

## **Biociencia y sociología de la educación: el caso de la educación biosocial<sup>1</sup>**

*Bioscience and the sociology of education: the case for biosocial education*

**Deborah Youdell**

(University of Cambridge) - d.youdell@bham.ac.uk

### **Resumen:**

Este artículo argumenta a favor de la educación biosocial como campo de investigación y como marco potencial para la práctica educativa. Se relaciona con los intereses actuales de la sociología de la educación en corporización y afecto, las posibilidades que ofrecen los estudios conceptuales, y los usos de la teoría de recopilación y complejidad para pensar sobre el fenómeno educativo. Además, considera las relaciones más amplias de la teoría de la ciencia social y de la política con la epigenética y la neurociencia. El artículo examina el legado de la biología/sociología y sus riesgos, límites y potencialidades de la investigación biosocial colaborativa, transdisciplinaria y de desplazamiento. El artículo considera los desarrollos en biociencias que puede que tengan resonancia y promesa para la educación, en particular, la epigenética del cuidado y el estrés y la dieta metabólica. El artículo argumenta que la sociología de la educación debe comprometerse con la biociencia para interrogar los movimientos envolventes de lo social, lo cultural, lo biográfico, lo pedagógico, lo político, lo afectivo, lo neurológico y lo biológico en la producción interactiva de los estudiantes y el aprendizaje.

### **Palabras clave:**

Biosocial- Epigenetica-Omega-3-Complejidad-Ensamblaje-Deconstrucción

### **Abstract:**

This article makes a case for biosocial education as a field of research and as a potential framework for education practice. The article engages with sociology of education's contemporary interests in embodiment and affect, the possibilities offered by concept studies, and uses of assemblage and complexity theory for thinking about educational phenomena. It also considers broader social science and political theory engagements with epigenetics and neuroscience. The article examines the legacy of the biology/sociology split and the risks, limits, and potentialities of degrounded

---

<sup>11</sup> Traducción: Laura Proasi Publicado originalmente como: Youdell, D. (2017) "Bioscience and the sociology of education: the case for biosocial education". In *British Journal of Sociology of Education*, Vol. 38, N° 8. Pp. 1-14. doi:10.1080/01425692.2016.1272406

collaborative trans-disciplinary biosocial research. It considers developments in biosciences that may have particular resonance and promise for education, in particular the epigenetics of care and stress and the metabolomics of diet. The article argues that sociology of education should engage with bioscience to interrogate the folding together of the social, cultural, biographical, pedagogic, political, affective, neurological, and biological in the interactive production of students and learning.

**Keywords:**

Biosocial-Epigenetics- Omega-3-Complexity- Assemblage-Degrounding

Fecha de recepción: 21 de octubre de 2018

Fecha de aprobación: 10 de noviembre de 2018

## **Biociencia y sociología de la educación: el caso de la educación biosocial**

### **1. Introducción**

Estamos ante una coyuntura importante en sociología de la educación; la confluencia de movimientos en políticas, en ciencias biológicas. La misma sociología de la educación sugiere la necesidad de que la biología y la sociología se vuelvan a entrelazar. La relación entre la sociología de la educación y las ciencias de la vida no ha venido siendo buena, y los académicos, dentro de la sociología de la educación, siguen criticando, resistiendo y/o alertando a tener cuidado con ese entrelazamiento con las ciencias biológicas (Gillborn 2016; Gilles 2008; Evans 2014). A pesar de estas alertas persuasivas, coherentes y bien fundadas, en este artículo argumento sobre la *educación biosocial* como campo de investigación y estudio, como marco para una aproximación a la práctica educativa.

La aproximación biosocial a la que adhiero aquí no echa por la borda a aquellos conocimientos profundos que ha desarrollado la sociología de la educación durante los últimos 50 años. Más bien, sugiero un análisis biosocial que interroga los movimientos envolventes de lo social, lo cultural, lo biográfico, lo pedagógico, lo político, lo afectivo, lo neurológico en la producción interactiva de los estudiantes y el aprendizaje.

En ese sentido tienen mucho más en común con los análisis biopsico-sociales de Celia Roberts (2015) y los “estudios conceptuales” llevados a cabo por Evans (2014) Me extiendo más allá de un “cruce de frontera conceptual” al que Evans (2014: 45) adhiere para sugerir también un cruce de frontera sustantivo y procesual aplicado a través de la investigación biosocial y, potencialmente, a través de la práctica educativa.

Este artículo propone trasladarnos más allá de la interrogación transdisciplinaria de los orígenes, de las representaciones, de las definiciones y aplicaciones de conceptos como aprendizaje, pedagogía, corporización o inclusión (Evans 2014), para promulgar la investigación empírica transdisciplinar del fenómeno educativo.

Es un argumento riesgoso que anticipa la crítica desde la sociología de la educación en un gran número de cuestiones: no reconocer las fuerzas dañinas de la ciencia en sí misma en manos de quienes hacen las leyes, atados a agendas que no son compatibles con la justicia social (Evans and Davies 2015; Gillborn 2016; Rose and Rose 2013; Wastell and White 2012); contribuyendo a argumentos discriminatorios en torno al fracaso educativo que “culpa a la víctima”

de instituciones racistas, si no partidistas (Gillborn 2009; Gillies 2008); imaginamos ingenuamente a los investigadores de las ciencias de la vida uniéndose con los sociólogos de la educación en contextos de investigación sobre educación superior; contextos que están fuertemente demarcados, estratificados, individualizados, que son competitivos y se encuentran atados a los recursos (Sparkes 2013; Evans 2014).

Sin embargo, doy curso a la explicación del potencial para una interacción productiva entre sociología y biología. Considero a las áreas emergentes de la biología humana y planteo las indicaciones para trabajar entre lo social y lo biológico -conviviendo con el desplazamiento y el disenso (Butler *et al* 1994 citado en Atkinson y de Palma 2009) Esto tiene que ver con trabajar a través de distintas maneras de ver el mundo y al objeto de investigación; no obstante, las tradiciones y los métodos de investigación. Sugiero que ese tipo de aproximaciones, que se buscan cuidadosamente, puedan generar un conocimiento biosocial nuevo que amplíe masivamente nuestra idea sobre la educación.

## **2. Confluencia de fuerzas**

Mi argumentación sobre la investigación y práctica de la educación biosocial se apoya en la confluencia de una serie de fuerzas productivas que hacen necesaria la aproximación biosocial.

Primero, estamos trabajando en una educación transnacional en el contexto político de los primeros años lo cual se encuentra firme asentado sobre la política en términos de “problema” y “solución” (Webb 2013), comprometido con formas particulares de “evidencia” cuantitativa (Sellars y Lingard 2014; Sparkes 2013), que se inclina considerablemente hacia la investigación en ciencias neurogenéticas tanto para el conocimiento como para la “solución” (Gillborn 2016; Wastell y White 2016).

Segundo, el ambiente de investigación-financiamiento, estrecho y particularizado, (ya destacado) deja de lado cada vez más a la investigación sociológica cualitativa, curiosa intelectualmente y orientada a la justicia social (Sparkes 2015).

Tercero, existe actualmente un fuerte interés en la corporalización en la sociología de la educación que hace uso y desarrolla una variedad de nuevas herramientas conceptuales y de investigación para avanzar más allá, superando los planteos racionalistas sobre educación y que considera al propio cuerpo en educación (Evans *et al* 2009; Ivinson 2012; Leahy 2009; Stolz 2015; Youdell 2011, Lindley y Youdell 2016).

Cuarto, y en relación con lo anterior, existe un compromiso creciente con una serie de teorías de la complejidad para entender el fenómeno educativo que persiste (Evans 2014; Ivinson 2012; Webb 2009; Youdell 2011, Youdell y Mcgimpsey 2015).

Quinto, y quizás el más importante, existe evidencia emergente en epigenética de la inclusión, en curso y persistente, de lo social en lo biológico (Meloni 2016; Moore 2015; Roberts 2015).

### **3. La división biología/sociología y los riesgos de lo biosocial**

En *Biología Política*, Maurizio Meloni (2016) ofrece una argumentación convincente sobre cómo la sociología emerge y depende del movimiento de la biología de la herencia dura vinculado a la preocupación por la interioridad sellada del cuerpo.

