

XIII Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología. XXVIII Jornadas de Investigación. XVII Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR. III Encuentro de Investigación de Terapia Ocupacional. III Encuentro de Musicoterapia. Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, 2021.

# **Efectos psicobiológicos del enriquecimiento ambiental en el neurodesarrollo. Un abordaje desde la teoría del ciclo vital.**

Martinez, Micaela Oriana y Herrera, María Inés.

Cita:

Martinez, Micaela Oriana y Herrera, María Inés (2021). *Efectos psicobiológicos del enriquecimiento ambiental en el neurodesarrollo. Un abordaje desde la teoría del ciclo vital. XIII Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología. XXVIII Jornadas de Investigación. XVII Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR. III Encuentro de Investigación de Terapia Ocupacional. III Encuentro de Musicoterapia. Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.*

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/000-012/359>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/even/nzD>

*Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: <https://www.aacademica.org>.*

# EFFECTOS PSICOBIOLOGICOS DEL ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL EN EL NEURODESARROLLO. UN ABORDAJE DESDE LA TEORÍA DEL CICLO VITAL

Martinez, Micaela Oriana; Herrera, María Inés  
Pontificia Universidad Católica Argentina. Buenos Aires, Argentina.

## RESUMEN

La interacción entre la herencia y el ambiente influye significativamente en el neurodesarrollo. Este proceso implica la maduración del sistema nervioso y se extiende durante toda la vida. Desde la Psicobiología, estudios experimentales y clínicos se han enfocado en los efectos protectores del enriquecimiento ambiental a lo largo del neurodesarrollo. El enriquecimiento ambiental es un paradigma de alojamiento animal basado en la estimulación física, sensorial, cognitiva y social. Ha demostrado que favorece la neuroplasticidad, el aprendizaje y la memoria, tanto en edades tempranas como avanzadas. Según la Teoría del Ciclo Vital, el desarrollo no culmina en los primeros años de vida. Esta teoría aporta entonces una mirada amplia para la comprensión de los efectos psicobiológicos del enriquecimiento ambiental en el neurodesarrollo.

### Palabras clave

Neurodesarrollo - Psicobiología - Enriquecimiento ambiental - Teoría del Ciclo Vital

## ABSTRACT

PSYCHOBIOLOGICAL EFFECTS OF ENVIRONMENTAL ENRICHMENT ON NEURODEVELOPMENT. AN APPROACH FROM THE LIFE SPAN THEORY

The interaction between heredity and the environment exerts a significant influence on neurodevelopment. This process involves the maturation of the nervous system and extends throughout life. From Psychobiology, experimental and clinical studies have focused on the protective effects of environmental enrichment throughout neurodevelopment. Environmental enrichment is a paradigm of animal housing based on physical, sensory, cognitive and social stimulation. It has been shown to promote neuroplasticity, learning and memory, both in early and advanced ages. According to the Life Span Theory, development does not culminate in the first years of life. This theory then provides a broad look for understanding the psychobiological effects of environmental enrichment on neurodevelopment.

### Keywords

Neurodevelopment - Psychobiology - Environmental enrichment - Life Span Theory

## 1. Introducción

En la actualidad, la comunidad científica sostiene que el entorno ambiental, en interacción con los factores genéticos, incide de manera significativa en el neurodesarrollo (Coll & Bearer, 2014). El mismo refiere a un proceso complejo que implica la maduración del sistema nervioso, así como también el desarrollo de las funciones cerebrales y la adaptación del individuo al entorno (Mancini, Milh y Chabrol, 2015). El sistema nervioso se modifica a partir de las experiencias que el sujeto intercambia con el medio. Esta retroalimentación es la que sustenta la Psicobiología como disciplina que estudia las bases neurobiológicas de la conducta (Pámies, 1998). Uno de los modelos experimentales de esta disciplina es el del enriquecimiento ambiental, un paradigma de alojamiento animal basado en la estimulación física, sensorial, cognitiva y social. Se implementa en jaulas de laboratorio de grandes dimensiones a partir de distintos objetos y mediante la interacción con otros animales (Mesa-Gresa, Pérez-Martínez y Redolat-Iborra, 2012; Mora-Gallegosaa, Salasa y Fornaguera-Trías, 2017). La evidencia científica ha demostrado que produce cambios neuroplásticos a nivel estructural y funcional, favoreciendo los procesos de aprendizaje y memoria. Dado que estos efectos neuroplásticos se han observado aún en el envejecimiento, la Teoría del Ciclo Vital ofrece interesantes aportes en este sentido. Dicha teoría, consolidada por Baltes, defiende que el neurodesarrollo no culmina en los primeros años de vida, sino que abarca y afecta a todo el ciclo evolutivo. Cada etapa influye en la siguiente, presentando esta teoría una orientación dialéctica y sistémica, acorde a la comprensión actual del ser humano (Muñoz, López y Jiménez, 2014).

