



TEMÁTICA

¿Cómo investigar una práctica social? Los lugares híbridos entre el laboratorio y el campo

Sosiuk, Ezequiel*; Mauro, Agustín*

Resumen

En este artículo nos preguntamos: ¿cómo los científicos diseñan nuevos lugares para investigar prácticas sociales? Para dar respuesta, tomamos aportes de los Estudios sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad y la Filosofía de la Ciencia. En particular, indagamos en cómo los diversos lugares de investigación condicionan los procesos de producción de conocimientos. Focalizamos en los estudios que conciben el campo como lugar de investigación y en cómo este se articula con las prácticas de laboratorio. Si bien diversos trabajos analizaron las investigaciones en el campo en Argentina, poco problematizaron qué características específicas tienen las prácticas científicas de campo y cómo permiten transformar prácticas sociales. Tomando como fuentes primarias diversas publicaciones científicas, nuestro caso de estudio son las investigaciones neurocientíficas que utilizan electroencefalogramas (EEG) en aulas. Planteamos que son los lugares híbridos, entre el campo y el laboratorio, los que permiten investigar prácticas sociales.

Palabras clave: ciencias de campo; ciencias de laboratorio; lugares híbridos; EEG; prácticas sociales

Procedencia: Recibido el 31/05/2023, aprobado el 18/10/2023 y publicado el 25/10/2023.

DOI: <https://doi.org/10.33255/3469/1644>

Autoría: *Centro de Ciencia, Tecnología y Sociedad (Universidad Maimónides). Argentina.

Contacto: sosiuk_gm@hotmail.com



How to investigate a social practice? The hybrid places between the laboratory and the field

Abstract

In this article, we ask: how do scientists design new places to investigate social practices? To answer this question, we draw on contributions from Science, Technology and Society Studies and the Philosophy of Science. In particular, we inquire into how the different places of research condition the processes of knowledge production. We focused on the studies that analyzed the field as a place of research and how it is articulated with laboratory practices. Although several studies have analyzed research in the field in Argentina, few have analyzed the specific characteristics of scientific field practices and how they allow the transformation of social practices. Taking as primary sources several scientific publications, our case study is the neuroscientific research that uses electroencephalograms (EEG) in classrooms. We argue that it is the hybrid places, between the field and the laboratory, that allow to investigate social practices.

Keywords: field sciences; laboratory sciences; hybrid places; EEG; social practices

Como investigar uma prática social? Os espaços híbridos entre o laboratório e o campo

Resumo

Neste artigo perguntamos: Como os cientistas desenham novos espaços para investigar práticas sociais? Para responder, recorreremos às contribuições dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e da Filosofia da Ciência. Em particular, indagamos como os diversos espaços de investigação condicionam os processos de produção de conhecimentos. Focalizamos em estudos que analisaram o campo como lugar de pesquisa e como ele se articula com as práticas de laboratório. Embora vários trabalhos tenham analisado as pesquisas de campo na Argentina, pouco fizeram para problematizar quais são as características específicas das práticas científicas de campo e como elas permitem que as práticas sociais sejam transformadas. Tomando diversas publicações científicas como fontes primárias, nosso caso de estudo são pesquisas neurocientíficas que utilizam eletroencefalogramas (EEG) em salas de aulas. Argumentaremos que são os lugares híbridos, entre o campo e o laboratório, que permitem a investigação das práticas sociais.

Palavras-chave: ciências de campo; ciências de laboratório; lugares híbridos; EEG; práticas sociais

Introducción

En los últimos años, diversas escuelas chinas usaron encefalogramas (EEG) portátiles en estudiantes, con la finalidad de monitorear sus actividades cerebrales. Estos monitoreos ayudarían a mejorar los procesos de aprendizaje, al evidenciar el estado de involucramiento y atención de cada estudiante (Wang, Hong y Tai, 2019). Este proceso fue antecedido por el desarrollo de diversas investigaciones en el campo de las neurociencias, que emplearon instrumental de laboratorio, como los EEG, en aulas, con el fin de investigar y mejorar las prácticas educativas (Dahlstrom-Hakki, Asbell-Clarke y Rowe, 2019). Los lugares donde se realizan las investigaciones no son laboratorios o aulas ordinarias. En algunos casos, el investigador simula una clase ordinaria en su laboratorio para realizar experimentos. En otros, adapta aulas ordinarias. Nuestra pregunta de investigación es: ¿por qué estos lugares permiten investigar prácticas sociales, como las educativas? Para ello, analizaremos qué rol específico cumplen los investigadores, los profesores y los alumnos en las investigaciones, cómo se adaptan los instrumentos científicos –los EEG, en particular– a las aulas y cómo se controlan variables, para plantear explicaciones.

Los avances en neurociencias están cambiando las prácticas de enseñanza y aprendizaje. Según Fontanillo López, Li, y Zhang (2020), el uso de EEG es una de las técnicas de registro de actividad cerebral más extendidas. Actualmente, los EEG portátiles junto con las interfaces cerebro-computadoras (*brain-computer interface*, BCI) son más baratos, accesibles, de diseño simple y permiten el rápido estudio del cerebro humano, sin necesidad de tener conocimientos previos sobre electrónica e ingeniería (Dadebayev, Goh y Tan, 2021). En el sector educativo, los EEG se utilizan para realizar un seguimiento del rendimiento de los estudiantes, buscando mejorar la experiencia de aprendizaje (Xu y Zhong, 2018). Sin embargo, existe escepticismo acerca de la utilidad de los EEG portátiles. Los EEG están en estado de desarrollo y presentan dificultades por errores de medidas e inconvenientes para usarse en muestras a gran escala y por períodos extendidos. Sin embargo, según Bashir et al. (2022), podrían utilizarse extensivamente en educación si, en un futuro cercano, se superan dichas dificultades.

En buena medida, los avances de la neurociencia educacional se debieron al desarrollo de nuevos lugares de investigación: laboratorios que simulan aulas y aulas convertidas en laboratorios (Mauro, 2020). En este sentido, el caso de estudio es relevante porque nos ayudará a profundizar en una temática ampliamente discutida por los estudios sociales de la ciencia y la tecnología (ESCyT): la relación entre los lugares de investigación y los procesos de producción de

conocimientos (Henke y Gieryn, 2008). En este trabajo, retomaremos los aportes de Gieryn (2000) sobre qué es un lugar, desde una mirada sociológica. El autor nos invita a pensar cómo los recortes espaciales, los arreglos de infraestructura, las formas de organización social, la disposición ordenada de instrumentos y la circulación estabilizada de materiales contribuyen al desarrollo de prácticas específicas. Así, y desde un punto de vista sociológico, un lugar se puede definir como el espacio físico diseñado, o intervenido, para realizar una práctica¹.

Para abordar nuestra pregunta de investigación, nos centraremos en el laboratorio y el campo como lugares de la ciencia. Plantearemos que el laboratorio es un lugar reservado para producir conocimientos, como lo señaló Shapin (1991) cuando analizó los primeros laboratorios del siglo XVII. Complementariamente, plantearemos que el campo es, desde el punto de vista del investigador, un lugar de otros: un espacio físico donde se realizan otras prácticas sociales². Según Kohler (2002a), en el campo, el investigador trabaja junto a paisajistas, avistadores de aves, turistas, entre otros actores sociales. El trabajo de Kohler se centró en los campos de trabajo de los biólogos, como selvas, desiertos y montañas. Nuestra definición es más amplia y abarca otros lugares donde se realizan, simultáneamente, investigación y otras prácticas sociales, como lo observó Miller y O'Leary (1994) para las fábricas, Mol y Law (2004) para los centros médicos, Henke (2000) para las granjas, Sosiuk (2020a) para las áreas naturales protegidas y Mauro (2020) para las aulas.

Plantearemos que, con la finalidad de investigar prácticas sociales, los científicos trabajan en lugares híbridos, entre el campo y el laboratorio. En el lugar híbrido, el investigador busca simular las prácticas de otros dentro de su laboratorio, o adaptar el campo para experimentar. Otros autores analizaron los híbridos entre el campo y el laboratorio (Henke, 2000; Kohler, 2002a; Vetter, 2016). Nosotros buscamos explicar por qué permiten investigar prácticas sociales, una cuestión menos analizada. Para ello, nos centramos en tres aspectos de los procesos de producción de conocimiento: las dinámicas organizacionales entre los científicos y otros actores sociales, el rol de los instrumentos y las formas de explicación. Observaremos cómo estas dimensiones se desarrollan, de manera específica, en el campo y en el laboratorio y, posteriormente, cómo se presentan en los lugares híbridos.