Meloni muestra cómo este giro, desde la interacción de lo social, lo ambiental y lo biológico, en la primera mitad del siglo XX, establece las condiciones para la sociología como campo discreto de conocimiento posicionado como puro por la alineación de la ciencia de la herencia dura y las agendas políticas de la Derecha (Meloni 2016). En sociología de la educación heredamos y estamos atrapados en las múltiples versiones nuevas de esta división naturaleza/crianza.

Dicha división, fundacional y profundamente arraigada, y las buenas razones de las objeciones críticas de la sociología al científicismo, presentan desafíos para la sociología de la educación; imaginando los cruces de fronteras necesarios para poder involucrarse en el trabajo que está emergiendo en las ciencias biológicas. Uno de ellos es la posible expropiación de la investigación biosocial para promover las agendas de la división política y las leyes. Si bien esto es un riesgo real y se ha visto su desarrollo en algunos usos de los datos de neuroimágenes (Wastell and Wise 2012), no es peculiar para la investigación biosocial y, mientras debemos estar alertas a esto, al final, puede que no se encuentre dentro de nuestro control.

Otra cuestión tiene que ver con la necesidad de navegar subcampos dentro de las ciencias biológicas (ej: genética, genómica, genética médica, neurociencia, psiquiatría molecular y psicología, biología molecular, epigenética, nutrigenética, nutrigenómica, metabolómica) los cuales trabajan con una variedad de métodos, a diferentes escalas, y con diferentes orientaciones de lo biológico y lo social.

Es necesario hacerse lo suficientemente experto para poder meterse selectiva, crítica y creativamente en este trabajo en pos de generar un nuevo pensamiento transdisciplinar y transescala que es lo que se está demandando (Evans 2014; Frost 2014).

Incluso otro desafío es la dificultad para definir proyectos comunes entre los sociólogos de la educación con agendas claras de justicia social y de biólogos que trabajen en el marco de un paradigma que insista con los compromisos éticos y/o políticos que aún “se dejan en la puerta de los laboratorios”.

Finalmente, estos desafíos sugieren la necesidad de un trabajo colaborativo transdisciplinar donde las orientaciones de los investigadores permitan posicionamientos productivos, incluso cuando la posibilidad para el acuerdo epistémico y metodológico parezca poco claro. En este sentido, sugiero tratar de colaborar mientras ‘nos desplazamos’. Judith Butler escribe:

Creo que tenemos que buscar los momentos de desplazamiento, cuando estamos parados en dos sitios distintos al mismo tiempo; o cuando no sabemos exactamente dónde estamos parados, o cuando hemos producido una práctica estética que sacude el piso. Allí es cuando se da la resistencia a la recuperación. Es como abrir caminos hacia un nuevo conjunto de paradigmas. (Butler, Osborne, y Segal 1994, 35).

La posibilidad de involucrarnos en una investigación colaborativa transdisciplinar sin saber exactamente dónde estamos parados puede que sea desconcertante, pero como sugiere Butler, pueden emerger nuevos paradigmas de las colaboraciones entre sociólogos y biocientíficos que están dispuestos a trabajar desde este (no) lugar.

Se han dado a conocer dudas válidas en torno a que esa colaboración estuviera en camino (Evans 2014; Sparkes 2013), pero aparecen ejemplos. Por caso, el trabajo del laboratorio Urban Brain sobre la interacción de la vida en la ciudad, el funcionamiento del cerebro y el bienestar (Fitzgerald *et al* 2016); el laboratorio de Investigación Biosocial recientemente inaugurado en la Universidad de Metropolitana de Manchester; y mis propias colaboraciones con el Grupo de Investigación Translational Chemical Biology de la Universidad de Loughborough, el Centro para la salud del cerebro humano de la Universidad de Birmingham, y el Grupo de Investigación IPRH-Mellon Biohumanidades de la Universidad de Illinois-Urbana-Champaign. Por supuesto que tales colaboraciones corren el riesgo de desintegrarse nuevamente en espacios, seguros y propios, de las disciplinas conocidas, o que una disciplina subsuma a otra (Sparkes 2013).

#### 4. El marco biosocial

En la educación biosocial, el conocimiento de la sociología de la educación en la producción de inequidades educativas persistentes y de las exclusiones permanece como algo crucial, como lo hace en la orientación hacia sus intolerancias (Foucault 1988). Los análisis llevados al análisis biosocial de cómo los sistemas educativos, el curriculum, la pedagogía, la selección y la evaluación, y el día a día de la escuela producen inequidades (Ball, Maguire, Braun 2012; Bradbury 2014; Gillborn y Youdell 2000; Whitty 2002); muestran cómo estas prácticas involucran procesos de reconocimiento e identificación que producen una variedad de subjetividades, incluyendo aquellas del que aprende y del que está fuera (Youdell 2006, 2011); y cómo la psiquis, el afecto, personal y relacional, así como también racional, son aspectos fundamentales de la educación (Youdell 2011; Boler 1999; Bibby 2011).

El análisis biosocial también se construye a partir de movimientos existentes en la sociología de la educación para poder argumentar mejor sobre el rol del cuerpo en la pedagogía, el aprendizaje, la inclusión y la exclusión educativa. Por ejemplo, se ha escrito mucho en torno a las nociones de habitus de Bourdieu, sobre la disposición de la hexis corporal, y cómo se conecta con el sentir (Lingard 2014, Reay 2015) y con cómo funciona como performativo (Butler 1997, Youdell 2006).

El “Aprendizaje propio” desarrollado en base a Bernstein, nos sugiere “el dispositivo corpóreo” para entender el cuerpo en la práctica pedagógica y el aprendizaje del estudiante (Evans *et al* 2008, 2009; Ivinson 2012).

Algunos sociólogos de la educación han utilizado el trabajo sobre afectividad de Deleuze y Guattari para incorporar los flujos del sentimiento corpóreo en los encuentros pedagógicos (Hickey-Moody 2013, Leahy 2009, Youdell 2011). Y Stolz (2013) ha buscado incorporar la emoción, la práctica, y la estética a través de la pedagogía propia. Incluso a través de estos compromisos con la naturaleza fundamental, propia del aprendizaje y el lugar del cuerpo en el aprendizaje como “transmisión material de y para sí mismo” (Evans *et al* 2010 p179 citado en Ivinson 2012), nuestro encuentro con el cuerpo permanece de manera interpretativa, y el interior del cuerpo -desde el latido del corazón hasta procesos dentro de las células y los movimientos entre las membranas – permanecen fuera de nuestro alcance.

El movimiento biosocial que sugiero, apunta a analizar, en forma conjunta, una gran variedad de factores que abarca múltiples

órdenes y escalas, y el cual puede ser pensado communmente como perteneciente a diferentes campos o dominios.

Le debe mucho a la noción de ensamblaje de Deleuze y Guattari (2008) en la cual los componentes se juntan en relaciones productivas móviles. Se apoya en la argumentación de Samatha Frost (2016) sobre el ser humano como criatura biocultural, atravesando escalas desde lo molecular a lo cultural. Este giro hacia el pensamiento biosocial incluso tiene resonancia en las corrientes del “nuevo materialismo” (ver por ejemplo Coole y Frost 2010) que coloca a lo material en primer plano en un marco que rechaza un status especial para el ser humano e insiste en la capacidad de lo no humano para hacer que las cosas sucedan (Bennett 2010), incluyendo el trabajo de Karan Barad (2007) entre la física cuántica y la teoría feminista que establece las nociones de intra-acciones productivas de los actantes en un fenómeno.

Aunque encontré al ensamblaje particularmente generativo, otros, en educación, han relacionado más instancias de la teoría compleja para pensar sobre la dinámica, la interactividad, la causalidad compleja (Ivinson 2012), y esto lo ha extendido la consideración de los estudios conceptuales (Evans 2014 citando a Davis y Sumara 2010).

La educación biosocial que sugiero, entonces, se sustenta en este trabajo sustantivo, conceptual y metodológico para ampliar la preocupación por las prácticas institucionales, de clase, pedagogías y subjetivación, con el fin de incorporar una mayor cantidad de fuerzas incluyendo los trabajos sobre el cuerpo molecular y sus intra-acciones con el medioambiente.