En esta línea, el presente trabajo ahondará en los conceptos de neurodesarrollo, Psicobiología y enriquecimiento ambiental, y discutirá los efectos psicobiológicos del enriquecimiento ambiental en el neurodesarrollo a la luz de la Teoría del Ciclo Vital.

## 2. Desarrollo conceptual

### · *Neurodesarrollo*

El neurodesarrollo implica una evolución continua a lo largo de toda la vida, donde se evidencia una relación bidireccional entre el cerebro y la conducta (Matute, 2012; Medina Alva, Caro Kahn y Muñoz Huerta, 2015). Tal proceso evolutivo depende de la in-

tervención de dos tipos de factores. Los factores genéticos incluyen una inmensa cantidad de información disponible, aunque insuficiente para explicar la totalidad de las conexiones neuronales que se instauran. Por su parte, los factores epigenéticos, originados en el medio ambiente, modifican la expresión de los genes. Numerosos científicos han sugerido que las experiencias de los primeros años de vida influyen significativamente en la salud del sujeto durante todo el ciclo vital, sosteniendo que el contexto inicial de los niños tiene un impacto notable en la forma en que sus cerebros se desarrollan. Lo que los niños experimentan durante la temprana infancia establece los cimientos para todo el curso de su vida. En otras palabras, un comienzo saludable le daría al infante la oportunidad de prosperar y convertirse en un adulto sano (Irwin, Siddiqi & Hertzman, 2007).

Desde los inicios de la vida, a través del funcionamiento de los sistemas perceptuales, recibimos estímulos provenientes del ambiente, necesarios para la maduración de las estructuras cerebrales. El bebé nace con una innumerable cantidad de neuronas, pero dependen esencialmente del entorno las conexiones que se logren generar (Irwin et al., 2007). Durante el desarrollo, se genera aproximadamente el doble de células de las requeridas por el feto. Por lo tanto, luego de la formidable neurogénesis, se produce la fase de muerte neuronal, la cual será tan importante como la generación de tales células. Este proceso de "poda" se lleva a cabo tras conectarse la población neuronal con su diana a través de un mecanismo de competición de los axones, donde los más rápidos o los que se han desarrollado en mayor medida, serán los que establezcan contactos sinápticos persistentes (Gandur, 2018). De esta manera, el neurodesarrollo implica la maduración del sistema nervioso junto con la subsiguiente adquisición de ciertas aptitudes y la conformación de la personalidad. El desarrollo cerebral continúa varios años después del nacimiento y se encuentra caracterizado por una serie de hitos esperables. Estos mojones presentan un margen amplio de variabilidad considerada normal e involucran las esferas motriz, lingüística, sensorial, cognitiva y social, considerando el desarrollo de forma multidimensional y multidireccional. Las alteraciones en la consecución de tales hitos podrían configurar trastornos del neurodesarrollo que, si bien inician en la infancia, acompañan al sujeto a lo largo de toda su vida (Medina Alva et al., 2015).

#### · **Psicobiología**

En 1949, Hebb comenzó a hablar de Psicobiología, postulando un modelo de explicación de ciertos procesos cognitivos en relación a la actividad neural (Ripoll, 2010). Se trata de una forma de entender la conducta partiendo de la interdisciplinariedad entre la Biología y la Psicología, cuya finalidad esencial es abarcar todos aquellos factores biológicos que intervienen en la expresión de la conducta. La Psicobiología en tanto Neurociencia recibe sus aportes de la Neuroanatomía, la Neurofisiología, la Neuroquímica y la Neurobiología, así como también de otras

disciplinas como la Genética, la Endocrinología, la Biología Evolutiva, la Etología y la Sociobiología (Moreno, 2002).