Solo recientemente, algunos autores argentinos, en el marco de los ESCyT, discutieron la especificidad de las ciencias de campo, en línea con la propuesta de Kohler (2002a). Martín Valdez (2019) analizó cómo los biólogos que estudian yagaretés comparten prácticas y conocimientos con los cazadores. Estos, habituados a trabajar en las selvas del noreste argentino, enseñan a los investigadores cómo rastrear a los yagaretés y a interpretar sus huellas. Sosiuk

(2020b) indagó en cómo la distribución y las características de los pingüinos a lo largo de la costa patagónica permitieron la emergencia de nuevas agendas de investigación, preocupaciones conservacionistas y el ecoturismo basado en fauna. Mauro (2020) analizó el desarrollo de nuevas epistemologías en el campo de la neurociencia educativa, gracias al acoplamiento entre las aulas y los laboratorios. Sosiuk y Martín Valdez (2021) observaron que los conceptos de los biólogos de campo definen, simultáneamente, qué es la naturaleza y qué se puede hacer con ella. Nuestra investigación busca profundizar en las dinámicas organizacionales, instrumentales y epistémicas de los lugares de la ciencia, en particular cuando articulan laboratorios y el campo.

El texto se organiza de la siguiente manera: en primer lugar, presentamos la metodología utilizada; a continuación, caracterizamos al laboratorio y al campo como lugares de investigación; en tercer lugar, presentamos una breve introducción al desarrollo de la neurociencia educativa; seguidamente, desarrollamos nuestro caso de estudio; por último, discutimos las características de los lugares híbridos. En las conclusiones explicamos por qué los lugares híbridos permiten investigar prácticas sociales.

Metodología

En tanto nos interesa indagar en las formas de organización, el rol de los instrumentos y las formas de explicar de los neuroeducadores que usan EEG en aulas, utilizaremos como fuentes primarias publicaciones científicas. Así, y siguiendo los estudios en filosofía de las prácticas científicas, especialmente la filosofía de las neurociencias, analizaremos artículos científicos de neuroeducadores (Barberis, Itatí Branca y Nicolás Venturelli, 2017; Sullivan, 2017). Consideramos que las publicaciones nos permiten observar maneras de producir conocimientos socialmente aceptados, en tanto atraviesan un proceso de evaluación por pares. Sumado a que las tres investigaciones que analizaremos fueron señaladas como relevantes por Dahlstrom-Hakki et al. (2019) para los neurocientíficos interesados en usar EEG en aulas, podemos plantear que nuestro análisis dará cuenta de una forma colectivamente aceptada de producir conocimientos. Analizaremos tres investigaciones en profundidad: a) Dikker et al. (2017), realizada en una escuela secundaria de Nueva York; b) Poulsen et al. (2017), realizada en un laboratorio de la Technical University de Dinamarca, y c) Ko et al. (2017), realizada durante las clases de un curso universitario en la National Chiao Tung University de Taiwán. Escogimos esas publicaciones porque, a la vez que abordan una variedad de diseños experimentales, presentan de manera clara las dimensiones de los procesos de producción de conocimientos que

analizaremos. Complementariamente y como fuentes secundarias, utilizamos otros trabajos sobre la historia y el desarrollo de las neurociencias. En tanto los estudios con EEG en aulas son de desarrollo reciente, encontramos diversas revisiones bibliográficas que dan cuenta de los avances y limitaciones de los experimentos en neurociencia educacional (Bashir et al., 2022; Dadebayev et al., 2021; Ibanez, 2022; Värbu, Muhammad y Muhammad, 2022; Vidal y Ortega, 2020). Planteamos tres dimensiones de análisis para comprender los procesos de producción de conocimientos en los lugares híbridos: a) Organizacional. Aquí analizamos cómo el investigador interviene, o no, en las clases, qué rol cumplen los alumnos y los profesores en las investigaciones. En los artículos, esta información está detallada en la sección «Metodología» (también, en algunas ocasiones, en la sección «Aspectos éticos»), y es muy relevante para los neuroeducadores, ya que se busca interrumpir lo menos posible las clases y que los sujetos de prueba sean alumnos y profesores ordinarios. b) Instrumental. Aquí analizamos cómo se usan los EEG en los estudiantes y qué otro tipo de instrumental se emplea. En general, se utilizan encuestas o exámenes para observar las apreciaciones de los estudiantes sobre los contenidos educativos y comparar sus resultados con los registros producidos por los EEG. Esta información también se encuentra en la sección metodológica. c) Explicativa. Aquí nos interesa ver cómo los investigadores controlan variables para producir explicaciones y establecer que los registros producidos por los EEG son indicadores de los estados mentales de los estudiantes (y no de otros factores, como cambios en la iluminación o movimientos de la cabeza). En los artículos que analizamos, esta información se encuentra en la sección «Metodología» y en «Análisis de los resultados». Controlar variables y establecer explicaciones sólidas es muy importante, ya que las aulas son lugares mucho más complejos que los laboratorios y, por ende, los resultados pueden ser alterados por una multiplicidad de factores.

Antecedentes sobre el laboratorio y el campo

Los primeros laboratorios del siglo XVII fueron diseñados por los investigadores como lugares reservados para producir conocimientos, mediante la restricción del acceso a otros actores sociales (Shapin, 1991). Aunque las investigaciones tenían que ser públicas, esto se logró mediante diseños arquitectónicos que permitían a los transeúntes ver qué pasaba dentro de los laboratorios, a través de ventanas, mas no intervenir los procesos de producción de conocimiento (Livingstone, 2003, pp. 44-57). En algunas ocasiones, las investigaciones se publicaban mediante exposiciones públicas, donde los visitantes podían ver

los resultados de los experimentos (Collins, 1988). En los siglos siguientes, la profesionalización e institucionalización de la investigación científica multiplicó y diversificó los lugares reservados para producir conocimientos (Salomon, 1997). Desde el punto de vista del científico, el campo es un lugar de otros, espacios utilizados para otras prácticas sociales, no utilizados principalmente para producir conocimientos. McCook (2011) diferencia entre dos tipos de campos: los *wild landscapes*, lugares deshabitados y salvajes, y los *working landscapes*, lugares utilizados para otras prácticas sociales. Sin embargo, las diferencias entre los campos salvajes y de trabajo son más bien de grado, porque, incluso cuando los investigadores trabajan sobre campos salvajes, dependen de otros para acceder al lugar. Por ejemplo, cuando Darwin exploró las Islas Galápagos, fue acompañado por la flota Real Británica, que buscaba nuevos lugares para expandir su poderío político y comercial (Browne, 1992).

A continuación, discutimos tres dimensiones que permiten ver similitudes y diferencias entre el campo y el laboratorio.

a) La organización de las investigaciones

Dentro de los laboratorios, los expertos son los que organizan las prácticas científicas. Como señaló Kohler (2002b), los laboratorios devinieron el lugar más legítimo para producir conocimiento porque había expertos adentro: «*Experts in, true knowledge out*». Este planteo no implica afirmar que en los laboratorios los investigadores trabajan de manera aislada. Mucho del trabajo de laboratorio está condicionado por los intereses de otros actores. Sin embargo, los condicionamientos a las investigaciones son más bien, de manera indirecta, por ejemplo, a través de las relaciones de recursos que necesita el científico para investigar (Knorr Cetina, 1996). Mientras que, en el campo, lo que se puede hacer o no depende directamente de la forma en cómo los investigadores se relacionan con los usuarios del lugar (McCook, 2011). Estos no son simples elementos de la investigación, sino sujetos del lugar, que tienen sus propias prácticas, organización espacial y objetivos. En algunos casos, los habitantes del lugar son expulsados por la fuerza para permitir el desarrollo de las investigaciones (De Bont, 2017). En los casos en los que los usuarios del lugar cooperan, el desarrollo de la investigación deriva, justamente, de cómo el investigador aprende los usos y prácticas específicas del lugar en cooperación con otros, a través de, por ejemplo, un proceso de aprendizaje recursivo (Gross y Hoffmann-Riem, 2005).

b) Los instrumentos de investigación

Daston y Galison (1992) resaltan el rol de los instrumentos de investigación, que median entre el investigador y sus materiales de trabajo, en la producción de conocimientos objetivos. Los instrumentos de laboratorio no solo aportan exactitud a las observaciones, sino que también impiden la intromisión de la subjetividad del investigador en la interpretación de los resultados. Los autores plantean que, cuando la autodisciplina humana flaqueaba, los instrumentos tomaban el control. Desconfiados de la mediación humana entre la naturaleza y la representación, los investigadores recurrieron a imágenes producidas mecánicamente para eliminar toda intervención sospechosa. Hacking (1992, p. 30) planteó que las ciencias de laboratorio se autojustifican, en tanto construyen un sistema cerrado que es, esencialmente, irrefutable:

Son una autorreivindicación en el sentido de que cualquier prueba de la teoría es contra el aparato que ha evolucionado junto con ella, y junto con los modos de análisis de datos. A la inversa, el criterio para el funcionamiento de los aparatos y para la corrección de los análisis es, precisamente, la adecuación a la teoría.

