



Educación XX1

ISSN: 1139-613X

ISSN: 2174-5374

educacionxx1@edu.uned.es

Universidad Nacional de Educación a Distancia
España

Pattier, Daniel; Reyero, David

Aportaciones desde la teoría de la educación a la investigación
de las relaciones entre cognición y tecnología digital

Educación XX1, vol. 25, núm. 2, 2022, Julio-Diciembre, pp. 223-241

Universidad Nacional de Educación a Distancia
Madrid, España

DOI: <https://doi.org/10.5944/educxx1.31950>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70672510011>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Aportaciones desde la teoría de la educación a la investigación de las relaciones entre cognición y tecnología digital

Contributions from the theory of education to the investigation of the relationships between cognition and digital technology

Daniel Pattier ^{1*} 

David Reyero ¹ 

¹ Universidad Complutense de Madrid, Spain

* Autor de correspondencia. E-mail: dpattier@ucm.es

Cómo referenciar este artículo/ How to reference this article:

Pattier, D., & Reyero, D. (2022). Aportaciones desde la teoría de la educación a la investigación de las relaciones entre cognición y tecnología digital [Contributions from the theory of education to the investigation of the relationships between cognition and digital technology]. *Educación XX1*, 25(2), 223-241. <https://doi.org/10.5944/educxx1.31950>

Fecha de recepción: 15/10/2021

Fecha de aceptación: 08/03/2022

Publicado online: 29/06/2022

RESUMEN

En las últimas décadas se ha producido una irrupción de la tecnología digital en importantes ámbitos de la sociedad. Numerosos estudios parecen probar que el uso continuado de dispositivos tecnológicos ha tenido efectos en las capacidades cognitivas del ser humano, que afectan directamente al proceso educativo. El objetivo de este artículo es extraer algunas conclusiones, desde la evidencia científica, sobre los cambios pedagógicos necesarios para acoger esta realidad cada vez más patente en el ámbito educativo. Estos cambios tienen efectos tanto en la práctica de los educadores como en su propia comprensión

como profesionales. Con este fin, se estructura el trabajo en tres apartados que generan, conjuntamente, una unidad reflexiva. En primer lugar, se realiza un acercamiento desde la teoría al problemático concepto de tecnología. En segundo lugar, se exponen ejemplos de estudios que evidencian el impacto de la tecnología en las capacidades cognitivas que afectan directamente a la educación (atención, concentración, memoria, reflexión, flexibilidad cognitiva, autonomía y planificación). En tercer lugar, se exploran las relaciones que la tecnología tiene en los procesos cognitivos, y desde ahí en la propia formación personal, partiendo de los clásicos criterios de R. S. Peters. La pedagogía, como ciencia normativa, debe ayudar al ser humano a emitir juicios que permitan la reflexión sobre el mejor uso posible de los medios tecnológicos, y no simplemente validar acríticamente su utilización. Estas contribuciones se encuadran dentro de dos principios de acción. Por un lado, la necesidad de reducir el impacto tecnológico negativo que procede del uso continuado de dispositivos digitales. Por otro, el aprovechamiento de las posibilidades que esta tecnología también ofrece.

Palabras Clave: cognición, formación del profesorado, influencia de la tecnología, tecnología educativa

ABSTRACT

In recent decades there has been an irruption of digital technology in important areas of society. Numerous studies seem to prove that the continued use of technological devices has produced various transformations in the cognitive capacities of the human being, which directly affect the educational process. The objective of this article is to draw some conclusions, from the scientific evidence, about the pedagogical changes necessary to accept this increasingly evident reality in the educational field. To this aim, the work is structured in three sections that jointly generate a reflective unit. Firstly, an approach is made from theory to the problematic concept of technology. Secondly, examples of studies that show the impact of technology on cognitive abilities that directly affect education are presented (attention, concentration, memory, reflection, cognitive flexibility, autonomy and planning). Thirdly, the relationships that technology has in cognitive processes are explored, and from there in personal formation itself, using the classic criteria of R. S. Peters. Pedagogy, as a normative science, must help the human being to make judgments that allow reflection on the best possible use of technological means and not uncritically validate their use. These contributions are framed within two principles of action. On the one hand, the need to reduce the negative technological impact that comes from the continued use of digital devices. On the other hand, taking advantage of the possibilities that this technology also offers.

Keywords: cognition, teacher education, influence of technology, educational technology

INTRODUCCIÓN

La irrupción de las tecnologías de la comunicación en la vida humana en las últimas décadas, sobre todo de internet, ha sido suficientemente glosada en multitud de espacios (Curran et al., 2016). Por precisar, nos interesa analizar en este texto qué tipo de impacto tiene dicha irrupción en la dinámica cognoscitiva del ser humano y en la tarea educativa que modula, acompaña y dirige dicha actividad. El efecto de la tecnología en la actividad cognitiva del ser humano sigue dos vías. La primera es el impacto en la actividad cognitiva en tanto que actividad cerebral. La segunda es el impacto en las capacidades y funciones ejecutivas que afectan directamente al proceso de enseñanza-aprendizaje, como pueden ser la atención o el propio pensamiento profundo, referidas a una actividad marcada por la disponibilidad de recursos, la inmediatez o no de esa disponibilidad, y los nuevos objetivos que esa disponibilidad y su potencial transformador genera.

Este doble impacto implica un reto para el profesorado. Por ello, el objetivo de este trabajo es apuntar, desde la teoría de la educación, a la formación del juicio pedagógico que debe regular la práctica docente actual con la finalidad de atender a la nueva realidad del estudiante contemporáneo. Con este fin, se ha estructurado el trabajo en tres secciones:

En primer lugar, se realiza un acercamiento desde la teoría al problemático concepto de tecnología. Se trata de precisar cuál es la novedad teórica de la tecnología digital frente a otras. Asentada esta base teórica, se exponen varios estudios que muestran que el uso continuado de dispositivos digitales transforma la estructura y funcionamiento cognitivo del ser humano, cambio que se asocia muchas veces a la entrada en juego de disciplinas neurológicas, tal y como lo describen ciertas áreas de la medicina como la neurorrehabilitación, afectando directamente al desarrollo educativo. Tras la recogida de algunas de estas evidencias, y, en tercer lugar, se realiza una exploración teórica de las relaciones que la tecnología puede tener en los procesos cognitivos y en las funciones ejecutivas como la atención (attention spans), y cómo puede formarse el pensamiento en estos contextos. Para ello, se parte de los clásicos criterios de R. S. Peters. Pero antes de terminar esta introducción, recorreremos brevemente el panorama de la investigación en teoría de la educación sobre estos asuntos.