Dicha educación biosocial debe tomar a la “educación”, a la “pedagogía”, al “maestro” y al que “aprende” como fenómenos producidos a través de la intra-acción con un campo diverso de fuerzas que incluye los mecanismos y las funciones del cuerpo molecular.

## **5. ¿Una era biosocial?**

Nikolas Rose ha planteado que la genética y la neurociencia, sus leyes y su aceptación popular han inaugurado una “era biológica” (Rose 2013). De hecho, estas nuevas biociencias han colocado al trabajo sustancial en el discurso experto, y las políticas relacionadas con los primeros años y los usos de la educación que han sido criticadas como demasiado demandantes e incluso engañosas (Wastell y White 2012; Edwards *et al* 2015; Gillies 2008).

Asimismo, los reclamos a la inteligencia genética siguen teniendo una influencia significativa en la política educativa. La política en el Reino Unido ha sido compasiva particularmente con el trabajo de

laboratorio de Robert Plomin, quien planteaba la noción “g”; inteligencia genética generalizada (Ashbury y Plomin 2014). Mucho de este trabajo se ha basado en estudios idénticos, pero como la ciencia genética y las tecnologías para estudiar el genoma han cambiado, este trabajo se ha extendido a “genética evolutiva” sobre la base de los estudios asociados con el genoma en términos más amplios (GWAS) o en el análisis de características complejas del gen (GCTA). Los estudios idénticos afirman que alrededor de la mitad de la varianza en inteligencia es hereditaria (Plomin 2014), un reclamo que ha sido refutado en el trabajo sociológico crítico (Gillborn 2010, 2016).

Los estudios asociados al gen muestran un menor grado de varianza hereditaria (sólo un 2 por ciento), pero se sugiere que estos estudios sea un dispositivo de datos, no un sabotaje a los hallazgos de los estudios idénticos (Plomin and Deary 2015) y el análisis más reciente tiene que ver con otorgarle una proporción mayor (6-15 por ciento) de varianza hereditaria (Selzam *et al* 2016).

En la investigación educativa ha habido incluso relación con la genética en términos de dificultades de aprendizaje y trastornos. Autismo, TDAH (trastorno por déficit de atención con hiperactividad), dificultades en lectura, lenguaje y dificultades en el aprendizaje; todos ellos han sido puestos juntos en la búsqueda de causas genéticas; en particular en la búsqueda de “genes candidatos”. La Figura 1, por ejemplo, muestra un esquema de la variación genética sospechada de estar involucrada en la dificultad de aprendizaje de la lectura y el lenguaje.

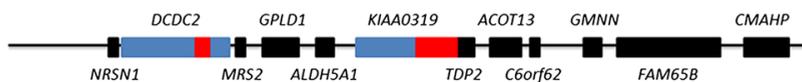


Figura 1. Genes Candidatos<sup>2</sup>

Se plantean objeciones desde la sociología de la educación a este tipo de trabajos porque toman los diagnósticos en concreto; los estudios sobre discapacidad y educación inclusiva demuestran que son

<sup>2</sup> Esquema de genes dentro del sitio DYX2 sobre el cromosoma 6p22. Genes en azul, DCDC2 y KIAA0319, tienen asociaciones duplicadas con los fenotipos de lenguaje verbal y escrito, llamados RD y LI. Las regiones en rojo marcan dos variables funcionales, LEER1 en DCDC2 y un haplotipo de riesgo que contiene marcadores en KIAA0319 y TDP2, los cuales han sido asociados funcionalmente con RD y LI utilizando modelos animales y técnicas moleculares (Eicher *et al* 2014 p. 869).

constitutivos y dañinos. No tienen en cuenta los matices de la biografía, el contexto social, y la vida diaria de la escuela y el aula -los cuales han demostrado ser la mayor influencia en presencia y efecto de este tipo de diagnósticos- (Allan 2010; Graham 2007; Harwood 2006; Youdell 2011).

Estas críticas no necesariamente refutan la posibilidad de la influencia genética, sino que cuestionan los efectos (políticos, pedagógicos, personales) de elevar los “genes candidatos” a primera causa.

Mientras que la sociología ha tendido hacia la crítica, toda la investigación genética y de neurociencia no es la misma; y el uso y abuso de estos trabajos por parte de los legisladores y de los medios en estos campos, no es lo mismo que el trabajo en sí mismo.

Por ejemplo, existe un cuerpo creciente de investigaciones en neurociencias en educación en cuanto a la relación entre la variabilidad en la función del cerebro y la lectura, incluyendo dificultades en la lectura; es algo que también está mostrando resultados significativos para los niños de las intervenciones pedagógicas basadas en las neurociencias (Goswami 2006, 2015).

Más precisamente, los desarrollos en las nuevas ciencias biológicas están mutando de la herencia dura, los genes candidatos y GWAS hacia la epigenética -un gran conjunto de subcampos dentro de la biociencia que involucra la interconexión de lo biológico y de lo social y que tiene un potencial particular como para poder ser articulado con las ciencias sociales-.

En el resto de este artículo propongo una argumentación sobre la epigenética y detallo dos aspectos de la investigación en ese campo: los efectos del cuidado y el estrés en ratas y los efectos del Omega 3 en nuestras dietas.

### *5.1. Epigenética*

La preocupación de la epigenética está centrada en la interacción entre eventos y experiencias de vida y la forma en que el código genético del cuerpo es puesto a trabajar (Moore 2015). Estos efectos ocurren en el lapso de la vida de un ser y puede que tengan efectos intrageneracionales duraderos, pero no cambian el código genético (genoma) de un cuerpo. Más bien, la epigenética cambia los genes reguladores a través de una serie de mecanismos, el primero de los cuales es: la “metilación” (la incorporación de moléculas de metilo) de los genes, de la cromatina donde se ubican los genes, o de las

histonas donde se guardan los cromosomas y la “acetilación” (la incorporación de moléculas de acetilo) de las histonas.

Estos cambios regulatorios afectan en cómo se expresan los genes y, por tanto, qué es lo que le hacen hacer al cuerpo dicho genes - éstos amplían “exponencialmente el poder computacional del genoma” (Molfese 2011: 2). Estas relaciones y procesos se muestran de manera muy útil en la Figura 2.

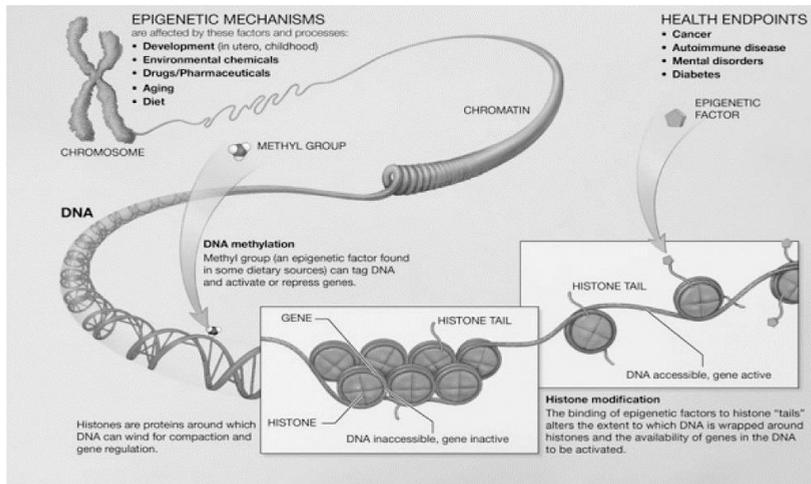


Figura 2. Mecanismos epigenéticos<sup>3</sup>

El genoma en sí mismo entonces no determina cómo será una criatura o cómo se comportará -el genoma brinda un recurso que, en interacción con otras influencias, se involucra en la acción de las moléculas, de las células y en la criatura que aquellas constituyen. Las potencialidades de un cuerpo son mucho mayores que el genoma.

Algunos argumentos de los efectos epigenéticos marcan una referencia al “silenciar genes” o activarlos o desactivarlos, pero la evidencia de la investigación creciente sugiere una variedad imperceptible de efectos, y la persistencia y el potencial para el revés

<sup>3</sup> Mecanismos epigenéticos. El ADN envuelve dos veces a un octámero de proteínas histonas. Las colas de las histonas sobrepasan al ADN enrollado. Las histonas envueltas en ADN continúan enrollándose, comprimiendo al ADN en proporción 10,000. Vastos sectores de este ADN comprimido forman los cromosomas. La imagen es cortesía de NIH (dominio público). (Fuente: Molfese 2011).

de la metilación es una pregunta de investigación abierta; con alguna que otra sugerencia en cuanto a que la metilación puede ser pasajera y variable en respuesta al medioambiente.