Las paredes de los laboratorios permiten a los investigadores ganar control sobre su material de investigación. En los laboratorios, la naturaleza salvaje es reposicionada en un ambiente técnico y cultural que le da todo el poder al investigador. Los materiales de investigación son selectivamente movilizados a los laboratorios, filtrados, convertidos en manipulables, desinfectados y domesticados (Knorr Cetina, 1999). Por estas características, los laboratorios permiten producir fenómenos que nunca, o rara vez, suceden por fuera de sus paredes, por ejemplo los láseres (Hacking, 1992). En algunos casos, los nuevos entes producidos en los laboratorios pueden cambiar o producir nuevos intereses sociales, a través de traducciones, clásico argumento de Latour (1983) para señalar que no se pueden presuponer categorías sociales para explicar las producciones de los laboratorios. En lo que sigue del texto, preferimos sustituir el término «fenómeno» por «producto,» porque nos parece menos ambiguo y se ajusta con la terminología materialista de Hacking (1992).

Los investigadores de campo suelen apropiarse técnicas e instrumentos propios del lugar para producir conocimientos, como el avistaje de aves y el paisajismo (Kohler, 2002b). Así, el instrumental de campo, más que destacar por su diseño con fines científicos, como sucede en los laboratorios, destaca por sus conexiones y similitudes con las herramientas de otros actores sociales. Los investigadores de campo buscan producir resultados en función de las expectativas de los usuarios del lugar, como nuevas plantaciones (McCook,

2011), restaurar el ecosistema (Lorimer y Driessen, 2014) o mejorar las capturas pesqueras (García, 2014).

Nuestra diferenciación no niega que muchos investigadores de laboratorio adopten, para producir conocimientos, instrumental de otras prácticas sociales. Por ejemplo, los primeros laboratorios académicos de química alemanes utilizaron los instrumentos que había desarrollado la industria química (Jackson, 2016). Tampoco niega que los investigadores movilizan instrumental de laboratorio al campo, como lo señaló (Kohler, 2002a). Más bien, nuestra diferenciación pretende resaltar cómo el campo y el laboratorio presentan diferentes potencialidades para desarrollar nuevos instrumentos de investigación.

c) La importancia del lugar en la explicación

Los laboratorios están diseñados para separar el material de investigación de posibles contaminantes, tanto naturales como humanos. Así, se convierten en «lugares sin lugar», más o menos libres de las vicisitudes y promiscuidades del exterior (Kohler, 2002b). Según Guggenheim (2012), el laboratorio es un procedimiento (más que un espacio físico *per se*) que produce una separación entre un exterior (un entorno que se considera insignificante para alguna reivindicación epistémica o invención tecnológica) y un interior (un entorno parcialmente controlado que se considera relevante para la reivindicación o invención). Las agencias humanas y no-humanas, en el campo, no pasan por el mismo filtro cultural y material de los laboratorios. En el campo, las agencias del lugar pueden dominar al investigador (como tormentas, pestes, invasores). Por estos motivos, Kohler (2002b) planteó que, en el campo, el investigador vive, muchas veces, su impotencia para dominar su entorno y ordenarlo a fin de producir conocimientos. Esto no quiere decir que el campo sea algo que preexiste a la investigación o que simplemente se imponga sobre el investigador. Como nos permite observar el trabajo de Browne (1992), los investigadores interpretan e intervienen sobre los nuevos lugares en función de sus ideologías y capacidades técnicas.

Las ciencias de campo se caracterizan por analizar al lugar como una dimensión epistémica que permite comprender y explicar los materiales investigados (Sosiuk y Martín Valdez, 2021). Por ejemplo, comprender cómo la ubicación de las granjas de café y sus tipos de cultivo contribuían al crecimiento de hongos permitió el desarrollo de controles de plagas más efectivos (McCook, 2011). El trabajo de Grodwohl, Porto y El-Hani (2018) señala que, frente a la complejidad del lugar, dada por las múltiples variables que afectaban a los materiales investigados, los investigadores de campo terminaron por aceptar

las variaciones en los resultados. En el campo, es mucho más complejo aislar los efectos de una variable sobre los registros producidos y, por ende, producir resultados estables. Por estos motivos, los científicos de campo buscan lugares simplificados para investigar, como la ladera de una montaña, donde los cambios solo estarían dados por las variaciones de altitud (Kohler, 2002a).

El laboratorio es un lugar simplificado respecto de la complejidad que presenta el campo, y por ello se pueden controlar variables. La simplicidad del lugar permite aislar la acción de un estímulo experimental sobre un registro producido y, así, obtener gran validez interna. Ahora bien, los laboratorios no garantizan validez externa, o sea, no siempre se pueden extrapolar esos resultados a otras condiciones en el exterior. La validez externa está dada por estudiar al material en su propio lugar, es decir, manteniendo o alterando mínimamente la complejidad del lugar, dada por la multiplicidad de variables que afectan al material de investigación. Entonces, no se suprimen variables y no se simplifica el lugar, como en los laboratorios (Ansell y Bartenberger, 2016).

La Tabla 1 resume las dimensiones discutidas.

Tabla 1. Caracterización del campo y el laboratorio

	Laboratorio	Campo
Definición	Espacio físico diseñado y reservado para investigar	Desde el punto de vista del investigador, el campo es el lugar de otros
Organización	El laboratorio es dirigido por expertos	El investigador negocia con otros actores sociales que se puede hacer en el lugar
Instrumentos	Diseñados específicamente para producir conocimientos	El investigador suele apropiarse prácticas y herramientas del campo
El rol del lugar en la explicación científica	El material es analizado en un lugar sin lugar (purificado y filtrado) y el estímulo experimental es el que explica	La explicación debe tomar en cuenta la complejidad del lugar

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis precedente.

Neurociencia educacional, una introducción a los casos de estudio

El crecimiento y consolidación de las neurociencias, en las últimas décadas, implicó una fuerte vinculación entre el estudio del cerebro y el estudio del comportamiento y la cognición. Las neurociencias empezaron a aumentar sus

áreas de influencia creando neurodisciplinas (Vidal y Ortega, 2020), que vinculan los estudios neurocientíficos con otras áreas de investigación, generalmente de las ciencias sociales, como, por ejemplo, la neurofilosofía, la neurosociología, la neuroantropología y el neuroderecho (*neurolaw*). La neurociencia educativa busca comprender la relación entre el cerebro y los procesos de aprendizaje, para mejorar las prácticas de enseñanza (Della Sala y Anderson, 2012). Tanto en términos teóricos y metodológicos, es heredera de la psicología cognitiva y la psicología educativa, y está atravesada por tensiones entre el control experimental y la validez externa de los resultados. Estas relaciones fueron señaladas por Ibanez (2022). El autor diferencia entre la «cognición domesticada en una jaula de oro» y «la cognición silvestre». La primera implica estudiar la cognición en una situación aislada con estímulos artificiales, instrucciones explícitas, dirigidos a procesos cognitivos únicos. La segunda implica estudiar procesos cognitivos entrelazados, sin instrucciones explícitas, en espacios sociales con varios sujetos.

Por un lado, las investigaciones de laboratorio, herederas de la psicología cognitiva, están restringidas en sus conclusiones sobre el aprendizaje y la enseñanza, debido al control de variables y a los instrumentos que utilizan. Estos son los estudios de la cognición domesticada en una «jaula de oro». En un laboratorio se sitúa una persona sola frente a una computadora respondiendo preguntas o dando alguna señal, como apretar un botón, para observar procesos cognitivos. En los casos de experimentos en neurociencias cognitivas, se controla aún más la situación, ya que los instrumentos –por ejemplo, un resonador magnético funcional– requieren que el sujeto esté quieto, limitando las posibilidades de la tarea y la acción del participante. Por lo tanto, los vínculos entre las condiciones del laboratorio y las condiciones de aprendizaje comunes son frágiles. Por otro lado, muchas investigaciones de campo se caracterizan por ser descriptivas y tener dificultades para realizar correlaciones. Estos son los estudios de la «cognición silvestre». Aunque pueden generar una interpretación sobre las dinámicas que ocurren en el aula y los elementos importantes para el aprendizaje, no logran establecer cuál es la mejor intervención experimental, dado cierto objetivo pedagógico (Mauro, 2020).