Dentro de la teoría de la educación existe una profunda línea en la investigación, tanto en la vertiente internacional como en la nacional, sobre el impacto de las tecnologías digitales en la educación, así como del creciente interés que la neurología cognitiva despierta en la investigación educativa. Si por algo están marcadas las investigaciones más relevantes sobre estos objetos es, por un lado, por un cierto escepticismo con respecto al puente que une los descubrimientos neurológicos

y la educación, y, por otro, por una razonable huida de las miradas meramente instrumentales sobre los medios tecnológicos.

Ciertamente, proliferan los cursos y másteres que contienen el término neuroeducación, pero la realidad es que los descubrimientos neurológicos rara vez tienen una relación directa en la actividad de los educadores. Como dice De Vos (2015), deberíamos comenzar realizando algunas preguntas básicas: ¿qué sabemos ahora gracias a la neurociencia? ¿Qué nos enseñan los neurocientíficos que de hecho no sabíamos ya, además de decirnos dónde se encuentra una determinada función cerebral? Realmente la neurociencia promete mucho, pero con resultados muy limitados. ¿Qué aporta la neurología?, ¿por qué está de moda? En muchas ocasiones lo que trasluce este aumento de referencias a la neuroeducación y las neurociencias está relacionado con una imagen de conocimiento sólido, “científico”, que las anteriores referencias a la psicología otorgaban de manera menor (De Vos, 2015, Leysen 2021). Este recurso a la neurociencia contribuye a descentrar la investigación educativa con el espejismo de soluciones fáciles o menos criticables (Smeyers, 2016).

¿Por qué nos interesa aquí hacer referencia a la vertiente neurológica? No porque ofrezca esperanzas para realizar intervenciones educativas basadas en la evidencia, ya criticadas por Biesta y otros, por la simplificación de la realidad que presuponían (Biesta 2015a, Thoutenhoofd, 2018), sino porque permite mostrar de manera fuerte el componente material de las intervenciones educativas mediadas por las tecnologías digitales. Nuestro interés es poner de manifiesto que los efectos del uso de distintas tecnologías tienen efectos en la materialidad de lo que somos. En un mundo crecientemente “desmaterializado” o “virtualizado”, las referencias a las transformaciones neurológicas que todo uso de la tecnología produce, nos puede ayudar, paradójicamente, a rematerializar las reflexiones educativas, o, al menos, a repensar qué tipo de materialidad es la que queremos mantener en educación y por qué.

Hay una influencia peculiar cuerpo, cerebro, mente, máquina, que nos permite hablar de la necesidad de una reflexión tecnosomática (Vlieghe, 2016). Hay cambios corporales, en varios niveles, también el neuronal, que son ciertos y reales, pero hasta ahí llega ahora nuestro interés reflexivo por la neurociencia. Igual que un marinero no necesita para ser un gran navegante del conocimiento que el físico tiene sobre la resistencia de los materiales con los que está construido el barco, tampoco el educador va a extraer gran cosa para su oficio del conocimiento sobre el funcionamiento de la sinapsis (Schrag, 2013). Lo que necesitamos es ser conscientes de que las intervenciones sobre el ser humano, tecnológicas o dialécticas, transforman a la persona como un todo y que la tecnología es tan poco neutral y con efectos tan intensos y materiales como un fármaco (Lewin, 2016) que puede ayudar tanto a solucionar o paliar discapacidades, como también a crearlas (Burbules et al., 2020). La manifestación de esta ausencia de neutralidad se muestra en la propia

investigación que toda tecnología privilegia. El dominio del campo educativo por parte de las tecnologías digitales enfatiza los aspectos relacionados con el control, la eficiencia y la mejora, mientras relega aquellas investigaciones relacionadas, por ejemplo, con la relación educativa, la ejemplaridad o el testimonio (Bakhust, 2020). Como consecuencia, se pasa por alto el efecto educativo que tienen en la propia formación de la identidad al ser no solo medios, sino también, lugares en los que habitar (Sánchez-Rojo y Martín Lucas, 2020; Muñoz-Rodríguez, 2021).

EL PROBLEMÁTICO CONCEPTO DE TECNOLOGÍA

Marshall MacLuhan (1994), filósofo de la comunicación y crítico social en los años 60 y 70, hizo famosos dos aforismos ya célebres: “el medio es el mensaje”, y “damos forma a nuestras herramientas y posteriormente nuestras herramientas nos dan forma a nosotros”. La tecnología es, por utilizar la terminología de Bruno Latour, un “actante” y su estudio debe hacerse más allá de la distinción sujeto objeto. No existe un sujeto claramente definido al margen de los instrumentos que utiliza para su acción. Los fines de toda acción no existen ahí, previamente a la existencia de esa misma tecnología que los permite. La tecnología define los objetivos de la acción, tanto como lo hace el sujeto humano, que no sería tal como es sin tecnología. No es que la tecnología esté al margen de los sujetos que la utilizan, sino que no podemos entender ese binomio, sujeto-tecnología, como si fuesen entidades separadas (Latour, 1999). En efecto, ya desde Platón sabemos que existe una relación entre facultades humanas y tecnologías. En el célebre mito de Theuth, y a cuenta del valor de la escritura, Platón deja claros los riesgos de esta, pues confiando en que las cosas quedan escritas, ya no harán los hombres el esfuerzo de aprenderlas, quedando, entonces, separadas y exteriores a sí mismos, produciendo, no sabiduría, sino apariencia de sabiduría. Platón se da cuenta de que la tecnología cambia al sujeto de maneras que no eran pensables antes de la aparición de esa misma tecnología, y que pueden ser incluso contrarias a sus propósitos iniciales.