La investigación en ratas ha mostrado una metilación variable con el paso de las horas y los días en el marco de una exposición post-miedo (Molfese 2011) y la metilación del ADN en genes específicos en gemelos monocigotos (de un sólo óvulo) a los 5 años y a los 10 han mostrado que varían a los 5 años de edad y pasan a ser inestables entre los 5 y los 10 años (van Ijzendoorn *et al* 2011). Es importante tener en mente que la regulación epigenética de la expresión del gen no se hereda bien o mal -se trata de la adaptación medioambiental preparada que puede que sea o no adaptable a futuros medioambientes- (van Ijzendoorn *et al* 2011: 307).

Debajo del gran paraguas de la epigenética se encuentran los campos emergentes de la nutrigenómica y de la metabolómica. Este trabajo se preocupa por la interacción generacional interna entre la dieta y el código genético del cuerpo (nutrigenómica) y los procesos químicos intermedios que están involucrados en el metabolismo a través del cual la actividad nutricional y física influyen al cuerpo a nivel molecular (metabolómica) (Mickelborough and Lindley 2013).

La neurociencia puede que también esté involucrada con la epigenética. A pesar de los cerebros “genéticamente determinados” y la inteligencia genética del discurso popular y político, como así también alguna que otra investigación en curso, la neurociencia tiende hacia la “plasticidad” del cerebro (Rose and Abi-Rached 2013).

El cerebro padece cambios en sus estructuras en el lapso de una vida, en las redes, dentro y a través de sus distintas regiones, y dentro de las células neuronales individuales y gliales; y muchos de esos cambios se dan en interacción con los factores medioambientales.

El alcance, la particularidad y los efectos de la plasticidad del cerebro continúan siendo explorados dentro del campo, pero el hecho de la plasticidad está bien establecido y abre un gran campo de interconexión potencial entre el cerebro y el mundo social.

## *5.2. Medioambiente y mundo social*

Al tiempo que se reconoce al medioambiente como de mucha importancia en la investigación epigenética, los argumentos sobre el medioambiente son muy comunes: alimentación materna prenatal, estrés, la experiencia de ser padres, la experiencia infante/niño de ser

padres, vínculo padres-infante-niño, alimentación, estrés, miedo y toxinas medioambientales.

Meloni (2016) resalta la preponderancia de lo traumático y patológico en la investigación epigenética notando que “el diseño de investigación predominante mira la conexión entre las carencias sociales y lo anormal o hipometilación; la epigenética, no obstante, se convierte en lo distintivo de la pobreza”. (Meloni, 2016: 219).

Como subraya Meloni, esta aproximación al medioambiente sugiere cierta clasificación de hipótesis de investigación y establece cierta clasificación de respuestas.

Aún así, este no tiene porqué ser el caso -la ciencia social puede ampliar estos factores medioambientales (Chung *et al* 2016) para incluir los procesos y las prácticas del mundo social-. Esto es, un matiz de la comprensión de las relaciones sociológicas; de las interacciones, de los sentimientos, de las subjetividades, de lo social, de lo institucional y de las prácticas pedagógicas; la política, las inequidades; las ideas, los discursos y objetos que puedan ser llevados a los análisis epigenéticos.

Algunos científicos están alertas sobre el camino limitado que ha operacionalizado el medioambiente en biociencia: “muchos estudios correlacionales de G X E (gen ambiente) evalúan a los genes de una forma muy precisa, pero fracasan en medir el componente medioambiental de una manera equitativa precisa”. (Belsky & van Ijzendoorn 2015: 3). Existen, al menos, algunas aperturas hacia una comprensión más amplia y más matizada del medioambiente y, como ya lo he planteado, un marco conceptual y métodos diferentes no excluyen una aproximación biosocial.

### 5.3. Modelos animales y otras prácticas extrañas

A medida que me voy adentrando en una investigación más detallada sobre el cuidado y el estrés en ratas y los efectos del Omega 3 en nuestras dietas, encontramos otra tensión clave que debe abordarse en el trabajo biosocial: los métodos.

La investigación epigenética requiere muestras biológicas en las cuales se puedan medir los cambios epigenéticos específicos del tejido – a veces la sangre, la saliva o las células de la mejilla son adecuadas, pero a veces también los tejidos específicos; ejemplo: un músculo o el cerebro requieren biopsias o muestras post-mortem.

Algunas investigaciones epigenéticas usan modelos animales - ratas, ratones, moscas, peces y primates- desde líneas de reproducción, mantenidas muy a menudo en medioambientes intencionalmente

desagradables y finalmente son asesinados para la examinación del tejido- desde donde se trazan las aproximaciones a los humanos.

Y la investigación en neurociencia se apoya fuertemente sobre la colocación de cascos a los sujetos en aparatos de resonancia magnética para cerebros o electroencefalografías o magnetoencefalografía cuando llevan a cabo tareas de experimentación en el laboratorio. Estos métodos están lejos de la investigación colaborativa o etnográfica que generan argumentaciones ricas sobre la vida diaria; y puede que entren en colisión con cuestiones éticas sobre cómo deben ser utilizados los seres humanos y los animales en las investigaciones.

Nuevamente planteo que, como sociólogos de la educación, puede que nos encontremos desplazados cuando nos involucramos, como yo lo hago más abajo, en relación a los hallazgos de las investigaciones que se generan de esas formas.

## 6. Cuidado y estrés – epigenética del lamido y acicalamiento de una rata

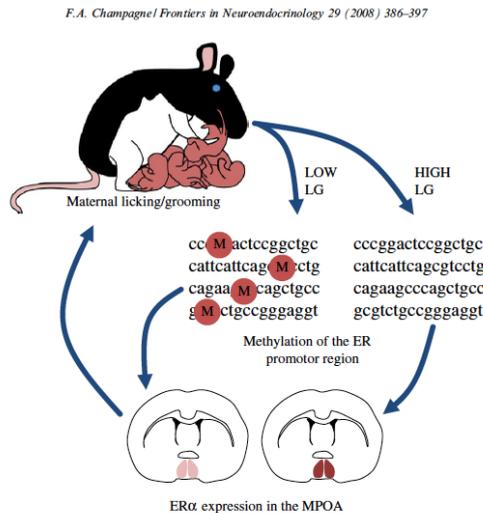


Fig. 2. Illustration of the epigenetic transmission of maternal care from mother to offspring through the effects of LG on ERα promoter methylation and consequent ERα gene expression in the MPOA.

### Figura 3. Lamido y acicalamiento en rata<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Fig. 3. Ilustración de la transmisión epigenética del cuidado maternal de la madre a la cría a través de los efectos de LG sobre la metilación del promotor Erx y la consecuente expresión del gen Erx en el MPOA. Fuente, Champagne, 2008.

La imagen de la figura 3 reafirma los efectos de la epigenética en el cuidado maternal de las ratas. Este campo de investigación toma la variabilidad en ratas madres lamando y acicalando a su cría (y menos centrado en su lomo arqueado – cuidado protector) y examina el impacto que tienen estas prácticas sobre el cerebro y en la conducta de la cría, incluyendo la subsecuente crianza de esa propia cría.

En estos estudios la conducta maternal de la rata se clasifica como lamido-acicalamiento Bajo, Medio y Alto (Bajo-LG, Medio-LG, Alto-LG) y las comparaciones se realizan a través de las crías.

Un efecto clave sobre la cría de Bajo-LG se da en lo que se conoce como “Eje HPA” o “eje de estrés”. Este eje refiere a la confluencia de la actividad hipotalámica, pituitaria y adrenal, de allí HPA. A las crías de la rata se las somete a exámenes de restricción intentando provocar estrés y así permitir el análisis controlado de las reacciones en el HPA medido por el análisis de sangre o del tejido cerebral.