Dadas las limitaciones señaladas, en disciplinas como la psicología educativa y la psicología cognitiva existen tradiciones muy establecidas de realizar experimentos en el aula, es decir, experimentos en el campo, llamados «experimentos de diseño» (*design experiments*) (Brown, 1992). Esta tradición utilizó investigaciones cuasiexperimentales en las aulas para comparar los resultados de diferentes intervenciones. Las investigaciones

permitieron determinar cuáles intervenciones se acercaban más a algún fin definido (por ejemplo, incrementar el rendimiento en matemáticas) y mejorar los diferentes métodos de enseñanza (McCandliss, Kalchman y Bryant, 2003). En buena medida, la interfaz entre el aula y el laboratorio permite configurar las aplicaciones potenciales de las investigaciones (Smulski, 2018).

Como habíamos señalado, la mayoría de las mediciones neurocognitivas residen en los laboratorios, donde se pueden realizar experimentos controlados. Suelen implicar una gran simplificación de los procesos de aprendizaje. Por ejemplo, una persona en un resonador magnético funcional apretando un botón frente a estímulos visuales. No obstante, algunas investigaciones utilizan instrumentos neurocognitivos multimodales para medir el conocimiento implícito en contextos de aprendizaje más complejos. Las herramientas que han tenido mejor resultado son los *eye-trackers* (seguimiento de ojos), el EEG y la espectroscopía funcional del infrarrojo cercano (*functional near-infrared spectroscopy*). Los procesos cognitivos más medidos son la atención, la memoria a corto plazo y la memoria a largo plazo (Dahlstrom-Hakki et al., 2019). Al poder sacar estos instrumentos del laboratorio, se pueden medir procesos cognitivos en lugares más parecidos a aquellos con condiciones de aprendizaje ordinarias. Estos lugares presentan un gradiente entre cuánto se parecen a las condiciones del experimento neurocognitivo o a las de una clase común. Si nos restringimos a los experimentos con EEG, encontramos una gran variedad en su diseño experimental, que pueden tener mayor o menor validez externa, o sea, mayor o menor semejanza a una clase ordinaria.

Casos de estudio: el uso de EEG en aulas para estudiar las prácticas educativas

El EEG es una técnica neurofisiológica para detectar y analizar la actividad eléctrica en el cerebro. El procedimiento consiste en colocar varios electrodos en el cuero cabelludo. Cada electrodo envía una señal a una máquina llamada electroencefalógrafo, que muestra la fluctuación rítmica de la actividad eléctrica del cerebro (ondas cerebrales), visualmente, como una línea ondulante. Estos registros del EEG pueden usarse para interpretar diferencias en la actividad cerebral, que se correlacionan con estados de sueño-vigilia, atención, consolidación de memoria, entre otros fenómenos. En los últimos años, los avances tecnológicos permitieron el desarrollo de EEG portátiles, que se pueden utilizar por fuera de los laboratorios. A su vez, nuevos softwares, equipo informático y modelos matemáticos permiten interpretar las respuestas de los EEG de manera mucho más rápida. Además, los registros de los EEG se pueden visualizar

en pantallas de computadora, a través de dispositivos BCI, habilitando la interpretación y modificación de los estados mentales en tiempo real (Belda García, 2018). Evidentemente, esta presentación es una simplificación de las investigaciones con EEG y solo busca orientar la lectura.

Antes de pasar al análisis de las investigaciones con EEG en aulas, es necesario señalar algunas cuestiones que tienen en común. Todos los investigadores resaltaron que las investigaciones de laboratorio eran insuficientes, ya que solo analizaban aulas simplificadas. En efecto, los estudios de laboratorio no reproducen las condiciones de un aula, ya que participan uno o pocos sujetos experimentales y no se estudian dinámicas sociales, a través del tiempo. Los investigadores utilizan expresiones que dan cuenta del pasaje del laboratorio al aula. Por ejemplo, la frase «*real-world classroom settings*» (Ko, Komarov, Hairston, Jung y Lin, 2017) da cuenta del esfuerzo por estudiar una clase ordinaria, y no simplificada como en los laboratorios. Dejamos algunas en el análisis, todas entrecomilladas, para ilustrar cómo piensan los investigadores su trabajo en las aulas. Los investigadores resaltan que utilizan equipo «barato y confortable», dado que buscan mejorar el aprendizaje en «contextos de clases reales» y, por ende, el equipo debe ser costeable para el sistema educativo y no alterar el curso ordinario de la clase. Como señalaron Poulsen, Kamronn, Dmochowski, Parra y Hansen (2017), muchos métodos para medir los estados mentales son intrusivos e «irreales en la vida diaria». Un problema para los investigadores fue corroborar si los EEG portátiles funcionarían en un salón de clases, ya que es un contexto mucho más complejo que los laboratorios. Para ello, realizaron diversos esfuerzos de control de variables.

El trabajo de Poulsen et al. (2017) utilizó EEG portátiles en nueve estudiantes para medir la correlación entre sujetos de sus respuestas neuronales evocadas por un video. Se utilizó un video porque proveía un balance entre el «realismo de una clase común», es decir, un video es utilizado ordinariamente para dar clases, y la reproducibilidad necesaria para repetir el experimento. La premisa es que los sujetos más comprometidos (*engaged*) con el contenido del video exhibirán respuestas neuronales correlacionadas, tanto a través de los sujetos (*inter-subject correlation*, ISC) como de las repeticiones para un mismo sujeto (*inter-viewing correlation*, IVC). Así, un alto ISC evidenciaría mayor compromiso con el contenido del video. Para verificar esa hipótesis, tras el experimento los investigadores pidieron a los sujetos que describieran las escenas más impactantes del video. Estas coincidieron, temporalmente, con los picos de ISC. Los investigadores señalaron que, para «situaciones menos controladas y clases de todos los días», es necesario verificar la reproductibilidad de las investigaciones a través de las clases. Para ello, compararon el ISC

de diversos individuos y grupos frente al mismo estímulo. Otro nivel de control refirió a la siguiente pregunta: ¿el ISC respondía al argumento del video o a sus estímulos visuales? Para ello, un segundo grupo vio el mismo video, pero con las escenas entremezcladas. Este método buscó crear una línea de base con los mismos estímulos visuales, pero reduciendo el compromiso (ya que en el video con las escenas entremezcladas se perdía el argumento).

El trabajo de Ko et al. (2017) analiza la atención sostenida a partir de cambios en el espectro de frecuencias eléctrico producido por los EEG en un «ambiente real de clase». Los investigadores señalan que la atención sostenida es un componente fundamental de la atención caracterizada por la disposición a detectar señales raras e impredecibles, que ocurren durante períodos prolongados de tiempo. La investigación se realizó en un aula y curso ordinario. Todos los dieciocho sujetos experimentales estaban tomando un curso educativo y fueron evaluados de igual manera que los que no participaron. Así, todos estaban «naturalmente» motivados para seguir el curso de un semestre. Para medir la atención visual, durante las clases, imágenes y figuras geométricas (estímulos) aparecían en la pantalla (utilizada por el profesor, ubicada al frente del aula y con su contenido educativo ordinario), aleatoriamente. Los estudiantes tenían un celular para informar qué figura aparecía. Así, la atención sostenida se asociaría a respuestas rápidas, mientras que las lentas se vincularían a la fatiga mental. Según los investigadores, uno de los métodos electrofisiológicos más comunes para estudiar la actividad cerebral es la identificación de las características espectrales de las señales electroencefalográficas y las regiones del cerebro donde hay un cambio en estas características, bajo diferentes condiciones. El estudio observó que las respuestas lentas diferían de las rápidas en términos de las variaciones espectrales en las bandas de frecuencias registradas por los EEG. Las respuestas lentas fueron precedidas por un incremento en las frecuencias delta y theta sobre la región occipital, y un decrecimiento en la frecuencia beta sobre la región occipital y temporal. De esta manera, se pudo vincular la velocidad de las respuestas a los registros producidos por los EEG, e interpretarlas como los estados de atención/fatiga de los estudiantes. Los autores señalaron que la presencia de una variedad de factores de distracción en un «aula real» hace que sea un desafío examinar los cambios en la actividad cerebral, relacionados con las variaciones en el nivel de atención, y verificar las conclusiones obtenidas en el laboratorio. Para controlar los resultados, se grabaron las caras de los estudiantes y, luego, se repasaron los videos para verificar que el alto tiempo de respuesta se relacionase con la disminución del tiempo de reacción, y no con otros factores (mal uso del celular, por ejemplo). Complementariamente,

las señales de EEG «contaminadas» por artefactos (actividad muscular, saltos, movimiento ocular y ruido ambiental) fueron manualmente eliminadas.