No existe para el ser humano, por lo tanto, algo así como una neutralidad ante los medios que producen su acción, sino que el medio es, o al menos marca en parte, el fin. Por ejemplo, aunque construir un barco da lugar al mismo efecto que comprarlo, en ambos casos se obtiene un barco, se intuye que no es lo mismo porque ha variado el propio sentido de tener, la forma en la que se posee el objeto, la vinculación que se establece con él. En ambos casos se puede decir que se posee un barco, pero no en los dos casos se puede decir que se es constructor de barcos. Esto quiere decir que la propia identidad del sujeto que posee el objeto, o utiliza una información, se ve afectada por el modo de conseguirlo.

El ser está definido por el hacer y todas las acciones humanas son siempre también, en parte, un hacerse. No existen acciones independientes de este hacerse,

acciones que, como si dijéramos, no contasen para la persona. Ciertamente, no todas las acciones ni todas las tecnologías tienen la misma importancia o el mismo impacto, pero incluso las aparentemente más pasivas, como ver la televisión o un vídeo de YouTube, forman al ser humano en muchos sentidos. En primer lugar, informan, y ese informarse es diferente al que tiene lugar cuando la persona es la que busca la información que cuando se la encuentra divagando por internet. Esa diferencia no está solo en la actividad en tanto que obliga a un esfuerzo distinto, una selección de las informaciones, una jerarquización de su valor, etc., sino también porque el valor intrínseco de esas acciones prepara al individuo de manera distinta para acciones futuras, porque le hacen de otro modo. Podría decirse que, en cierto sentido, no es el mismo según el modo y la tecnología que tenga para formarse. Conceptualmente, la relación que se establece entre el uso de la tecnología digital y la educación es, por lo tanto, de similares características a la que se establece entre el libro y la educación como sustituto de la transmisión oral o cualquier otra tecnología.

Así, en este trabajo se entienden y se utilizan terminológicamente conceptos como tecnología, dispositivos digitales, redes sociales o mundo digitalizado, no para dialogar acerca de las diferencias que ofrecen estas nociones, sino para entablar una discusión y profundización en estas realidades en cuanto “actantes” de primer orden. Comprenderlos como actantes es concebirlos más allá de nuestros intereses y dotados con una lógica de funcionamiento propia, con efectos no siempre buscados ni deseados. A veces interesantes, como el teletrabajo o los distintos tipos de e-learning, a veces menos deseables, ya sea en las relaciones sociolaborales, como la uberización, ya sea en la aparición de nuevos problemas psicológicos, como la nomofobia, o sociales como el ciberbullying. Nos centraremos ahora en el impacto de esta tecnología en la actividad cognitiva. Nuestra revisión no es exhaustiva, pero sí significativa. Queremos mostrar que hay una conexión, una simbiosis, entre las tecnologías disponibles y el desarrollo y formación de la cognición.

EL IMPACTO TECNOLÓGICO EN EL SER HUMANO

El impacto de la tecnología y la plasticidad cerebral

Está demostrado que el medio influye en la configuración cerebral humana, y que diferentes medios activan partes cerebrales distintas y desarrollan circuitos diversos en el cerebro (Arana et al., 2020). Un ejemplo lo encontramos en el caso de los músicos que, incluso en estado de reposo, consiguen que las conexiones locales del cerebro y la integración de funciones dentro de la red, se mejoren notablemente debido a cambios estructurales y funcionales (Zhu,

2018). Estas variaciones, originadas por un entrenamiento musical a largo plazo, afectan a diversos procesos cognitivos potenciando ciertas funciones ejecutivas directamente relacionadas con los cambios neurológicos que permite la plasticidad cerebral (Hernández et al., 2020).

Teniendo en cuenta que uno de los medios que más influye actualmente en el ser humano desde el nacimiento es el medio digital, podemos prever también un cambio en la cognición producido por la tecnología. Este fenómeno está siendo cada vez más estudiado en el ámbito de la neurología por su aplicación en áreas como la neurorrehabilitación (López-Blanco et al., 2020). En este campo se está fomentando el uso de diversos recursos tecnológicos, como la realidad virtual o los videojuegos, para mejorar algunas funciones cognitivas (Montalbán y Arrogante, 2020).

Como muestran estos procedimientos en el área de la medicina, la tecnología puede modificar la estructura neurológica y las funciones cerebrales de las que emanan ciertas capacidades cognitivas. En este sentido, debemos considerar dos tipos de influencia de la tecnología en las personas. Por un lado, una influencia directa en la que diversos dispositivos tecnológicos son introducidos en los individuos en aras de mejorar ciertos aspectos funcionales, ya sea desde una intención médica o desde una perspectiva transhumanista. La compatibilidad entre la tecnología y el cerebro humano radica en que ambos utilizan señales eléctricas para generar conexiones, de ahí el gran abanico de posibilidades que se abre, por ejemplo, en la introducción de chips en el ser humano para mejorar partes del organismo que hayan sufrido daños, como por ejemplo el ojo (Nowik et al., 2020). Por otro lado, existe también una influencia indirecta de la tecnología producida por el uso continuado y sostenido en el tiempo de dispositivos digitales como el ordenador o el smartphone.

Este trabajo se centrará en este último tipo de influencia porque, desde el ámbito educativo, interesa conocer cómo la utilización del medio tecnológico en la sociedad actual, en cuanto actante, cambia al sujeto que lo utiliza, no solo por las razones de tipo funcional a las que aducía McLuhan (1994), sino también por la influencia estructural neurológica de dicho uso en las capacidades cognitivas (Cárdenas y Cedeño, 2021).

El impacto de la tecnología en las capacidades humanas

Conocer qué procesos o capacidades cognitivas se han visto modificadas en el ser humano, en gran medida, por el uso continuado de la tecnología, es de vital importancia en el ámbito educativo para que el profesorado adecúe su metodología pedagógica a los cambios que se han producido en las últimas décadas en los procesos cognitivos de los estudiantes (Vega, 2020). A continuación, se discuten algunos de ellos de especial relevancia para el proceso de aprendizaje, no con

el objetivo de escrutarlos en su totalidad, sino de tomarlos como ejemplos de evidencias científicas que sustentan el discurso de este trabajo.