Las ratas criadas por madres Bajo-LG tienen niveles más altos y más duraderos de Adrenocorticotropina (ACTH) (una hormona pituitaria que actúa sobre la corteza adrenal) y de corticosterona (una hormona esteroide adrenal provocada por el ACTH) que las crías de otras ratas.

La sugerencia aquí es que el Bajo-LG lleva a cambios en el funcionamiento del eje de HPA, lo cual significa que la cría Baja-LG que tenga un elevado ACTH y un elevado CRH son menos capaces de regular hacia abajo su liberación (Champagne 2009).

La regulación hacia abajo, por ejemplo, significa que hay menos receptores para la molécula; por tanto, tiene un efecto menor (la regulación hacia arriba aquí significaría que hay más receptores para la molécula, por tanto, tiene un efecto mayor)

La conducta de lamer y acicalar se muestra también para que tenga un efecto en un ARNm particular lo cual es crucial para el funcionamiento de las células. Para que el ADN tenga efectos, tiene que someterse a una “transcripción”. La transcripción es el proceso que consiste en tomar la información de un gen -lo hace la enzima ARN polimerasa- y haciendo una copia de él en la forma de ARN mensajero o ARNm para poder trasladarse dentro de la célula y producir proteína.

La cría Baja-LG tiene un bajo receptor hipocampal glucocorticoides (GR), los niveles de ARNm (los glucocorticoides son una clase de hormonas esteroides involucradas en el metabolismo de los carbohidratos, las grasas y las proteínas) por tanto, los niveles bajos

de los receptores significan que son menos eficaces en la regulación hacia abajo. La cría Baja-LG además tiene niveles altos de ARNm para la liberación de la hormona hipotalámica corticotropina (CRH) (la cual es un neurotransmisor involucrado en la respuesta al estrés) por lo cual significa que habrá más de esta hormona. Entonces, como hay menos GR (receptores glucocorticoides) ARNm en el hipocampo y más corticosterona, cuando termina el episodio estresante es más difícil regular hacia abajo la corticosterona que ha sido liberada con la activación del HPA (Champagne 2009; van Ijzendoorn *et al* 2011).

El trabajo reciente de Beery *et al* (2016) señala el efecto de LG en las conductas sociales; las crías con Alto-LG fueron identificadas como más sociales. Esto está asociado con la variabilidad de los niveles del receptor de oxitocina y su distribución a través de áreas del sistema límbico del cerebro ('Red de conducta social' Beery *et al* 2016: 43). Ellos notaron que la metilación del gen receptor de oxitocina (OXTr) asociado con Bajo-LG en ratas está asociado con la ansiedad y la depresión en seres humanos. No obstante, la metilación OXTr es variable con el paso del tiempo y sobre el tejido; se resalta que los estudios humanos dependen del tejido sanguíneo, lo cual puede como no considerar al tejido cerebral.

### *6.1 Cuidado, estrés y escolaridad -¿De las ratas a los seres humanos?*

Los sociólogos críticos sienten disconformidad, de alguna manera, con la idea de que la conducta de la rata madre y los efectos en su cría puede que tengan cierta relevancia para la educación de los niños humanos.

Además, los investigadores en el campo sugieren que los factores medioambientales estresantes que se introducen en las ratas bajo condiciones controladas de laboratorio son, en efecto, el reflejo de una suerte de amalgama de factores que se fusionan para crear condiciones de profunda desventaja para los niños: '[p]ara los seres humanos, las condiciones de pobreza crónica pueden, de hecho, constituir una aproximación cercana a la manipulación constante del medioambiente utilizada en las investigaciones con ratas o en monos rhesus' (Ijzendoorn *et al* 2011: 308).

Es de gran importancia pensar en las implicancias o en la relevancia práctica de esta investigación en humanos; por el hecho de que estos cambios epigenéticos en el cerebro no son fijos. Tognini *et al* (2015) enfatiza la relevancia del alcance de la plasticidad en el cerebro humano: 'El cerebro tiene una característica epigenética

excepcional y única con respecto a todos los otros tejidos en nuestro cuerpo, ambas se refieren a la cantidad abundante de marcas epigenéticas [...] y al paisaje epigenético extremadamente plástico debido a la estimulación continua del medioambiente' (Tognini *et al* 2015).

En los estudios en ratas esto se confirma por los efectos de la intervención positiva -donde la cría infantil y adolescente de madres de Baja-LG son adoptadas por madres de Alto-LG; se revierten así los efectos del eje HPA (Champagne 2009).

Como se ha evidenciado, la sociología ha abordado el tema de un principio basado en el reclamo de los efectos de la maternidad en niños con extrema precaución; justamente notando la tendencia de tal principio y sus representaciones para dislocar familias de las condiciones estructurales y materiales que marcan sus vidas y hacen a las madres únicas responsables de los resultados relativamente pobres de sus hijos (Gillies 2008).

Pero la investigación epigenética que he trabajado aquí no sigue necesariamente la inflexión de este principio.

La conducta de lamer y acicalar, pensada en seres humanos, debe ser traducida directamente. Una comparación obvia y otra hecha en las publicaciones (ej: en van Ijzendoorn *et al* 2011), tiene que ver con la teoría aparejada y la maternidad sensitiva- responsable que es popular en las publicaciones de intervención temprana. Además la plasticidad que se demuestra a través de la infancia y la adolescencia sugiere la preocupación con una gran variedad de modos de relacionarse y de la variedad de relaciones que llevan de la niñez a la adultez. Esto sugiere la necesidad de que la investigación biosocial mire por fuera de la díada madre-hijo y de la familia para incluir las relaciones con los maestros y otros adultos, tanto como con los pares dentro del aula.

Esta plasticidad y la variabilidad en el eje HPA debe protegerse de aquellos hallazgos de la investigación que se han tomado como evidencia de causas orgánicas, no obstante epigenéticas, de los trastornos diagnosticados.

Los cambios en el eje HPA prueban ser adaptativos para algunos (Ijzendoorn *et al* 2011, Beery *et al* 2016). Es más, tales adaptaciones epigenéticas pueden ser susceptibles a los procesos de todos los días, a las prácticas y sentimientos del aula y de la escuela, justamente por ser experiencias tempranas de crianza.

Esto resalta la importancia potencial de esta investigación para poder entender y facilitar el aprendizaje. Existe un trabajo

psicoanalítico en educación de larga data que enfatiza los procesos psíquicos en el aula y la profunda importancia de las capacidades relacionales del maestro -para amar, posterior a Bion, y para tener al niño en mente, posterior a Winnicott (Bibby 2012; Britzman 2006; Teague 2015).

El desarrollo de la investigación biosocial dentro de las relaciones y el aprendizaje, tal vez sea una entrada potencial intuitiva para quitar las dificultades puestas sobre el niño dentro del aula, buscando, por el contrario, una variedad de influencias que interactúan en el medioambiente incluyendo el aula, y las formas en que se encarnan estas cuestiones.

## **7. Alimento – Metabolómica y ácidos grasos poliinsaturados**

Lo que se ingiere es otro factor medioambiental investigado por los efectos epigenéticos o metabólicos. Los ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs) y especialmente el aceite de pescado Omega 3 han sido un punto clave de la investigación. Los metabolitos de Omega 3, el ácido docosahexaenoico (DHA) y el ácido eicosapentaenoico (EPA) se encuentran en las membranas de las células en todo el cuerpo, en varios tipos de tejidos (incluyendo las neuronas y el tejido muscular) y en la sangre; son los que contribuyen a los procesos complejos que modifican las células a nivel molecular, incluyendo las funciones anti-inflamatorias y respiratorias (Groeger 2010; Mickleborough y Lindley 2014, Shei *et al* 2014). El DHA es el mayor componente de las neuronas y acelera la fluidez de la membrana neuronal y el EPA está involucrado en la conectividad neuronal y reduce las reacciones de estrés (Kirby 2010a; Tammam 2015).

El Omega 3 se ha convertido en centro de la investigación porque el EPA y el DHA tienen funciones celulares importantes, y el Omega 3 parece estar en pocas cantidades en el abastecimiento de las células en el desarrollo de las dietas mundiales contemporáneas, en las cuales Omega 3 compite por la absorción de las células con la abundancia de Omega 6.