La investigación biopsicológica se encarga de estudiar tanto seres humanos como animales. Algunos animales cuentan con una serie de ventajas para la realización de investigaciones. La primera es que la conducta y el encéfalo son menos complejos que en las personas. En segundo lugar, habilitan estudios comparativos entre diferentes especies. Finalmente, el empleo de sujetos no humanos permite el desarrollo de experimentos de laboratorios que, por cuestiones éticas, no son viables en seres humanos, si bien esto no implica la ausencia de protocolos de ética en la investigación con animales. Más allá de las ventajas referidas, lo que fundamenta científicamente la experimentación en sujetos no humanos es la continuidad evolutiva del encéfalo. La principal diferencia entre el encéfalo humano y el de otros mamíferos se basa en el tamaño global del mismo, así como también en el grado de desarrollo cortical, siendo la diferencia esencialmente cuantitativa. De esta manera, los principios de la función cerebral humana pueden derivarse del estudio en animales, más allá de ciertas limitaciones obvias. Un gran ejemplo de la derivación de principios sobre la función cerebral humana a partir de evidencia en animales reside en el paradigma experimental del enriquecimiento ambiental (Pinel, 2007).

Para el estudio de los efectos psicobiológicos del enriquecimiento ambiental, la Psicobiología recurre a los análisis de laboratorio a nivel celular y subcelular, así como a diversas pruebas de comportamiento animal. Una de las más utilizadas es la prueba de campo abierto, que tiene como objetivo indagar acerca de la tendencia innata de las ratas a explorar la periferia de un entorno novedoso. Además, permite indagar la actividad motora y el aprendizaje por habituación. Otra de las pruebas conductuales más reconocidas es el laberinto acuático de Morris. La misma evalúa la memoria espacial colocando al roedor en una pileta de agua donde, luego de sucesivos ensayos, aprenderá a encontrar una plataforma de escape oculta. La prueba de reconocimiento de objetos también se utiliza para evaluar aprendizaje espacial y memoria en ratas. Este paradigma conductual se basa en la evidencia de que las ratas pasan más tiempo explorando un objeto nuevo que uno previamente explorado (Simpson & Kelly, 2011).

#### · **Enriquecimiento ambiental**

También fue Donald Hebb (1949) quien, a partir de un hecho fortuito, inauguró la investigación sobre el enriquecimiento ambiental al comparar ratas de laboratorio con aquellas que tenía en su casa como mascotas. Observó que estas últimas mostraban mejores resultados en pruebas de memoria. Para continuar sus desarrollos acerca del papel de la estimulación ambiental en el cerebro y la conducta, Hebb desarrolló una serie de experimentos que permitían examinar las consecuencias conductuales de la exposición de roedores a ambientes enriquecidos (Mesa-Gresa, 2012; Rampon et al., 2000). Fue allí cuando estableció que la interacción repetida de una neurona con otra ge-

neraría cambios metabólicos y estructurales que incrementarían la eficiencia de emisión de la primera. Esta evidencia condujo al estudio de los efectos de la estimulación física y química neuronal relacionada a procesos de aprendizaje y memoria. De esta manera, la exposición a un ambiente enriquecido produciría cambios a nivel bioquímico y estructural, los cuales explicarían los efectos a largo plazo producidos por tal paradigma, ya que las conexiones enriquecidas durante la juventud se desempeñarían mejor en la vejez (Vega, 2010).

Los hallazgos de Hebb fueron los primeros indicios acerca de la influencia que podría tener el entorno en el comportamiento. Sin embargo, la manipulación experimental del enriquecimiento ambiental propiamente dicho fue caracterizada con mayor detalle por Mark Rosenzweig junto con sus colegas en el año 1960. Fue allí que se descubrió que, a partir del alojamiento de animales en cajas con juguetes, escaleras, ruedas y túneles, se producían cambios significativos en la neuroquímica y la anatomía del córtex cerebral (Clemenson, 2018; Rampon et al., 2000; Vega, 2010). Esto se explicaría por la estimulación de los animales en distintos niveles: físico, a través de ruedas para correr, túneles y plataformas; cognitivo y sensorial, mediante objetos inanimados como campanas o juguetes, así como también materiales para hacer nidos; social, a través de la interacción con otros animales en grandes cajas. Tales variables proporcionan asimismo estimulación a nivel visual, somato-sensorial y olfatorio. Los objetos dispuestos en las jaulas de ambiente enriquecido varían en forma, composición, tamaño, textura, olor y color y, además, son modificados de manera periódica para estimular la conducta exploratoria en el animal (Mesa-Gresa et al., 2012; Mora-Gallegosaa et al., 2017).