En primer lugar, la atención y la concentración, capacidades centrales en el desarrollo educativo, han sufrido un deterioro progresivo debido al uso de las tecnologías. Estos procesos están íntimamente relacionados con la función ejecutiva de la inhibición, que podemos entender como la capacidad del ser humano para resistir a diferentes estímulos e impulsos pudiendo controlar su conducta en momentos concretos (Gioia et al., 2017). En este sentido, la literatura evidencia una correlación negativa significativa entre dicha capacidad y el uso de dispositivos electrónicos o de pantallas desde edades muy tempranas. Un mayor uso, por ejemplo, de las redes sociales, del móvil o de internet, producirá un menor control inhibitorio en la persona socavando en gran medida su capacidad de control (Wegmann et al., 2020). Es más, la manera en la que internet y sus diversas aplicaciones está ideada, conduce al ser humano a un uso reiterado de tiempos de atención y concentración muy cortos, acostumbrando al cerebro a ir de un lado a otro erosionando la capacidad de atender y concentrarse en una misma tarea durante un largo periodo de tiempo (Suárez-Manzano et al., 2020). Sin embargo, también comienzan a aparecer distintos tipos de estudios que demuestran que la utilización de herramientas tecnológicas en el ámbito educativo, tales como la realidad virtual inmersiva, consiguen generar niveles de atención y concentración mayores en comparación con metodologías que no utilizan ningún tipo de tecnología o utilizan tecnologías analógicas (Yang et al., 2018). Son este tipo de aparentes contradicciones las que nos obligarán a realizar algunas precisiones cuando hablemos del papel del juicio pedagógico frente a estas tecnologías.

Por otro lado, el uso de la tecnología también ha afectado los procesos cognitivos relacionados con la memoria, capacidad que la literatura señala como fundamental para el aprendizaje (Maestre Camberos et al., 2020). La evitable necesidad de memorización que la utilización de internet y sus diversas aplicaciones ofrece al ser humano, produce un deterioro de la capacidad de memorizar. Asimismo, al tener la seguridad de que la información que se busca en internet puede ser recuperada con facilidad, los seres humanos tienden a retener menos contenidos, llegando incluso a generar un falso sentimiento de control y dominio de las materias (Fisher et al., 2021).

Asimismo, la facultad de reflexión también se ha visto afectada por el uso continuado de la tecnología. Un claro ejemplo es que las nuevas generaciones de estudiantes ya no categorizan los archivos del ordenador en carpetas, sino que almacenan desorganizadamente miles de documentos que serán recuperados mediante el buscador del dispositivo (Chin, 2021). Al ordenar la información, creábamos categorías, y la creación de categorías es una actividad intelectual relevante íntimamente relacionada con la educación, que, como vemos, está en

desuso entre los jóvenes. Además, la capacidad de reflexión se ve entorpecida con una menor atención o concentración, y con un menor control de la función de inhibición. Pero, por otra parte, la reflexión también se relaciona con la flexibilidad cognitiva, que podemos definir como la capacidad que tiene el ser humano para potenciar una adaptación de sus pensamientos o ideas dependiendo de la situación novedosa que se encuentre, y la capacidad para pensar en varios conceptos al mismo tiempo (Goia et al., 2017). En este sentido, la literatura apunta hacia una relación positiva entre la flexibilidad cognitiva y el uso de algunos recursos electrónicos, como por ejemplo los videojuegos, donde la necesidad de adaptar diferentes pensamientos de manera eficiente durante su utilización, genera una potenciación de la flexibilidad cognitiva (Damirchi et al., 2020).

Si nos fijamos ahora en la capacidad de autonomía, la literatura nos muestra la transformación en los procesos cognitivos obteniendo efectos positivos y negativos originados por el uso continuado de la tecnología (Rico y Hernández, 2021). La alta disponibilidad de recursos mejora la capacidad de hacer cosas y resolver problemas autónomamente. Sin embargo, la utilización descontrolada de dispositivos tecnológicos puede llegar a disminuir dicha autonomía (Abubakar y Al-zyoud, 2021).

Por último, en cuanto a la planificación, entendida como la capacidad de la persona de adelantar mentalmente los procesos necesarios para la obtención de un objetivo (Gioia et al., 2017), destaca la evidencia que muestra que los entornos virtuales de aprendizaje impulsan esta capacidad personal, pero sin olvidar la falta de planificación en el plan de vida de las personas que viven inmersas en una adicción a las tecnologías (Badilla y Sánchez, 2020).

Todas las capacidades y procesos cognitivos ejemplificados en este apartado manifiestan la transformación cognitiva del ser humano por el uso continuado de la tecnología, teniendo una relación directa con el proceso de enseñanza-aprendizaje y el rendimiento académico de los estudiantes. Tanto es así, que la literatura apunta hacia la posibilidad de predecir el rendimiento académico conociendo el grado de desarrollo de las funciones ejecutivas del individuo (Gutiérrez-Ruiz et al., 2020). La estrecha conexión que guardan los procesos cognitivos con el desarrollo educativo de la persona, nos conduce ahora a profundizar en la relación entre la tecnología y la escuela a partir de estas evidencias.

PENSAMIENTO, TECNOLOGÍA Y ESCUELA

Hemos constatado hasta ahora la influencia de la tecnología en la forma de procesar la información, pero la mera constatación de la diferencia en la manera de procesar la información, y el desarrollo neurológico que se produce con el uso de medios digitales, es insuficiente para tomar decisiones en el ámbito educativo. La pedagogía, como ciencia normativa, debería ayudar a los educadores a emitir

juicios que permitan la reflexión sobre el mejor uso posible de esos medios, y no validar acríticamente su utilización arrastrados por una ola tecnofílica. Por supuesto, tampoco la reacción tecnofóbica está justificada.

Podríamos decir que el papel de los profesores en relación con los medios tecnológicos se sitúa en la aceptación y utilización de las posibilidades que ofrece el mundo digital y la resistencia a algunos de los imperativos que provienen de ese mismo mundo. Delimitar qué asumir y utilizar, y cuándo resistir y a qué, es el objetivo del juicio pedagógico sobre lo digital. Como fuente en torno a las que estructurar las reflexiones que siguen, se parte de los criterios de R.S. Peters. Estos criterios podrían aportar valor a las consideraciones pedagógicas del mundo tecnológico de hoy en día y su impacto en la educación.