Para dar una idea de la extensión de la competencia para la absorción entre el Omega 6 y el Omega 3, se estima que la proporción de Omega 6 a Omega 3 en las células de los cuerpos alimentadas por las dietas occidentales contemporáneas se ha elevado desde una proporción de entre 1 y 2:1 en el período preindustrial, a entre 15 y 25:1 hoy en día (Kirby *et al* 2010a, 2010b; Mickleborough & Lindley 2013).

Como los efectos neuronales epigenéticos de crianza, los efectos neuronales por la deficiencia de Omega 3 se examinan en animales. La actividad neuronal contrastante de los renacuajos con deficiencia de Omega 3 (Figura 4) sugiere fuertemente el rol del EPA y del DHA en la actividad neuronal (Kirby 2010b, Tammam 2015) y resalta porqué la preocupación de los investigadores por la función del cerebro en humanos tiene que ver con los efectos del Omega 3.

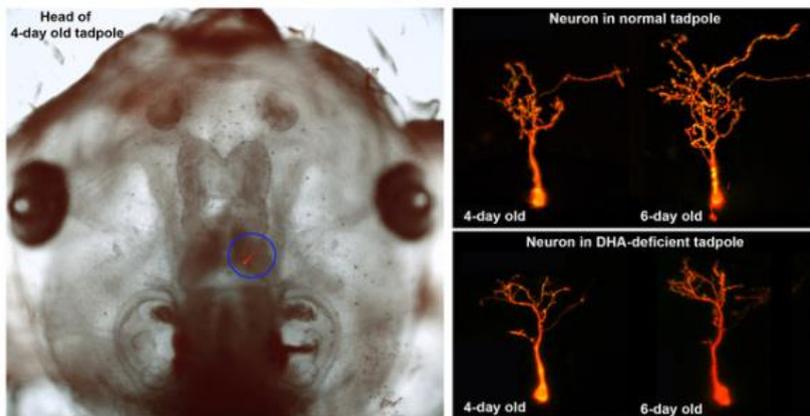


Figura 4. Neuronas de renacuajo<sup>5</sup>.

### 7.1 Alimento y escolaridad - ¿Qué puede hacer el aceite de pescado aquí?

Los efectos potenciales de Omega 3 en educación han sido sometidos a investigación, en particular en relación con el rendimiento cognitivo general, dificultades en el aprendizaje de la lectura y el lenguaje, autismo y TDAH. Por lo general, esta investigación involucra pruebas de control al azar en las cuales se les suministra Omega 3 a los niños; en las pruebas pre y post suministro, las observaciones y cuestionarios miden los efectos asociados. En algunos estudios, se miden las proporciones de referencia de Omega 6 a Omega 3, y se utilizan muestras de células de mejilla para medir la absorción de Omega 3 durante el suministro.

---

<sup>5</sup> Fuente: Igarashi et al 2015. Impacto del ácido graso poliinsaturado de maternal n-3 sobre la morfología de la arborización dendrítica y en la conectividad de las neuronas centrales del desarrollo embrionario de *Xenopus laevis* in vivo.

En relación al desempeño cognitivo general, la investigación hoy es ambigua. Una proporción alta de Omega 3 a Omega 6 en el sistema nervioso central ha mostrado tener efectos negativos en la neurotransmisión (Tammam 2015).

El suministro de Omega 3 parece tener un efecto beneficioso, pero no muestra la asociación con el desempeño cognitivo cuando los niveles de Omega 3 se miden tanto en los glóbulos rojos como en el plasma (Kirby 2010a, 2010b).

Se han presentado resultados más claros en relación a las dificultades en lectura y lenguaje donde se muestra una asociación con la deficiencia de Omega 3 y con el trastorno del metabolismo fosfolípido (lo cual inhibe la absorción/síntesis de Omega 3) (Kirby 2010a).

Se asociaron niveles más altos de Omega 3 con un desempeño más alto en lectoescritura (Kirby 2009).

Similarmente, se han asociado diagnósticos de TDAH con la deficiencia de Omega 3, medido a través del plasma (Kirby 2010b); y el suministro de Omega 3, que dio como resultado mayores niveles, se midió a través de los glóbulos rojos y las células de plasma, asociándose con mejores calificaciones, de maestros y padres, en cuanto a la atención, la hiperactividad, y la conducta antisocial (Kirby 2010b).

El suministro de Omega 3 ha sido asociado con la reducción de “transgresiones conductuales” a través de grupos de estudiantes (Tammam 2015). No se demostró que el suministro haya sido beneficioso para aquellos estudiantes con diagnóstico de autismo (Mankad 2015).

A la fecha, el Omega 3 en la investigación educativa se condujo dentro de un paradigma científico en el cual RCTs y otros resultados cuantificables se ponen en primer plano; se han sugerido asociaciones, pero no mecanismos o secuencias moleculares. Ha procedido además a partir de la aceptación de conceptos de apoyo como la habilidad cognitiva, el aprendizaje diagnosticado y otros trastornos.

Una gran variedad de fuerzas constituyen la corriente de la vida diaria; y aún permanece como un aspecto central para los sociólogos el integrar con la investigación, los efectos de las proporciones de Omega 6:Omega3 y su relación con el aprendizaje.

A pesar de que la educación ha venido interviniendo desde hace un largo tiempo en los cuerpos de los niños a través de la dieta (comidas en la escuela, leche en la escuela), hoy en día, sólo aquellos niños, cuyas familias tienen conocimiento y pueden solventar el costo, reciben suplemento de Omega 3. Esto sugiere que el no atender al consumo de

Omega 6 y ofrecerles Omega 3 a todos los niños puede que tenga consecuencias reales en términos de justicia social.

## **8. Educación Biosocial**

La Ciencia Social necesita relacionarse con la biociencia -las nuevas biociencias tienen un alcance y una influencia significativa; ahora el medioambiente es entendido con un rol importante en la regulación, en la expresión de los genes y en los mecanismos metabólicos; y hay un alcance que amplía en gran medida la forma en que se entiende el medioambiente. Esta relación debe ser más que crítica -debemos comprometernos con la posibilidad, que tienen las ciencias biológicas como la tiene la ciencia social, de decir algo importante y que tenemos también algo importante que decirnos entre nosotros. Para permitir que esto suceda, debemos desarrollar nuevas maneras de trabajar transversalmente entre lo social y lo biológico.

No estoy sugiriendo que vayamos a tener que convertirnos en biocientíficos, o que simplemente que le prestemos nuestra experticia a la biociencia. Definitivamente, nuestras concepciones de lo social, lo cultural, lo institucional, lo discursivo, lo pedagógico, lo político, lo relacional, lo afectivo, lo subjetivo tienen el potencial de aumentar las concepciones de las ciencias de la vida estrechamente delineadas en términos de medioambiente, por ejemplo: vínculo padres-hijos, el útero. Pero sugiero hacer más. Nuestras herramientas conceptuales y miradas investigativas tienen el potencial de transformar cómo entiende el medioambiente la ciencia de la vida y sus potenciales influencias y, aún más, las preguntas que se hace o las hipótesis de las que parte. Los conocimientos emergentes de las ciencias de la vida y las técnicas de investigación tienen el potencial, ciertamente, de cambiar radicalmente las concepciones sociológicas de corporalización y de relación entre el cuerpo y lo social. Sugiero un trabajo colaborativo, de desplazamiento, transdisciplinario entre lo social y las ciencias biológicas para poder interrogar las bases conceptuales, (el medioambiente puede que tenga que probar que es un buen punto de partida para los estudios conceptuales transdisciplinarios); el desarrollo de marcos conceptuales híbridos, el planteo de nuevas clases de preguntas y el desarrollo de nuevas formas de hipótesis; pensar nuevas formas de metodologías de investigación y métodos. La investigación en educación biosocial, en este sentido, llevaría a la epigenética y a la metabolómica del laboratorio a las escuelas, adaptando sus métodos para captar las actividades moleculares de los cuerpos en tiempo real, mientras se van desplegando en las cotidianidades de la vida diaria en la escuela; esto

se capta en detalle a través de métodos sociológicos y etnográficos y en estudios de caso en profundidad.