El trabajo Dikker et al. (2017) busca vincular procesos neuronales con el compromiso del grupo (*group engagement*), en contextos del «mundo real». Los autores resaltan que las aulas son interesantes lugares de investigación para la neurociencia, ya que proveen un contexto «ecológicamente naturalista», pero «semicontrolado». La hipótesis del trabajo es que la sincronización de la actividad neuronal predeciría el compromiso de los estudiantes y la dinámica social. El experimento se realizó a lo largo de un curso universitario ordinario (once clases de cincuenta minutos, durante un semestre). La investigación fue lo más «desestructurada posible» para que los estudiantes se concentrasen en la clase, sus compañeros y el profesor. El experimento consistió en dividir la clase en diversas modalidades de enseñanza: lectura, videos y grupos de discusión. La lectura en voz alta se canceló después de cinco clases, porque no cumplía con los objetivos de aprendizaje. Para calcular la Interdependencia Total (IT) entre los procesos neuronales de los estudiantes, tomaron las señales brutas del EEG, las descompusieron en sus frecuencias (*frequency bins*) y calcularon la suma de la coherencia intercebral entre pares de estudiantes, para cada frecuencia. Así, identificaron los espectros de frecuencia y, por ende, las señales cerebrales de interés para la investigación. Indagaron si la IT variaba en función de la modalidad de enseñanza para saber cuál facilitaba el aprendizaje. Complementariamente, realizaron un cuestionario a los estudiantes para que puntuasen las modalidades de enseñanza y, así, estimar el nivel de involucramiento en la clase. De esta forma, investigaron si las puntuaciones de los estudiantes eran más altas para las modalidades de enseñanza que presentaban mayor IT. Respecto del control de variables, una cuestión que abordaron los investigadores fue: ¿la IT se explicaba por el contenido de las clases o por la dinámica social del grupo? Para dar respuesta, realizaron otro cuestionario a los estudiantes sobre afinidad, empatía y cercanía con sus compañeros. Luego, verificaron si la IT se vinculaba más con el contenido de las clases o con la dinámica social del grupo. Además, controlaron si el contacto visual afectaba la IT. Previo a la clase, indicaron a pares de estudiantes que se mirasen durante dos minutos cara a cara. Luego, observaron qué niveles de sincronización tenían durante la clase y cómo variaban en función de dónde se ubicaban en el aula. Por último, controlaron que la IT no se vinculara a factores externos al compromiso, por ejemplo, a movimientos de cabeza sincrónicos impulsados por el entorno, que crean artefactos similares en las grabaciones de EEG. Para controlar estos artefactos, utilizaron un giroscopio sobre las cabezas de los estudiantes y,

luego, eliminaron las respuestas de los EEG a esos movimientos de cabeza de los análisis. Para darle mayor validez a la investigación, los autores señalan que cada una de las once clases fue un experimento –por ende, este se repitió once veces– y que los resultados obtenidos fueron similares respecto de otros estudios con escuelas y grupos distintos.

Discusiones

Según lo visto en el apartado previo, la investigación con EEG comienza por la movilización del investigador a las aulas. Allí, el investigador está en el lugar de otros, está en el campo: un espacio físico diseñado y reservado para educar, no para hacer ciencia. Sin embargo, cuando el investigador accede a las aulas, cambia el lugar y lo transforma en un espacio para investigar, como si fuese un laboratorio. Las aulas-laboratorios, donde se realizaron las investigaciones citadas, son, desde el punto de vista del científico, un lugar de otros y, al mismo tiempo, un lugar para la ciencia: son un lugar híbrido. Los lugares híbridos se pueden caracterizar a partir de las tres dimensiones discutidas en la sección primera.

a) La organización de la investigación

Observamos que el objetivo de los investigadores es analizar el proceso educativo «en el mundo real», con la finalidad de proponer mejoras para el aprendizaje. Ahora bien, las formas en que los investigadores organizaron las investigaciones reproducen una clase ordinaria en distintos grados. Vamos de las clases más simples a las más complejas. En la investigación de Poulsen et al. (2017), el experimento se parece poco a una clase: si bien cuenta con una cantidad considerable de estudiantes (respecto de los estudios de laboratorio), los materiales educativos son videos cortos y no hay un profesor. El trabajo de Ko et al. (2017) se realiza durante un curso ordinario, con un profesor y el contenido educativo correspondiente. Sin embargo, no es un curso ordinario, ya que el investigador introduce estímulos visuales sobre las pantallas y pide a los estudiantes que los identifiquen en sus celulares. Esto, claramente, no es parte de una clase ordinaria. Consideramos que la investigación de Dikker et al. (2017) es la que investiga la práctica educativa de manera más plena. Su experimento se realiza también a lo largo de un curso ordinario, pero a diferencia del caso previo, no introduce un estímulo totalmente extraño al aula. Simplemente, instruye a los profesores para que estructuren la clase en diversas modalidades de enseñanza (de por sí, bastante comunes). En la investigación de Dikker et al. (2017), la intervención del

investigador es mínima y la reproducción del proceso investigado, la clase, es máxima. Es decir, el investigador interviene lo menos posible una clase, con la finalidad de estudiarla como es en «realidad», o sin alterarla drásticamente. A tal punto se respeta la dinámica de la clase que una de las modalidades de enseñanza del experimento (la lectura en voz alta) fue cancelada porque no cumplía con los fines educativos. En el primer caso los estudiantes eran los objetos experimentales de la investigación, ya que debían seguir las instrucciones del investigador. En los últimos dos ejemplos, los estudiantes son, además, sujetos de su propio aprendizaje. Como señaló Ko et al. (2017), los estudiantes del experimento tenían las mismas motivaciones para aprender que los que no participaban. En este sentido, las investigaciones adquieren características de las ciencias de campo, en tanto el investigador debe negociar qué se puede hacer, y que no, con los usuarios del lugar (McCook, 2011). En las aulas-laboratorio el investigador no puede modificar la práctica del lugar, so pena de hacer «irreal» sus investigaciones. Sin embargo, la investigación también tiene características de las ciencias de laboratorio, en tanto es un experto el que dirige la investigación: en los tres casos es un científico el que dispone los EEG y analiza los datos que produce. Parafraseando a Kohler (2002b), se podría plantear: «*experts in the place of others, true knowledge out*». En las aulas-laboratorio se realizan dos objetivos a través de una misma práctica: la investigación científica y el proceso de aprendizaje se realizan a través de la práctica educativa. En las aulas-laboratorio, la mejor organización científica es la que más respeta la organización del lugar.

b) Los instrumentos científicos

Los EEG portátiles son instrumentos movilizados desde el laboratorio de neurociencia a las aulas para aislar y medir actividad bioeléctrica cerebral, traducirla en espectros de frecuencia e interpretarla como los estados mentales de los estudiantes, como el nivel de compromiso (Poulsen et al., 2017) o la atención (Ko et al., 2017). Al igual que en las ciencias de laboratorio, podemos plantear que los EEG y los estados mentales producidos por los EEG se auto-justifican (Hacking, 1992), ya que cualquier prueba contra la interpretación de los estados mentales es contra los EEG y los modelos matemáticos utilizados para interpretar sus respuestas y, complementariamente, el criterio de funcionamiento de los EEG y de corrección de los análisis es la adecuación con la interpretación de los estados mentales. Evidentemente, mucho trabajo de simplificación intermedia ese proceso (por ejemplo, pasar de registros eléctricos a la interpretación de estados mentales) (Leigh Star, 1983). Los EEG pueden ser pensados como instrumental propio de los laboratorios: herramientas espe-

cíficamente diseñadas para filtrar un material de su propio lugar, analizarlo y dominarlo (Knorr Cetina, 1999, p. 215).