La búsqueda de la precisión lingüística por parte de este autor sigue estando de actualidad. Clarificar el sentido de diversos términos en educación no es un mero ejercicio de análisis histórico filológico de las palabras con un fin meramente erudito. Más bien es el intento por delimitar aquello que queremos decir y ofrecer nuevas posibilidades para expresar el sentido de prácticas que son distintas. Educar sigue siendo algo distinto a entrenar, enseñar o adoctrinar, por ejemplo. Encontrar las raíces de esas diferencias es la primera labor para establecer algún tipo de normatividad pedagógica y de acercamiento crítico a la tecnología. Aunque las palabras evolucionan y por eso evoluciona la normatividad de disciplinas como la pedagogía, la idea de normatividad se sustenta en la existencia de algo permanente en torno a lo que entendemos por educación. Por eso, en este apartado vamos a centrarnos en el análisis de lo que permanece y lo que cambia a partir de la consideración de actante de la tecnología digital. La secuencia que vamos a seguir en este apartado es la siguiente: primero, un análisis del impacto digital y una recuperación de aquellos rasgos que nos permiten hablar de educación y que quedan parcialmente arrasados por el empuje de lo tecnológico, y, segundo, un estudio del juicio pedagógico en relación con este mundo tecnológico.

La irrupción de lo tecnológico. Una reformulación de lo específicamente educativo

No cabe duda de que la tecnología ha cambiado al alumnado, y que dicho cambio nos da la oportunidad de repensar qué y cómo enseñar (García del Dujo et al., 2021). Pero, ¿en qué sentido la consideración de la tecnología digital como actante cambia las cosas? La tecnología digital no puede ser vista ya como un objeto inerte y a la mera disposición del educador o del educando. Por ejemplo, aunque en nuestro lenguaje coloquial nos referimos al dispositivo móvil o al ordenador como un aparato en nuestra mano y de nuestra posesión, no está tan claro quién posee a quién, si la persona al móvil o el móvil a la persona. Los dispositivos digitales comunican y reaccionan de manera no siempre controlada por el “poseedor” del

aparato. No solo hablamos con conocidos a través del móvil, sino que, queramos o no, dejamos una huella digital al navegar por la red, que es utilizada por algoritmos programados con distintas intencionalidades, generando toda una comunidad de intercambio, que nos transforma de manera profunda.

Con respecto a la investigación educativa, los numerosos estudios centrados en la eficacia de los medios se han presentado como revolucionarios, aunque no cumplan tanto como prometen (García Mathewson y Butrymowicz, 2020) o se encuentren más centrados en gadgets que en problemas educativos (Reich, 2020). El caso es que su irrupción en la investigación ha terminado por afectar a las propias preocupaciones educativas. En efecto, el énfasis en la tecnología ha desplazado otras funciones tradicionalmente ligadas a lo educativo (Reeves y Lin, 2020). Estar educado ha pasado a confundirse con ser bueno en el aprendizaje de un tipo específico de destrezas y de contenidos. Esencialmente aquellas que se pueden aprender con esa tecnología y de la forma que la tecnología permite aprenderlas. Frente a este fenómeno que podemos reconocer como “learnificación” (Biesta, 2015b), recuperamos las distinciones de Peters que nos obligan a pensar la educación de manera distinta y mantener esa distancia entre educación y aprendizaje cultural, escolar.

Mantener esa distancia implica profundizar en la idea de que educar se refiere a un tipo de actividades que tienen efectos en un nivel que se encuentra más allá del mero aprendizaje de destrezas. Tiene que ver con la formación del sentido. La formación del carácter moral y actitudinal de la persona ante la realidad. En esa formación, el aprendizaje de los contenidos culturales que se enseñan en la escuela tiene un papel, pero también un límite. Siguiendo a Biesta (2015b), el paradigma actual de resultados-aprendizaje, marcado por una mera persecución del mejoramiento de los resultados académicos, medidos en términos de respuestas a test estandarizados, debe ser trascendido para entender la educación como una mezcla compleja de calificación (enseñar cosas y procesos complejos), socialización (introducir al individuo en discursos y prácticas para la vida común), y subjetivación (contribuir a su libertad contextualizada). Esta mirada compleja sobre el fenómeno educativo implicará, en el mundo digital, un reto que exigirá al docente establecer un juicio sobre la conveniencia o inconveniencia del uso de las tecnologías para alcanzar dichos fines que no serán ya solo los que marca el proceso de “learnificación”.

El juicio pedagógico sobre la tecnología

Desde ese punto de vista, y al haber distinguido la educación de los procesos que constituyen el aprendizaje, podemos volver a pensar a partir del hecho de que no todo aprendizaje es educativo. Y puede no serlo, no solo por el poco valor del objeto o la destreza aprendida, sino también por el modo de aprenderla. No es lo

mismo aprender a orientarse utilizando *Google Maps*, por ejemplo, que aprender a orientarse a través de la memoria de los trayectos recorridos y la creación de puntos de referencia. En el primer caso, de hecho, no aprendemos a orientarnos, sino a delegar nuestra capacidad de orientación en una aplicación externa, que de hecho dificultará la capacidad de orientación sin el dispositivo.

Por eso, si queremos profundizar en la relación que las tecnologías digitales tienen con la educación, con la formación profunda y significativa que nos permite interpretar el mundo, y no solo con el aprendizaje, debemos ir un poco más allá de afirmaciones del tipo: “las tecnologías digitales favorecen el aprendizaje”, o “el uso de tecnología digital transforma o tiene efectos en nuestra estructura cerebral y debemos educar adaptándonos a ella”, y preguntarnos más bien: ¿qué tipo de aprendizajes transforman estas tecnologías?, ¿cómo puede favorecer algunos tipos de aprendizaje y dificultar otros?, ¿qué procesos estructurales transforma y qué relación tienen esos procesos con la educación?

Como la forma del aprendizaje es relevante, los educadores deberán discernir qué tipo de tareas de las que facilita la tecnología merecen ser potenciadas y cuáles no y por qué. No es algo muy distinto a lo que ya hacen los profesores cuando no dejan utilizar calculadoras en clase, por ejemplo, o se empeñan en el aprendizaje de memoria de contenidos que ya están en la red y son de fácil acceso. El modo de aprender y la forma de enseñar tienen ya en sí mismas una consideración de lo educativo. La relación del aprendizaje con la educación no se basa solo en la necesidad de saber algunos contenidos y destrezas para manejarse en la vida, sino de considerar también que el modo de adquirirlas es también relevante. Pondremos un ejemplo de lo que queremos decir para que se vea mejor el tipo de discernimiento y atención que debe tener el educador frente a lo digital.