Estos análisis de lo molecular y lo metabólico juntos se relacionarán con los análisis de la vida diaria en la escuela a medida que ésta se manifiesta y se produce a través del currículum, de las prácticas institucionales y pedagógicas, de las relaciones, de la afectividad, de la identificación y del reconocimiento. Como resultado ofrecería análisis biosociales de las formas en que estos factores se interrelacionan en el hacer de aquellos que aprenden, y ofrecería también percepciones únicas de cómo podríamos cambiar la escolaridad para acomodar y responder tanto a los mecanismos biológicos como a los sociales y sus funciones en los cuerpos de los niños.

Es probable que la sociología de la educación se sienta un tanto nerviosa en cuanto a los usos de la epigenética, y sea un tanto escéptica acerca del potencial que tiene la investigación de la educación biosocial. En particular, puede que esté preocupada porque una investigación biosocial matizada pueda ser traducida en emparches y/o más determinismo tanto en la política como en las clases dominadas por las demandas de evaluaciones de altos estándares. Es importante que la investigación en educación biosocial sea conciente de estas posibilidades. Pero, si la regulación de los genes y su expresión está sujeta a la influencia en curso del medioambiente, existe entonces una continua posibilidad de cambio.

Empezar a pensar en cómo intervenir en estos procesos biosociales es sólo el principio. Ejemplo: a través de las relaciones que se dan en la clase, en primer plano, o brindándoles suplementos dietarios claves a los niños; es importante que empecemos a considerar de qué mejor manera podemos intervenir en la política, en los campos de la investigación biosocial y en las escuelas mediante formas que sean socialmente beneficiosas y justas (o incluso igualando). Gabriela Ivinson con respecto a la relación cuerpo-pedagogía ha sugerido:

[una] mayor preocupación en torno a la regulación somática al interior de la práctica pedagógica oficial ayuda a iluminar cómo y por qué algunos jóvenes son excluidos del aprendizaje académico incluso antes de que empiece la clase debido a que no pueden ajustarse al grado de postura dócil que se les requiere (Ivinson 2012 p.492).

La intra-acción de lo social y lo biológico en la producción del fenómeno emergente, como en el caso del aprendizaje, significa que nuestra comprensión de los procesos institucional, social, pedagógico, psíquico y afectivo deben ser integrados a las biociencias para poder generar nuevos conocimientos biosociales en educación.

Como puntualizó van Ijzendoorn, ‘desde una perspectiva epigenética, la división entre los genes, el cerebro, y la conducta son artificiales, ya que el medioambiente se inscribe en el epigenoma’. (Ijzendoorn 2011: 309). Tenemos que comprometernos con la educación biosocial porque somos biosociales.

### Agadecimientos

Este trabajo ha contado con el apoyo de British Academy Mid-Career Fellowship (Distinción N°: MD140037). Además ha sido enriquecido con las conversaciones y colaboraciones actuales de biólogos, neurocientíficos, y científicos sociales, entre ellos: el Dr Martin Lindley (biología molecular), Prof Kimron Shapiro (neurociencia), Dr Andy Bagshaw (neuro-imagen), Prof Samantha Frost (teoría política), Prof. David Gillborn (teoría crítica de la raza) y Dr Ian McGimpsey (sociología de la educación). Mi sincero agradecimiento a todos ellos, y a los participantes de los talleres de *British Academy Biosocial Research -University of Birmingham*, y a los del taller *Urbana Champaign Bio-Humanities and Bio-Social Methodologies-University of Birmingham-University of Illinois*.

### Referencias bibliográficas

- Allan, J. 2010. The Sociology of Disability and the Struggle for Inclusive Education. *British Journal of Sociology of Education*. 31(5):603-19.
- Ashbury, K., and Plomin, R. 2014. *G is for Genes: The impact of Genetics on Education and Achievement*. Chichester: Wiley.
- Atkinson, E., & DePalma, R. 2009. Un-believing the matrix: queering consensual heteronormativity. *Gender and Education*. 21(1):17-29.
- Barad, K.M. 2007. *Meeting the Universe Halfway*. Durham, NC: Duke University Press.
- Beery, A.K., McEwan, L.M., MacIsaac, J.L., Francis, D.D. and Kobor, M.S. 2016. Natural variation in maternal care and cross-tissue patterns of oxytocin receptor genemethylation in rats. *Hormones and Behaviour* 77:42-52.
- Belsky, J, and van Ijzendoorn, M.H. 2015. What works for whom? Genetic moderation of intervention efficacy. *Development and Psychopathology* 27(1):1-6
- Bennett, J. 2010. *Vibrant Matter: a political ecology of things*. London: Duke University Press.
- Ball, S.J., Maguire, M. and Braun, A. 2012. *How Schools do Policy: Policy*

- Enactments in Secondary Schools*. London: Routledge.
- Bibby, T. 2011. *Education - An 'Impossible Profession'?: Psychoanalytic explorations of learning and classrooms*. London: Routledge.
- Boler, M. 1999. *Feeling Power: emotion and education*. London: Routledge.
- Bradbury, A. 2014. Learning, assessment and equality in Early Childhood Education (ECE) settings in England. *European Early Childhood Education Research Journal*. 22(3):347-54.
- Butler, J., P. Osborne, and L. Segal. 1994. Gender as performance: An interview with Judith Butler. *Radical Philosophy* 67, Summer: 32–9.
- Champagne, F.A. 2009. Epigenetic mechanisms and the transgenerational effects of maternal care. *Neuroendocrinol.* 29(3):386-97.
- Coole, D. and Frost, S. (Eds). 2010. *New Materialisms: ontology, agency, and politics*. London: Duke University Press.
- Chung, E., J. Cromby, D. Papadopoulos, and C. Tufarelli. 2016. Biosocial challenges and opportunities: epigenetics and neuroscience. *Sociological Review Monographs*. 64(1):168-85.
- Davis, B. & Samura, D. 2010. If things were simple . . .': Complexity in education. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 16(4):856:960.
- Deleuze, G. and F. Guattari. 2008. *A Thousand Plateaus*. London: Continuum.
- Edwards, R., V. Gillies, V. and Horsley, N. 2015. Brain Science and early years policy: Hopeful ethos or 'cruel optimism'? *Critical Social Policy* 35(2):167-87.
- Eicher, J.D., Powers, N.R., Miller, L.L., Mueller, K.L., Mascheretti, S., Marino, C., Willcutt, E.G. *et al.* 2014. Characterization of the DYX2 locus on chromosome 6p22 with reading disability, language impairment, and IQ. *Human Genetics*. 133(7):869-81.
- Evans, J., & Davies, B. 2015. Physical education, privatisation and social justice. *Sport, Education and Society*, 20(1):1-9.
- Evans, J. (2014). Ideational border crossings: rethinking the politics of knowledge within and across disciplines. *Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education*, 35(1):45-60.
- Evans, J., B. Davies, and E. Rich. 2010. Bernstein, body pedagogies and the corporeal device. In *Knowledge and identity: Concepts and applications in Bernstein's sociology*, ed. G. Ivinson, B. Davies, and B. Fitz, 176–90. London: Routledge.
- Evans, J., E. Rich, and B. Davies. 2009. The body made flesh: Embodied learning and the corporeal device. *British Journal of Sociology of Education* 30(4):389–91.
- Evans, J., E. Rich, B. Davies, and R. Allwood. 2008. *Education, disordered eating and obesity discourse: Fat fabrications*. London: Routledge.
- Fitzgerald, D., Rose, N, and Singh, I., 2016. Living Well in the *Neuropolis*. *Sociological Review Monographs*. 64(1):221-37.
- Foucault, M. 1988. Critical Theory/Intellectual History. In *Michel Foucault – politics, philosophy culture: interviews and other writing 1977/1984*, Ed. L. Kritzman, 17-46. London: Routledge.
- Frost, S. 2016. *Biocultural Creatures: Towards a New Theory of the Human*. Durham, NC: Duke University Press.
- Frost, S. 2014. Re-considering the turn to biology on feminist theory.