Pensando con Hacking (1992), señalamos que la producción de nuevos productos caracteriza a las ciencias de laboratorio y los estados mentales producidos por los EEG dan cuenta de ello. En efecto, estos estados mentales son el producto del uso del EEG sobre la cabeza de los estudiantes, la producción de corrientes eléctricas a través de sus electrodos y la interpretación de los registros producidos. Sin embargo, y de manera ordinaria, muchas veces la atención y el compromiso de los estudiantes son tenidos en cuenta por parte de la comunidad educativa. Por ejemplo, los profesores buscan sostener la atención de los estudiantes mediante la exposición de videos o realizando experimentos en clase, en vez de dar material de lectura. Los exámenes sorpresa pueden servir para medir la atención de los estudiantes durante el curso. Al finalizar algunos cursos universitarios, se realizan encuestas a los estudiantes para saber cómo evalúan el contenido. Como vimos, tanto el trabajo de Dikker et al. (2017) como el de Poulsen et al. (2017) emplearon cuestionarios para saber qué modalidad de enseñanza fue más atractiva y qué parte de los videos llamaron más la atención, respectivamente. Así, la interpretación de los estados mentales no solo implica la autojustificación con los EEG, sino también pruebas de campo, pruebas que ordinariamente utilizan los usuarios del lugar para evaluar sus actividades (Henke, 2000), como las encuestas al finalizar una cursada.

En las aulas-laboratorios no se investiga un proceso material aislado y purificado de su lugar, como en los laboratorios (Knorr Cetina, 1999). Se investiga un proceso material en su totalidad y en su propio lugar. Con esto nos referimos a que se investiga la totalidad de la práctica educativa en aulas ordinarias.

En buena medida, investigar una práctica en su lugar condiciona que los productos de las investigaciones no sean totalmente novedosos. Señalamos que los estados mentales son, ordinariamente, de interés para la comunidad educativa. Ahora bien, esto no quiere decir que nada cambie tras las investigaciones. Los EEG permiten evaluar la atención y compromiso de los estudiantes en tiempo real y, así, hacen visible de manera rápida cuáles son los estados mentales de los estudiantes. En nuestros ejemplos, los estados mentales producidos por los EEG permiten modificar la práctica educativa, potenciando aquellas técnicas de enseñanza que maximizan los rendimientos de los estudiantes o llamando la atención de los estudiantes distraídos. Retomando a Latour (1983), podemos plantear que los registros de los EEG traducen el interés de la comunidad educativa: «Si quieren ver rápidamente que tan atentos

o comprometidos están los estudiantes, deben utilizar los EEG». Ahora bien, más que producir o crear intereses nuevos, las investigaciones en las aulas-laboratorios potencian la capacidad para mejorar la práctica del lugar. Los EEG complementan y mejoran las herramientas propias del aula. Son instrumentos diseñados en laboratorios, pero orientados a las necesidades del campo.

c) El rol del lugar

La domesticación de los materiales de investigación, en un lugar regido por fuerzas culturales, caracteriza a las investigaciones de laboratorios (Knorr Cetina, 1999). La ventaja de los laboratorios, para producir explicaciones, es que son lugares muy controlados. El control se logra por la simplificación del lugar, mediante la supresión de variables. La simplificación consiste en suprimir cualquier factor que pueda intervenir entre el estímulo y los registros producidos. Esto permite aislar los efectos de un estímulo experimental sobre un registro y producir resultados estables. Los laboratorios de neurociencia son mucho más simples respecto de un aula. Por ejemplo, una investigación muy simple puede consistir en emplear un EEG sobre un estudiante: se le pide que se quede quieto y se lo somete a un estímulo educativo, como una imagen, y se miden los cambios en su actividad neuronal. Por estos motivos, las investigaciones en laboratorios de neurociencia dieron gran validez interna a las investigaciones.

Fue la búsqueda de validez externa uno de los factores que llevaron a los neurocientíficos a realizar experimentos en las aulas. Aquí, serían los procesos ordinarios educativos (o con leves modificaciones introducidas por el investigador) los que explicarían los cambios en la atención y el compromiso de los estudiantes. En la investigación de Dikker et al. (2017) y Ko et al. (2017), prácticamente no se altera la complejidad del aula y el curso educativo. En este sentido, y como pasa en el campo, la explicación implica tener en cuenta los procesos y las variables del lugar (Kohler, 2002b). Los neurocientíficos enfrentan la complejidad de las aulas al tratar de producir resultados estables. Sin embargo, más que aceptar la inestabilidad de los resultados, como señaló Grodwohl et al. (2018) para caracterizar a los experimentos de campo, emplean técnicas de control para producir resultados más estables. El control de las variables en las aulas-laboratorio no parte de simplificar el lugar, como en los laboratorios. Más bien, los investigadores buscan identificarlas, medirlas y eliminarlas de los registros producidos por los EEG, mediante técnicas de análisis de datos³. En la investigación de Poulsen et al. (2017) midieron los efectos de los cambios de luminiscencia en los registros de los EEG para suprimirlos y aislar los efectos del estímulo educativo (el argumento del video) sobre el nivel de ISC. En el trabajo de Dikker et al. (2017), para suprimir

los efectos de los movimientos de cabeza sobre los registros de los EEG se utilizó un giroscopio. En ambos casos, el control de variables se logró por el uso de análisis matemáticos sobre los registros producidos. En cambio, en la investigación de Ko et al. (2017), los investigadores grabaron las caras de los estudiantes y, luego de los experimentos, suprimieron manualmente todos los registros alterados por distracciones ajenas a los estímulos visuales (por ejemplo, interacciones entre los estudiantes).

Al igual que en las ciencias de campo, en las aulas-laboratorio se busca estudiar un proceso material en su propio lugar, manteniendo su complejidad y sin simplificarlo. Sin embargo, se diferencian por el esfuerzo en controlar analíticamente las diversas variables del lugar, a fin de aislar los efectos de un estímulo sobre los registros producidos y obtener resultados más estables, como en los laboratorios. De esta manera, se complementa la validez interna, propia de los laboratorios, con la externa, propia de las ciencias de campo. En buena medida, esto se logra porque las aulas son lugares más simplificados que otros lugares de las ciencias de campo, como las costas, bosques o montañas. Más allá de la complejidad de las aulas, existen paredes que las aíslan del exterior, un profesor que las dirige y una cierta disciplina de los estudiantes. Complementariamente y a fin de lograr mayor simplicidad, los investigadores piden a los estudiantes limitar sus movimientos, concentrarse y evitar distracciones.

Conclusiones

Retomando las dimensiones discutidas sobre las características de las ciencias de campo y de laboratorio, podemos plantear que las aulas-laboratorio, donde se realizaron las investigaciones neurocientíficas expuestas, son lugares híbridos por tres motivos. Primero, porque si bien el investigador dirige los experimentos, busca mantener la dinámica de la práctica educativa y no perjudicarla. Así, es un científico el que dirige la investigación, pero sin desorganizar la práctica del lugar. A su vez, se busca convertir al aula en un laboratorio, pero sin que deje de funcionar como un aula. La prioridad dentro de las aulas investigadas no es solo científica, sino también educativa. Segundo, porque los registros producidos por los EEG se procesan con el fin de hacer evidente la atención y el compromiso de los estudiantes, productos de interés para la práctica educativa. Como vimos, uno de los objetivos de las investigaciones es mejorar la práctica educativa, por ejemplo, evidenciando en tiempo real los estados mentales de los estudiantes. A su vez, los estudiantes y los profesores participan de la evaluación de los resultados para corroborar las interpreta-

ciones científicas de los registros producidos. Son los estudiantes, a través de cuestionarios, los que señalan qué sección del video fue más interesante o qué modelo de enseñanza era más entretenido. Tercero, porque los investigadores salen de los laboratorios, donde solo se pueden simular clases simplificadas, y van a las aulas, donde el proceso de enseñanza y aprendizaje se realiza ordinariamente. Las investigaciones se realizan en lugares mucho más complejos que los laboratorios de neurociencia. En las aulas se multiplica la cantidad de estudiantes, hay un profesor y se respetan, en la medida de lo posible, los contenidos educativos. Para enfrentar esta complejidad y producir resultados estables, los investigadores emplean diversas técnicas analíticas para controlar los registros producidos por los EEG. Por ejemplo, analizando matemáticamente los datos para eliminar los registros producidos por cambios de iluminación o movimientos de las cabezas. Más allá de estos esfuerzos, las investigaciones tienen ciertos límites, dado que las condiciones de las aulas pueden variar más allá de los controles establecidos por los científicos y porque las prácticas educativas cambian entre los días, grupos y escuelas. Las investigaciones neurocientíficas en aulas aún se están desarrollando y los resultados no son concluyentes (Bashir et al., 2022).

Las investigaciones en los lugares híbridos tienen tres características, que articulan a las ciencias de campo y de laboratorio. Primero, el investigador organiza la investigación, pero tratando de no alterar la práctica del lugar. Segundo, se utiliza instrumental propio de los laboratorios y se producen nuevos productos, pero estos son de interés para los usuarios del lugar y permiten mejorar sus prácticas. Tercero, se investiga al material en su propio lugar, sin simplificarlo y manteniendo su complejidad, pero se busca controlar variables, para producir resultados estables, mediante técnicas de análisis de los registros producidos por el instrumental científico. De esta manera, se combinan las características de las ciencias de laboratorio y de campo.

