vínculos disciplinares de este tipo los que mejor permiten problematizar la forma que adquiere la interdisciplina con las NCC y llamar la atención sobre dicha preponderancia.

Por otro lado, la preponderancia de la fMRI nos permite observar otra dimensión de los vínculos disciplinares. Es de esperar que un instrumento tan complejo requiera la articulación de múltiples experticias. Por ejemplo, investigadores en neurociencias, psicólogos u expertos en paradigmas experimentales y expertos en el tema de investigación, matemáticos, físicos o computólogos, entre otros. En ese sentido el instrumento exige equipos interdisciplinares. Podemos pensar en este tipo de vínculos como inherentes al uso mismo de la técnica, pero nada tiene que ver con la vinculación entre programas de investigación, sobre la que hemos hecho hincapié aquí.

En definitiva, el vínculo entre diversas disciplinas puede ser un vínculo entre programas de investigación o un vínculo entre experticias. Mientras que la primera dimensión de análisis puede ser puesta en tela de juicio y problematizada, la segunda nos permite sugerir que la producción de conocimiento neurocientífico en la actualidad requiere ensamblajes complejos (de disciplinas, programas de investigación, metodologías, experticias, instrumentos, modelos, etc.) y que no hay una única experte o disciplina capaz de manejar las diferentes variables en juego.

Conclusión

Pudimos observar que la interdisciplina en las NCC y con las NCC actualmente gira en torno a establecer diferentes tipos de vínculos alrededor del uso de técnicas de neuroimagen. Es decir, las técnicas de neuroimagen estructuran gran parte de los proyectos interdisciplinares. Se generan novedosos vínculos disciplinares, pero la investigación termina gravitando en torno de la neuroimagen.

En función de este diagnóstico consideramos que se puede problematizar la práctica de los científicos y de los filósofos de la ciencia. Proponemos a los científicos atender a la articulación entre el programa de investigación, el diseño y planificación de la investigación, y los instrumentos, y cómo se adecúan mutuamente. Por ejemplo, si queremos vincular neurociencias y educación, ¿es necesaria la investigación de neuroimagen o tal vez sería necesario realizar primero una investigación en el aula? Si nos interesa el vínculo entre neurociencias y estética, ¿solo podemos preguntarnos en qué lugar del cerebro hay mayor activación cuando ocurre una experiencia estética?

Proponemos a filósofos de la ciencia comprender el problema de la interdisciplina o los vínculos disciplinares en términos dinámicos. Aproximaciones como las de Klein (2010) asumen un programa de investigación estático donde los vínculos ya están establecidos y no cambian con el tiempo. Nuestra propuesta muestra más claramente que de hecho cambian, por ejemplo, cuando surgen nuevos instrumentos o técnicas de investigación. Por otro lado, se propone a los filósofos de la ciencia que centrarse en los instrumentos y las metodologías asociadas puede iluminar cómo se construyen los vínculos disciplinares y puede contrarrestar las perspectivas teoricitas como las de Thagard (2010) o Boone y Piccinini (2016).

Referencias

- Boden, M. (2006). *Mind as machine: A history of cognitive science*. Oxford: Oxford University Press.
- Boone, W., & Piccinini, G. (2016). The cognitive neuroscience revolution. *Synthese*, 193, 1509–1534.
- Bub, D. (2000). Methodological issues confronting PET and fMRI studies of cognitive function. *Cognitive Neuropsychology*, 17, 467–484.
- Cacioppo, J., & Decety, J. (2009). What are the brain mechanisms on which psychological processes are based? *Perspectives on Psychological Science*, 4(1), 10–18.
- Coch, D., & Ansari, D. (2012). Constructing connection: The evolving field of mind, brain and education. En S. Della Sala & M. Anderson (Eds.), *Neuroscience in education: The good, the bad and the ugly* (pp. 33–46). Oxford: Oxford University Press.

- Fitzgerald, D., & Callard, F. (2015). *Rethinking interdisciplinarity across the social sciences and neurosciences*. Hampshire: Palgrave Macmillan.
- Frodeman, R. (2010). Introduction. En R. Frodeman, J. Thompson-Klein, & C. Mitcham (Eds.), *The Oxford handbook of interdisciplinarity* (pp. xxix–xxxix). Oxford: Oxford University Press.
- Gabrieli, J. D. E. (2016). The promise of educational neuroscience: Comment on Bowers (2016). *Psychological Review*, 123(5), 613–619. <https://doi.org/10.1037/rev0000034>
- Gazzaniga, M. (Ed.). (1995). *The cognitive neurosciences*. Cambridge: MIT Press
- Horwitz, R., Friston, K., & Taylor, J. (2000). Neural modeling and functional brain imaging. *Neural Networks*, 13, 829–846.
- Klein, J. T. (2010). A taxonomy of interdisciplinarity. En R. Frodeman, J. Thompson-Klein & C. Mitcham (Eds.), *The Oxford handbook of interdisciplinarity* (pp. 15–30). Oxford: Oxford University Press.
- Kosslyn, S. (1999). If neuroimaging is the answer, what is the question? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 354(1387), 1283–1294.
- MacLeod, M. (2018). What makes interdisciplinarity difficult? Some consequences of domain specificity in interdisciplinary practice. *Synthese*, 195, 697–720.
- Thagard, P. (2010). Cognitive science. En R. Frodeman, J. Thompson-Klein & C. Mitcham (Eds.), *The Oxford handbook of interdisciplinarity* (pp. 234–245). Oxford: Oxford University Press.
- Walker, E. (Ed.) (1978). The Alfred P. Sloan Foundation state of the art report. http://www.cbi.umn.edu/hostedpublications/pdf/CognitiveScience1978_OCR.pdf