El uso de la tecnología puede contribuir a captar la atención en un medio ya familiar para el estudiantado. Pero hay de hecho al menos dos maneras de estar atento: estar absorto o estar concentrado. Puede parecer lo mismo, pero no lo es. Absorto, en el diccionario de la RAE, significa, en su primera acepción, admirado, pasmado, y pasmado hace referencia a distraído. Muchas veces cuando alguien queda absorto en internet, pierde capacidad de crítica y resulta ser fácilmente manipulable. El espectador es arrastrado por el discurso, seducido por el despliegue audiovisual y enganchado a la dopamina que genera la adicción a la red. Sin duda puede haber centrado su interés en función de la pericia del youtuber, o también gracias a sofisticados sistemas de monitorización de la atención consciente en la tarea, por ejemplo, a través del seguimiento del movimiento ocular (Hutt et al., 2021), pero, ¿de qué manera?, ¿a cambio de qué?, ¿ofreciendo qué? Si la oferta es el estado propio del absorto, la atención captada no es, ni mucho menos, suficiente, puede ser incluso negativa, adictiva, y la actividad vista o desarrollada no es educativa por muy entretenida o amena que haya sido. Lo que se busca al ofrecer una tarea

educativa es la concentración del sujeto en una actividad. La actividad debe llevarle al trabajo, al estudio, a la comprensión. El juicio de un youtuber educador, por lo tanto, no puede realizarse solo en base a las visualizaciones que tiene y al tiempo medio pasado en una determinada plataforma, sino a los efectos en el rendimiento que tienen esas interacciones, al trabajo real que genera en el alumnado y a la calidad de ese trabajo.

Ciertamente, como hemos visto en alguno de los estudios citados (Yang et al., 2018), los trabajos y los diseños en realidad inmersiva pueden favorecer algunos tipos de aprendizaje con buenos resultados, y mejorando incluso la concentración en la tarea. De esta realidad empíricamente demostrada no podemos extraer que cualquier uso de la tecnología mejora la concentración o el rendimiento, pues hay también evidencias apoyadas en la investigación de que algunas tareas, como la lectura, por ejemplo, resulta significativamente más eficiente cuando se hace en papel que en pantalla (Clinton, 2019). Los lectores en pantalla tienden a concentrarse menos y a divagar más. Esto no es necesariamente una contradicción, sino la manifestación de este nuevo y complejo actante que, frente a la dispersión y la polarización del pensamiento, puede también, en función de su diseño, resultar interesante en según qué tareas, formatos y tiempos. El juicio pedagógico del educador sigue resultando el aspecto fundamental.

Este criterio de forma debería llevar al educador a establecer un juicio pedagógico sobre el modo de relación que un sujeto mantiene con el medio y con la actividad que diseña. ¿Qué tipo de atención capta?, ¿qué tipo de efectos tiene esa atención? Posiblemente ese examen conduzca al educador a recomendar distintas estrategias según la relación que el sujeto establece con el medio tecnológico.

Desde el punto de vista del resultado, y siguiendo con Peters, son consideradas educativas aquellas actividades que favorecen la comprensión de un contenido y su valor intrínseco, y no solo el dominio de una destreza. Este criterio es interesante y sirve para juzgar algunas de las ideas dominantes en la actualidad. Podrían formularse dichas representaciones de esta manera. La gran disponibilidad de conocimientos obliga a centrar la enseñanza no en los datos, sino en capacidades o habilidades, saber hacer, lo que se ha denominado competencias.

Si todo está en Google, ¿para qué aprender el contenido? Cualquier docente entiende que la comprensión de lo que se aprende es necesaria para poder aprender más a partir de aquello que ya se sabe. Pero, si llevamos el pensamiento más allá, parece evidente que no se puede tener la comprensión de un contenido si no se sabe el contenido, si no tenemos ya el contenido incorporado. Está claro que el aprendizaje memorístico no garantiza la comprensión, pero, desde luego, la comprensión es un plus que exige la interiorización de ese contenido y, por lo tanto, saberlo. Solo un contenido interiorizado y comprendido puede suscitar nuevas ideas en aquel que lo posee. El valor de la disponibilidad inmediata estriba, así,

en la disponibilidad para el aprendizaje, pero, si no se aprende, no se tiene y no formará parte de nosotros. El educador que utilice YouTube o internet deberá ir más allá de la enseñanza del uso del buscador académico y aprovechar la ventaja de la accesibilidad de materiales, pero para ser aprendidos.

Hay una confusión en torno a este problema de la tecnología y su relación con la cognición humana. Sabemos que la carga cognitiva que puede procesar un ser humano es limitada. La capacidad de descargarnos de esa carga es doble: bien podemos encargársela a alguien externo a nosotros, bien podemos desarrollar hábitos y automatismos que la reduzcan. Cuando empezamos a leer, por ejemplo, la carga cognitiva es alta. La mecánica es costosa, pero, cuando se domina, apenas requiere más esfuerzo que ver una obra de teatro. Podemos dedicarnos a cargas cognitivas superiores realizando una tarea, la lectura, que ya no nos costará. Sin embargo, ahora que están muy desarrollados los sistemas de lectura automática, alguien podría pensar que bien podríamos descargar al sujeto del penoso proceso de aprender a leer y delegarlo en la máquina, igual que hemos hecho con la orientación o la lectura de mapas. Sin embargo, sabemos que el valor del propio aprendizaje de la lectura o de cualquier otra competencia compleja va mucho más allá de la misma competencia, desarrolla la disciplina mental necesaria para aprender muchas más cosas y forma nuestra capacidad de pensar. Podríamos poner muchos más ejemplos, como que el aprendizaje de idiomas no es valioso solo porque nos permita desarrollar la capacidad de hablar o leer a personas en otras lenguas. Los sistemas de procesamiento de la voz y traducción simultánea en el móvil lo pueden hacer cada vez con mayor precisión. Es que el desarrollo cognitivo que surge con el aprendizaje de lenguas no es fácilmente sustituible y su valor está en que aumentamos la capacidad de pensar mejor. Tener juicio educativo es evaluar cuidadosamente qué tipo de carga cognitiva queremos ahorrarnos gracias a la tecnología. Aprender de manera más sencilla, más agradable o menos esforzada no siempre quiere decir aprender mejor.