En los lugares híbridos los investigadores pueden estudiar prácticas sociales porque simulan un laboratorio sobre el campo. En el lenguaje de los neurocientíficos, se busca realizar la investigación en condiciones «naturales» o «reales». A la vez que organizan la investigación, movilizan instrumental científico y controlan variables, buscan no simplificarlo, entender cómo actúan y piensan sus usuarios, y respetar la práctica del lugar. El investigador busca no interferir en la práctica del lugar, por ello puede investigarla. El investigador complementa el instrumental de laboratorio con el instrumental del campo, por ello puede evaluar y analizar la práctica del lugar. El investigador mantiene la complejidad del lugar, pero busca aislar relaciones causa-efecto mediante técnicas de control de variables, por ello puede explicar la práctica del lugar.

El desarrollo de lugares híbridos tiene como preconditiones investigar en lugares ya utilizados para realizar prácticas sociales, como las granjas analizadas por Henke (2000) o los invernaderos estudiados por Kingsland (2009). Difícilmente, se puedan estudiar prácticas sociales en laboratorios, donde el material de investigación es filtrado, dominado e investigado en un lugar sin lugar (Kohler, 2002b). Asimismo, sería difícil estudiar prácticas sociales en campos salvajes, campos no organizados para facilitar el desarrollo de actividades productivas (McCook, 2011), como los bosques, desiertos y montañas analizadas por Kohler (2002a).

La conceptualización sobre lugares híbridos puede contribuir a la problematización de las ciencias de campo en Argentina. En línea con el trabajo de Martín Valdez (2019), es interesante ver que los científicos no solo aprenden las prácticas del lugar, sino que, además, pueden contribuir a explicarlas y mejorarlas. Respecto del trabajo de Sosiuk (2020a), será interesante indagar en cómo la especificidad de los lugares de la ciencia facilitan/restringen la emergencia de agendas de investigación, vinculadas a problemas sociales y fines económicos. Nuestro trabajo profundizó en los aportes de Mauro (2020) al mostrar tres dimensiones de los procesos de producción de conocimientos en los lugares híbridos. En nuevos avances, será interesante indagar en cómo las dimensiones organizacionales, instrumentales y explicativas configuran la episteme específica de los lugares híbridos. Se podrá retomar la propuesta de Sosiuk y Martín Valdez (2021) para pensar cómo los conceptos construidos en lugares híbridos presentan, simultáneamente, determinadas formas de definir qué es la sociedad y qué se puede, y qué no, hacer con ella.

Para finalizar, queremos plantear una reflexión política sobre el uso de EEG en las aulas. Más allá de las limitaciones de las investigaciones neurocientíficas en estas, señalamos que en algunas escuelas chinas ya se están empleando EEG portátiles para monitorear los estados mentales de los estudiantes (Harris, 2019). Estas nuevas aulas ya no solo están integradas por profesores, alumnos y materiales didácticos, sino también por EEG portátiles. Las aulas donde estos se utilizan no son aulas ordinarias: son aulas donde el profesor y los alumnos pueden, en tiempo real, modificar sus conductas, emociones y estados cognitivos de acuerdo a la información arrojada por los EEG. Williamson (2021) alerta que el uso extendido de los EEG en educación está construyendo un particular modo de sociedad, basado en el control, monitoreo y autorregulación de las emociones, el pensamiento y los procesos cerebrales. Recientemente, investigadores lograron «leer» los pensamientos a través de resonancia magnética funcional (Tang, LeBel, Jain y Huth, 2023), otra técnica que también se utiliza para investigar los estados mentales en

neuroeducación. Retomando a Foucault (2010 [1975]), podemos plantear que los EEG pueden funcionar como verdaderas tecnologías de producción de sujetos dóciles y productivos. Dóciles porque sus estados mentales pasan a ser visibilizados, expuestos y medidos en gráficos y estadísticas. Productivos porque los estudiantes pueden, con orientación del profesor, aprender a dominar sus pensamientos para focalizarlos y cumplir los objetivos educativos. Por lo tanto, se vuelve necesario pensar, en próximos trabajos, la adecuada implementación de estas tecnologías para evitar que, mediante la evidencia producida por los EEG, el panóptico foucaultiano alcance niveles de vigilancia y velocidades de intervención sin precedentes.

Notas

1. Es importante distinguir entre «lugar», «espacio» y «sitio». El espacio se puede concebir como geometría abstracta y sin forma material e interpretación cultural (Gieryn, 2000, p. 465). El «sitio» corresponde a una ubicación física en un mapa con coordenadas geográficas precisas de latitud-longitud (Dumoulin Kervran, 2018, p. 30). [«« VOLVER](#)
2. De más está aclarar que, si para el científico el campo es un lugar de otros, para ese otro el campo es su propio lugar, es decir, el espacio físico donde desarrolla sus propias prácticas. [«« VOLVER](#)
3. No hay una relación directa entre las técnicas de control experimental y el lugar de investigación. Tanto las investigaciones de campo como las de laboratorio suelen emplear técnicas compartidas, por ejemplo, los grupos de control. En los casos analizados, se emplearon grupos de control enfrentando solo a algunos estudiantes de a pares cara a cara antes de las clases (Dikker et al., 2017), o exponiendo a un grupo al video normal y a otro al video con las escenas mezcladas (Ko et al., 2017). Otra técnica compartida es realizar experimentos bajo condiciones distintas, para analizar si afectan o no los registros producidos. Dikker et al. (2017) los realizaron en otras escuelas, en diversos días y con varios grupos distintos, y observaron que esas variaciones no afectaban los niveles de sincronización. Resaltamos el control por análisis de los datos producidos, ya que es una forma de investigar modificando, lo menos posible, el lugar de investigación y porque se centra en las particularidades del lugar. [«« VOLVER](#)

Referencias bibliográficas

- ANSELL, C.K. y Bartenberger, M. (2016). Varieties of experimentalism. *Ecological Economics*, 130, 64-73.
- BARBERIS, S.D.; Itatí Branca, M. y Nicolás Venturelli, A. (2017). A pluralist framework for the philosophy of social neuroscience. En A. Ibáñez, L. Sedeño y A. García (eds.), *Neuroscience and Social Science: The missing link* (pp. 501-530). Nueva York: Springer International Publishing.
- BASHIR, F.; Ali, A.; Soomro, T.A.; Marouf, M.; Bilal, M. y Chowdhry, B.S. (2022). Electroencephalogram (EEG) Signals for Modern Educational Research. En M. M. Asad, F. Sherwani, R.B. Hassan y P. Churi (Eds.), *Innovative Education Technologies for 21st Century Teaching and Learning* (pp. 149-171). Florida: CRC Press.
- BELDA GARCÍA, R. (2018). *Diseño de un electroencefalógrafo inalámbrico, portátil y modular*. (Master). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- BROWN, A.L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141-178.
- BROWNE, J. (1992). A science of empire: British biogeography before Darwin. *Revue d'histoire des sciences*, XLV(4), 453-475.
- COLLINS, H. (1988). Public experiments and displays of virtuosity: The core-set revisited. *Social Studies of Science*, 18(4), 725-748.
- DADEBAYEV, D.; Goh, W.W. y Tan, E.X. (2021). EEG-based emotion recognition: Review of commercial EEG devices and machine learning techniques. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 34(7), 4385-4401. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2021.03.009>
- DAHLSTROM-HAKKI, I.; Asbell-Clarke, J. y Rowe, E. (2019). Showing is knowing: The potential and challenges of using neurocognitive measures of implicit learning in the classroom. *Mind, Brain, and Education*, 13(1), 30-40. doi: <https://doi.org/10.1111/mbe.12177>
- DASTON, L. y Galison, P. (1992). The image of objectivity. *Representations*, 40, 81-128.
- DE BONT, R. (2017). A World Laboratory: Framing the Albert National Park. *Environmental History*, 22(3), 404-432. DOI: <https://doi.org/10.1093/envhis/emx020>
- DELLA SALA, S. y Anderson, M. (2012). *Neuroscience in Education: The good, the bad, and the ugly*. Oxford: Oxford University Press.
- DIKKER, S.; Wan, L.; Davidesco, I.; Kaggen, L.; Oostrik, M.; McClintock, J., ... Ding, M. (2017). Brain-to-brain synchrony tracks real-world dynamic group interactions in the classroom. *Current Biology*, 27(9), 1375-1380. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.04.002>
- DUMOULIN KERVRAN, D. (2018). *Tropicaliser la science: Politique du terrain et biologie tropicale*. (l'Habilitation à Diriger des Recherches). Paris: École des Hautes Études en Sciences Sociales.
- FONTANILLO LÓPEZ, C.A.; Li, G. y Zhang, D. (2020). Beyond Technologies of Electroencephalography-Based Brain-Computer Interfaces: A Systematic Review From Commercial and Ethical Aspects. *Frontiers in*