- Feminist Theory*. 15(3):307-326.
- Gillborn, D., & Youdell, D. 2000. *Rationing Education: Policy, practice, reform and equity*. Buckingham: Open University Press
- Gillborn, D. 2010. Reform, racism and the centrality of Whiteness: assessment, ability and the new eugenics. *Irish Educational Studies* 29(3):231-52.
- Gillborn, D. 2016. Softly, Softly: genetics, intelligence and the hidden racism of then new genism. *Journal of Education Policy*.
- Gillies, V. 2008. Childrearing, Class and the New Politics of Parenting. *Compass* 2(3):1079-95.
- Goswami, U. 2006. Neuroscience and Education: From Research to Practice? *National Review of Neuroscience*. 7(5):406-11.
- Goswami, U. 2015. Sensory Theories of Developmental Dyslexia: three challenges for research. *National Review of Neuroscience* 16(1):43-54.
- Graham, L. 2007. Out of site, out of mind/out of mind, out of site: schooling and attention deficit hyperactivity disorder. *International Journal of Qualitative Studies in Education*. 20(5):585-602.
- Gulson, K.N. and P.T. Webb. 2016. Emerging biological rationalities for policy: (Molecular) biopolitics and the new authorities in education. In *Policy and inequality in education*, edited by Parker. S., Gulson. K.N. and Gale. T. Dordrecht: Springer.
- Harwood, V. 2006. *Diagnosing 'Disorderly' Children: A critique of behavior disorder discourses*. London: Routledge.
- Hickey-Moody, A. 2013. *Youth Arts and Education: reassembling subjectivity through affect*. New York: Routledge.
- Igarashi, M., Santos, R., & Cohen-Cory, S. 2015. Impact of Maternal n-3 Polyunsaturated Fatty Acid Deficiency on Dendritic Arbor Morphology and Connectivity of Developing *Xenopus laevis* Central Neurons In Vivo. *Journal of Neuroscience*. 35(15):6079-6092
- Iverson, G. (2012). The body and pedagogy: beyond absent, moving bodies in pedagogic practice. *British Journal of Sociology of Education*, 33(4) 489-506. doi:10.1080/01425692.2012.662822
- Kirby, A., Woodward, A. and Jackson, S. 2010a. Benefits of Omega-3 Supplementation for Schoolchildren: Review of the Current Evidence. *British Educational Research Journal*. 36(5):699-732.
- Kirby, A., Woodward, A., Jackson, S., Wang, Y. and Crawford, M.A. 2010b. A Double-Blind, Placebo-Controlled Study Investigating the Effects of Omega-3 Supplementation in Children Aged 8-10 Years from a Mainstream School Population. *Research in Developmental Disabilities: A Multidisciplinary Journal*. 31(3):718-30.
- Leahy, D. 2009. Disgusting Pedagogies. In *Biopolitics and the 'Obesity Epidemic': Governing Bodies*. edited by V. Wright and V. Harwood, 172-182. London: Routledge
- Lindley, M. R., & Youdell, D. 2016. The absent body: bio-social encounters with the effects of physical activity on the wellbeing of children and young people In S.
- Dagkas & L. Burrows (Eds.), *Families, Young People, Physical Activity and Health: Critical Perspectives*. 13-28. London: Routledge.

- Lingard, B. 2014. *Politics, policies and pedagogies in education: selected works of Bob Lingard*. Oxon: Routledge
- Mankad, D., Dupuis, A., Smile, S., Roberts, W., Brian, J., Lui, T., Genore, L. et al. 2015. A randomized, placebo controlled trial of omega-3 fatty acids in the treatment of young children with autism. Review of. *Molecular Autism* 6.(1):18.
- Meloni, M. 2016. *Political Biology: Science and Social Value in Human Heredity from Eugenics to Epigenetics*. Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- Mickleborough, T.D., and Lindley, M.R. 2013. Omega-3 fatty acids: a potential future treatment for asthma? *Expert Review of Respiratory Medicine* 7(6):577-780.
- Mickleborough, T.D. and Lindley, M.R. 2014. The Effect of Combining Fish Oil and Vitamin C on Airway Inflammation and Hyperpnea-Induced Bronchoconstriction in Asthma. *Journal of Allergy & Therapy*. 5(4).
- Molfese, D.L. 2011. Advancing neuroscience through epigenetics: molecular mechanisms of learning and memory. *Developmental neuropsychology* 36(7):810.
- Moore, D.S. 2015. *The Developing Genome: An introduction to behavioural epigenetics*. Oxford: Oxford University Press.
- Plomin, R. 2014 Genotype-Environment Correlation in the Era of DNA. *Behavioral Genetics*. 44(6):629-38.
- Plomin, R., and Deary, I.J. 2015. Genetics and intelligence differences: five special findings. *Molecular psychiatry*. 20(1):98-10.
- Reay, Diane. 2015. Habitus and the psychosocial: Bourdieu with feelings. *Cambridge Journal of Education*. 45(1):9-23.
- Roberts, C. 2015. *Puberty in Crisis: The Sociology of Early Sexual Development*. Cambridge: Cambridge University press.
- Rose, H, and Rose, S. 2013. *Genes, Cells and Brains: The Promethean Promise of the New Biology*. London: Verso.
- Rose, N. 2013. The Human Sciences in a Biological Age. *Theory, Culture and Society*. 30(3):3-34.
- Rose, N, and J.M. Ab-Rached. 2013. *Neuro: The New Brain Sciences and the Management of the Mind*. Oxford: Princeton University Press.
- Sellar, S., & Lingard, B. 2014. The OECD and the expansion of PISA: new global modes of governance in education. *British Educational Research Journal*. 40(6), 917-936. doi:10.1002/berj.3120
- Selzam, S., Krapohl, E., von Stumm, S., O'Reilly, P.F., Rimfeld, K., Kovas, Y., . . .Plomin, R. 2016. Predicting educational achievement from DNA. *Mol Psychiatry*. doi:10.1038/mp.2016.107
- Shei, R-J., Lindley, M.R., Mickleborough, T.D. 2014. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids in the Optimization of Physical Performance. *Military Medicine*. 179(11):144-156.
- Sparkes, A.C. 2013. Qualitative research in sport, exercise and health in the era of neoliberalism, audit and New Public Management: understanding the conditions for the (im)possibilities of a new paradigm dialogue. *Qualitative Research in Sport, Exercise and Health*, 5(3):440-459. doi:10.1080/2159676X.2013.796493
- Stolz, S. A. (2015). Embodied Learning. *Educational Philosophy and*

- Theory*, 47(5), 474-487. doi:10.1080/00131857.2013.879694
- van Ijzendoorn, M.H., Bakermans-Kranenburg, M.J. and Ebstein, P.E. 2011. Methylation Matters in Child Development: Toward Developmental Behavioral Epigenetics. *Child Development Perspectives*. 5(4):305-10.
- Tammam, J., Steinsaltz, D., Bester, D.W., Semb-Andenaes, T and Stein, J.F. 2015. A randomised double-blind placebo-controlled trial investigating the behavioural effects of vitamin, mineral and n-3 fatty acid supplementation in typically developing adolescent schoolchildren. *British Journal of Nutrition*. 115:361-73.
- Teague, L. 2015. *Pedagogy, Subjectivity and Counter Politics in the Primary School: an ethnography of a teacher's practices*. UCL Institute of Education.
- Tognini, P., Napoli, D., and Pizzorusso, T. 2015. Dynamic DNA methylation in the brain: a new epigenetic mark for experience-dependent plasticity. *Frontiers in Cellular Neuroscience* 9.
- Wastell, D, and White, S. 2012. Blinded by Neuroscience: social policy, the family and the infant brain. *Families, Relationships and Societies*. 1(3):397-414.
- Webb, T. 2009. *Teacher Assemblage*. Rotterdam: Sense.
- Weaver, I.C.G., Hellstron, I.C., Brown, S.E., Andrews, S.D., Dymov, S., Diorio, J., Zhang, T-Y., Szyf, M. and Meaney, M.J. 2014. The methylated-DNA binding protein MBD2 enhances NGF!-A (erg-1)-mediated transcriptional activation of the glucocorticoid receptor. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 369. doi: 20130513.
- Whitty, G. 2002. *Making sense of education policy: studies in the sociology and politics of education*. London: Paul Chapman.
- Youdell, D. 2006. *Impossible Bodies, Impossible Selves: Exclusions and Student Subjectivities*. Dordrecht: Springer.
- Youdell, D. 2011a. *School Trouble: identity, power and politics in education*. London: Routledge.
- Youdell, D., & Armstrong, F. 2011b. A Politics Beyond Subjects: the affective choreographies and smooth spaces of schooling. *Emotion, Space, Society*, 4(1):144- 150.