CONCLUSIONES

Este trabajo consigue dar respuesta a su objetivo principal: apuntar, desde una visión teórica, pero basada en la literatura científica, a la formación del juicio pedagógico que debe regular la práctica docente teniendo en cuenta los cambios que se están produciendo en las capacidades cognitivas del ser humano debido al impacto y uso continuado de la tecnología.

Estos cambios, que, como muestra la investigación, pueden tener efectos positivos o negativos a la hora de desarrollar procesos cognitivos relacionados directamente con el aprendizaje, nos impelen a reflexionar sobre las relaciones existentes entre tecnología, en cuanto actante, y educación. No se trata de

aceptar acríticamente que las tecnologías han llegado para quedarse y que deben implementarse en educación bajo la bandera de un mal entendido concepto de innovación, sino de subrayar el papel clave del docente en cuanto poseedor del juicio pedagógico necesario para discernir sobre cuándo, cómo y por qué usar o no elementos tecnológicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los educadores deben estar atentos para no ahorrarse con la tecnología carga de trabajo cognitiva que sea significativa. Asimismo, deben centrarse más en el diseño pedagógico de las intervenciones con tecnología que en el manejo de gadgets, y desarrollar en los estudiantes la libertad y el control frente a un mundo tecnológico.

Las limitaciones de este trabajo se centran en la focalización sobre determinadas capacidades cognitivas en las que comienzan a aparecer evidencias científicas de su transformación debido al uso de la tecnología. Sin embargo, este artículo no pretende enumerar todas y cada una de estas modificaciones, eso sería ámbito de la neurología, sino establecer ejemplos que sustenten el discurso, con el objetivo de reforzar lo que estos cambios significan en la formación humana, apoyando, así, la discusión global en lo concerniente a este gran reto para el profesorado actual. Como prospectiva, se pueden desarrollar estudios sobre esta temática enfocando la reflexión en cada una de las capacidades cognitivas de las que tenemos evidencias de su transformación por el uso continuado de la tecnología.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es resultado del proyecto I+D+i #LobbyingTeachers (referencia: PID2019-104566RA-I00/AEI/10.13039/501100011033).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abubakar, A. M., & Al-zyoud, M. F. (2021). Problematic Internet usage and safety behavior: Does time autonomy matter? *Telematics and Informatics*, 56, 101501. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2020.101501>
- Arana, S., Marquand, A., Hultén, A., Hagoort, P., & Schoffelen, J. M. (2020). Sensory modality-independent activation of the brain network for language. *Journal of Neuroscience*, 40(14), 2914-2924. <https://doi.org/10.1101/714998>
- Badilla, Y. C., & Sánchez, R. U. (2020). Caracterización social de la evaluación de los aprendizajes apoyada en entornos virtuales (autonomía, aprender a aprender y competencias), en la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales (UNED). *Revista Ensayos Pedagógicos*, 15(1), 211-233. <https://doi.org/10.15359/rep.15-1.11>
- Bakhurst, D. (2020). Teaching, telling and technology. *Journal of Philosophy of Education*, 54(2), 305-318. <https://doi.org/10.1111/1467-9752.12414>

- Biesta, G. (2015a). On the two cultures of educational research, and how we might move ahead: Reconsidering the ontology, axiology and praxeology of education. *European Educational Research Journal*, 14(1), 11-22. <https://doi.org/10.1177/1474904114565162>
- Biesta, G. (2015b). What is education for? On good education, teacher judgement, and educational professionalism. *European Journal of Education*, 50(1), 75-87. <https://doi.org/10.1111/ejed.12109>
- Burbules, N. C., Fan, G., & Repp, P. (2020). Five trends of education and technology in a sustainable future. *Geography and Sustainability*, 1(2), 93-97. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2020.05.001>
- Cárdenas, M. P. C., & Cedeño, Á. M. C. (2021). La estimulación del cerebro y su influencia en el aprendizaje de los niños de preescolar. *ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, 6(1), 38-45. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5512747>
- Chin, M. (22 de septiembre de 2021). File not found. A generation that grew up with Google is forcing professors to rethink their lesson plans. *The Verge*. <https://www.theverge.com/22684730/students-file-folder-directory-structure-education-gen-z>
- Clinton, V. (2019). Reading from paper compared to screens: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Research in Reading*, 42(2), 288-325. <https://doi.org/10.1111/1467-9817.12269>
- Curran, J., Fenton, N., & Freedman, D. (2016). *Misunderstanding the internet*. Routledge.
- Damirchi, E. S., Pireinaladin, S., Akbari, T., & Dargahi, S. (2020). The prediction of the student's tendency to computer games based on the brain-behavioral functions, cognitive flexibility and sensation seeking. *Archives of Psychiatry and Psychotherapy*, 1, 70-76. <https://doi.org/10.12740/app/109309>
- Darling-Aduana, J., & Heinrich, C. J. (2018). The role of teacher capacity and instructional practice in the integration of educational technology for emergent bilingual students. *Computers & Education*, 126, 417-432. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.08.002>
- De Vos, J. (2015). Deneurologizing education? From psychologisation to neurologisation and back. *Stud Philos Educ* 34, 279-295. <https://doi.org/10.1007/s11217-014-9440-5>
- Fisher, M., Smiley, A. H., & Grillo, T. L. (2021). Information without knowledge: the effects of Internet search on learning. *Memory*, 1-13. <https://doi.org/10.1080/09658211.2021.1882501>
- García Mathewson, T., & Butrymowicz, S. (2020) Online programs used for coronavirus-era school promise results. The claims are misleading. *USA Today*. <https://bit.ly/3uwUaKl>