- Neuroscience, 14, 611130. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.611130>
- FOUCAULT, M. (2010 [1975]). *Vigilar y castigar: nacimiento de la prisión* (2.º ed.). Buenos Aires: Siglo XXI.
- GIERYN, T.F. (2000). A space for place in sociology. *Annual Review of Sociology*, (26), 463-496. DOI: [https://doi.org/10.1177/036005720008150463\\$14.00](https://doi.org/10.1177/036005720008150463$14.00)
- GRODWOHL, J.-B.; Porto, F. y El-Hani, C.N. (2018). The instability of field experiments: building an experimental research tradition on the rocky seashores (1950-1985). *History and Philosophy of the Life Sciences*, 40(3), 1-27. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40656-018-0209-y>
- GROSS, M. y Hoffmann-Riem, H. (2005). Ecological restoration as a real-world experiment: designing robust implementation strategies in an urban environment. *Public Understanding of Science*, 14(3), 269-284. DOI: <https://doi.org/10.1177/0963662505050791>
- GUGGENHEIM, M. (2012). Laboratizing and de-laboratizing the world: changing sociological concepts for places of knowledge production. *History of the Human Sciences*, 25(1), 99-118. DOI: <https://doi.org/10.1177/0952695111422978>
- HACKING, I. (1992). The Self-Vindication of te Laboratory Sciences. En A. Pickering (ed.), *Science as Practice and Culture* (pp. 85-125). Chicago: The University of Chicago Press.
- HARRIS, D. (abr. 5, 2019). Chinese parents want students to wear dystopian brainwave-detecting headbands. *The China Project*. <https://thechinaproject.com/2019/04/05/chinese-parents-want-students-to-wear-dystopian-brainwave-detecting-headbands/>
- HENKE, C.R. (2000). Making a place for science: The field trial. *Social Studies of Science*, 30(4), 483-511. DOI: <https://doi.org/10.1177/030631200030004001>
- HENKE, C.R. y Gieryn, T.F. (2008). Sites of Scientific Practice: The Enduring Importance of Place. En E. Hackett, O. Amsterdamska, M. Lybch y J. Wajcman (eds.), *The Handbook of Science and Technology Studies* (pp. 353-380). Londres: MIT Press.
- IBANEZ, A. (2022). The mind's golden cage and cognition in the wild. *Trends in Cognitive Sciences*, 26(12), 1031-1034. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tics.2022.07.008>
- KINGSLAND, S.E. (2009). Frits Went's atomic age greenhouse: The changing labscape on the lab-field border. *Journal of the History of Biology*, 42(2), 289-324.
- KNORR CETINA, K. (1999). *Epistemic Cultures: How the sciences make knowledge*. Harvard: Harvard University Press.
- KO, L.-W.; Komarov, O.; Hairston, W. D.; Jung, T.-P. y Lin, C.-T. (2017). Sustained attention in real classroom settings: An EEG study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, 388. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00388>
- KOHLER, R.E. (2002a). *Landscapes and labscapes: Exploring the lab-field border in biology*. Chicago: University of Chicago Press.
- KOHLER, R.E. (2002b). Place and practice in field biology. *History of Science*, 40(2), 189-210. DOI: <https://doi.org/10.1177/0073275302040002>
- LATOUR, B. (1983). Give Me a Laboratory and I will Raice the World. En K.D. Knorr-Cetina y M. Mulkay (eds.), *Science Observed: Perspectives on the Social Study of Science* (pp. 141-170). Londres: Sage.

- LEIGH STAR, S. (1983). Simplification in scientific work: An example from neuroscience research. *Social Studies of Science*, 13(2), 205-228.
- LIVINGSTONE, D.N. (2003). *Putting Science in its Place*. Chicago: University of Chicago Press.
- LORIMER, J. y Driessen, C. (2014). Wild experiments at the Oostvaardersplassen: rethinking environmentalism in the Anthropocene. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 39(2), 169-181.
- MARTÍN VALDEZ, E. (2019). Tras los rastros del yaguareté misionero. Una exploración de las formas de hacer visible lo invisible. En R. Casas y T. Pérez-Bustos (eds.), *Ciencia, Tecnología y Sociedad en América Latina* (pp. 91-115). CLACSO: Buenos Aires.
- MAURO, A. (2020). El programa mente-cerebro-educación. Un estudio epistemológico. *Síntesis*, 10, 199-220.
- MCCANDLISS, B.D.; Kalchman, M. y Bryant, P. (2003). Design experiments and laboratory approaches to learning: Steps toward collaborative exchange. *Educational Researcher*, 32(1), 14-16. DOI: <https://doi.org/10.3102/0013189X032001014>
- MCCOOK, S. (2011). Managing monocultures: Coffee, the coffee rust, and the science of working landscapes. En J. Vetter (Ed.), *Knowing Global Environments* (pp. 87-108). Londres: Rutgers University Press.
- MILLER, P. y O'Leary, T. (1994). The factory as laboratory. *Science in Context*, 7(3), 469-496. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0269889700001782>
- MOL, A. y Law, J. (2004). Embodied action, enacted bodies: The example of hypoglycaemia. *Body & Society*, 10(2-3), 43-62.
- POULSEN, A.T.; Kamronn, S.; Dmochowski, J.; Parra, L.C. y Hansen, L.K. (2017). EEG in the classroom: Synchronised neural recordings during video presentation. *Scientific Reports*, 7(1), 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep43916>
- SALOMON, J.J. (1997). La ciencia y la tecnología modernas. En J.-J. Salomon, F. Francisco Sagasti y C. Sachs (eds.), *La búsqueda incierta: Ciencia, tecnología y desarrollo* (pp. 8-38). México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- SHAPIN, S. (1991). «The mind is its own place»: science and solitude in seventeenth-century England. *Science in Context*, 4(1), 191-218.
- SMULSKI, M.C. (2018). Neurociencia cognitiva, desarrollo de software y educación: ¿La interfaz como puente? *Hipertextos*, 6(10), 111-130.
- SOSIUK, E. (2020a). Ciencia y problemas sociales: la construcción de los pingüinos de Magallanes como especie en peligro. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 61, 71-81.
- SOSIUK, E. (2020b). *¿Cuál es el problema? El rol de los científicos en la construcción de problemas sociales ligados a la actividad pesquera en Argentina en el siglo XX*. (Doctor). Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.
- SOSIUK, E. y Martín Valdez, E. (2021). Penser des épistémologies depuis le terrain. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 15(2), 55-99. DOI: <https://doi.org/10.4000/rac.23144>
- SULLIVAN, J.A. (2017). Coordinated pluralism as a means to facilitate integrative taxonomies of cognition. *Philosophical Explorations*, 20(2), 129-145.

- TANG, J.; LeBel, A.; Jain, S. y Huth, A. (2023). Semantic reconstruction of continuous language from non-invasive brain recordings. *Nature Neuroscience*, (2), 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1101/2022.09.29.509744>
- VÄRBU, K.; Muhammad, N. y Muhammad, Y. (2022). Past, Present, and Future of EEG-Based BCI Applications. *Sensors*, 22(9), 3331. DOI: <https://doi.org/10.3390/s22093331>
- VETTER, J. (2016). *Field Life: Science in the American West during the railroad era*. Pensilvania: University of Pittsburgh Press.
- VIDAL, F. y Ortega, F. (2020). *Being Brains: making the cerebral subject*. Nueva York: Fordham University Press.
- WANG, Y.; Hong, S. y Tai, C. (oct. 24, 2019). China's Efforts to Lead the Way in AI Start in Its Classrooms. *The Wall Street Journal*. www.wsj.com/articles/chinas-efforts-to-lead-the-way-in-ai-start-in-its-classrooms-11571958181
- WILLIAMSON, B. (2021). Digital policy sociology: Software and science in data-intensive precision education. *Critical Studies in Education*, 62(3), 354-370. DOI: <https://doi.org/10.1080/17508487.2019.1691030>
- XU, J. y Zhong, B. (2018). Review on portable EEG technology in educational research. *Computers in Human Behavior*, 81, 340-349. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.037>