- García del Dujo, A., Vlieghe, J., Muñoz-Rodríguez, J. M., & Martín-Lucas, J. (2021). Pensar la (teoría de la) educación, desde la tecnología de nuestro tiempo. *Teoría De La Educación. Revista Interuniversitaria*, 33(2), 5-26. <https://doi.org/10.14201/teri.25432>
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C., & Kenworthy, L. (2017). *Brief 2: Evaluación conductual de la función ejecutiva*. Hogrefe Tea Ediciones.
- Gutiérrez-Ruiz, K., Paternina, J., Zakzuk, S., Mendez, S., Castillo, A., Payares, L., & Peñate, A. (2020). Las funciones ejecutivas como predictoras del rendimiento académico de estudiantes universitarios. *Psychology, Society, & Education*, 12(3), 161-174. <https://doi.org/10.25115/psye.v12i3.2103>
- Hernández, M., Molina-Delgado, M., Smith-Castro, V., Rodríguez-Villagra, O. A., & Hernández-Campos, M. (2020). Funciones ejecutivas entre músicos y no músicos: un metaanálisis. Interdisciplinaria. *Revista de Psicología y Ciencias Afines*, 37(2), 39-55. <https://doi.org/10.16888/interd.2020.37.2.3>
- Hutt, S., Krasich, K., R. Brockmole, J., & K. D'Mello, S. (2021, May). Breaking out of the lb: mitigating mind wandering with gaze-based attention-aware technology in classrooms. En *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-14).
- Latour, B. (1999). *Pandora's hope: essays on the reality of science studies*. Harvard University Press.
- Lewin, D. (2016). The pharmakon of educational technology: the disruptive power of attention in education. *Stud Philos Educ*, 35, 251–265. <https://doi.org/10.1007/s11217-016-9518-3>
- Leysen, J. (2021). Confusions that make us think? An invitation for public attention to conceptual confusion on the neuroscience-education bridge. *Educational Philosophy and Theory*, 53(14), 1464-1476. <https://doi.org/10.1080/00131857.2020.1865920>
- López-Blanco, R., Rodriguez, A. S., Cubo, E., Gabilondo, Í., Ezpeleta, D., Labrador-Espinosa, M. A., Sánchez-Ferro, A., Tejero, C., & Matarazzo, M. (2020). Impacto de las nuevas tecnologías en la neurología en España. Revisión del Comité Ad-Hoc de Nuevas Tecnologías de la Sociedad Española de Neurología. *Neurología*. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2020.10.015>
- Maestre Camberos, D. I., Mora Mora, E., Pinto Ramirez, S., & Andrade Valbuena, L. P. (2020). Revisión sistemática: Implicaciones de la memoria de trabajo en el neurodesarrollo y el aprendizaje. *Revista Iberoamericana de la Educación*, 3(4) , 121-159. <https://doi.org/10.31876/ie.v3i4.52>
- McLuhan, M. (1994). *Understanding media: The extensions of man*. MIT Press.
- Montalbán, M. A., & Arrogante, O. (2020). Rehabilitación mediante terapia de realidad virtual tras un accidente cerebrovascular: Una revisión bibliográfica.

- Revista Científica de la Sociedad Española de Enfermería Neurológica*, 52, 19-27. <https://doi.org/10.1016/j.sedene.2020.01.002>
- Muñoz-Rodríguez, J. M. (Ed.) (2021). *Identity in a hyperconnected society. Risks and Educative Proposals*. Springer <https://doi.org/10.1007/978-3-030-85788-2>
- Nowik, K., Langwińska-Wośko, E., Skopiński, P., Nowik, K. E., & Szaflik, J. P. (2020). Bionic eye review—An update. *Journal of Clinical Neuroscience*, 78, 8-19. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2020.05.041>
- Peters, R. S. (2010). What is an educational process. En Peters, R. S., (Ed.), *The concept of education* (pp. 1-16). Routledge.
- Reeves, T. C., & Lin, L. (2020). The research we have is not the research we need. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1991-2001. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09811-3>
- Rico, R. L. A., & Hernández, C. (2021). Autonomía en el aprendizaje ¿aspiración educativa o realidad? El impacto del proceso formativo escolar. *UCMaule*, (60), 51-75. <https://doi.org/10.29035/ucmaule.60.51>
- Sánchez-Rojo, A., & Martín-Lucas, J. (2021). Educación y TIC: entre medios y fines. Una reflexión post-crítica. *Educação & Sociedade*, (42), 1-14. <https://doi.org/10.1590/ES.239802>
- Schrag, F. (2013). Can this marriage be saved? The future of ‘neuro-education’. *Journal of Philosophy of Education*, 47(1), 20-30. <https://doi.org/10.1111/1467-9752.12015>
- Smeyers, P. (2016). Neurophilia: Guiding educational research and the educational field? *Journal of Philosophy of Education*, 50(1), 62-75. <https://doi.org/10.1111/1467-9752.12173>
- Suárez-Manzano, S., Ruiz-Ariza, A., López-Serrano, S., & Martínez-López, E. J. (2020). C-HIT para mejorar la concentración y calidad de sueño de escolares con dificultades de aprendizaje: Estudios piloto. *European Journal of Education and Psychology*, 13(1), 19-32. <https://doi.org/10.30552/ejep.v13i1.289>
- Thoutenhoofd, E.D. (2018). The datafication of learning: data technologies as reflection issue in the system of education. *Studies in Philosophy and Education*, 37, 433–449. <https://doi.org/10.1007/s11217-017-9584-1>
- Vega, J. A. G. (2020). ¿Es posible un currículo basado en las funciones ejecutivas? De la función a la competencia: propuesta de integración de la “competencia ejecutiva” en el aula. *Journal of Neuroeducation*, 1(1), 114-129. <https://doi.org/10.1344/joned.v1i1.31363>
- Vlieghe, J. (2016). Schooling bodies to read and write: A technosomatic perspective. *Educational Theory*, 66(4), 441-455. <https://doi.org/10.1111/edth.12182>
- Wegmann, E., Müller, S. M., Turel, O., & Brand, M. (2020). Interactions of impulsivity, general executive functions, and specific inhibitory control explain symptoms of

- social-networks-use disorder: An experimental study. *Scientific Reports*, 10(1), 1-12. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60819-4>
- Yang, X., Lin, L., Cheng, P. Y., Yang, X., Ren, Y., & Huang, Y. M. (2018). Examining creativity through a virtual reality support system. *Educational Technology Research and Development*, 66(5), 1231-1254. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9604-z>
- Zhu, Y. (2018). Influence of music training on the plasticity of the brain. *NeuroQuantology*, 16(5). <https://doi.org/10.14704/nq.2018.16.5.1409>