Evidencia creciente sugiere que las manipulaciones ambientales impactan en una serie de características moleculares y de comportamiento, incluida la complejidad dendrítica y sináptica, junto con la neurogénesis y el aprendizaje. El enriquecimiento ambiental provocaría un aumento en el volumen de la corteza cerebral, así como también en el número de neuronas y células gliales, incrementando además el número de conexiones sinápticas. Por otro lado, también favorecería una mayor síntesis de factores neurotróficos, aumentando la expresión del factor de crecimiento neuronal (*nerve growth factor* - NGF), así como del factor neurotrófico derivado del cerebro (*brain-derived neurotrophic factor* - BDNF) y de las células gliales (*glial-derived neurotrophic factor* - GDNF) (Martínez, 2012). Esto podría explicar mayores niveles de neurogénesis lo cual, a su vez, produciría una mejora de las capacidades cognitivas tales como memoria y aprendizaje (Vega, 2010). La formación de nuevas neuronas ha sido un descubrimiento reciente en materia científica. Sin embargo, esto ha sido investigado desde el año 1962, siendo los primeros estudios realizados con animales y posteriormente replicados en seres humanos. Se han distinguido dos tipos de neurogénesis: el primero ocurre en las etapas pre y postnatal, y el segundo, en la adultez. Entre los factores moduladores de la

neurogénesis, se encuentra el ambiente enriquecido (Montero-Herrera, 2018). Existe evidencia de que dicho modelo de alojamiento animal puede resultar neuroprotector en afecciones ocurridas en períodos tempranos del desarrollo (Kiss et al., 2013; Horvath et al., 2015), así como también frente a alteraciones propias del envejecimiento (Patel, 2012; Vásquez et al., 2014). De allí el valor de la Teoría del Ciclo Vital para comprensión de los efectos psicobiológicos del enriquecimiento ambiental a lo largo del neurodesarrollo.

### 3. Discusión de los hallazgos psicobiológicos a la luz de la Teoría del Ciclo Vital.

Si bien cuando se habla de neurodesarrollo se lo vincula esencialmente con las edades tempranas, el mismo abarca la totalidad del ciclo vital. Resulta innegable que el desarrollo de los primeros años es más dinámico, sin embargo, ello no implica que el mismo se detenga o deje de tener relevancia. El neurodesarrollo no implica únicamente la aparición de nuevas habilidades, sino que, comprende también la complejización y optimización de las ya existentes. De esta manera, el desarrollo cerebral consiste en la diversificación, especialización e integración de las capacidades y los circuitos presentes (Vega, 2010). Por lo tanto, la influencia del ambiente también es de importancia en edades avanzadas (Norstrand, Glicksman, Lubben & Kleban, 2012; Sánchez González, 2015), más allá de su indiscutida relevancia en los primeros años de vida (Irwin, Siddiqi & Hertzman, 2007; Ferguson, Cassells, MacAllister & Evans, 2013).

Luego de los aportes iniciales de Baltes, la Teoría del Ciclo Vital ha sido sustentada por Riegel, quien conceptualizó a la psicología del envejecimiento como un área que integra todo el desarrollo, no sólo el final o el inicio, proponiendo que el envejecer es también parte del mismo. Otro representante de dicha teoría ha sido Thomae, quien planteó una evolución, al igual que Baltes, desde una perspectiva compleja, multidimensional y multidireccional. Neugarten también ha sido una referente de este modelo teórico, subrayando fundamentalmente la importancia de la historia previa. Propuso que el envejecimiento abarcaba todo el período vital, siendo éste indivisible (Dulcey-Ruiz, 2010). Este enfoque permite otorgarle importancia, por un lado, a la niñez como factor influyente en las etapas posteriores y por otro, a la adultez y a la vejez como un período en el que el desarrollo neurocognitivo no se encuentra acabado, sino que sigue actualizándose en función de la interacción con el medio. Estos aportes desde la Teoría del Ciclo Vital se sustentan en los conceptos de neuroplasticidad y reserva cognitiva, los cuales se encuentran íntimamente relacionados entre sí.

La neuroplasticidad consiste en una modificación de las conexiones neuronales y el establecimiento de nuevas estructuras sinápticas a partir de una interrelación constante con las demandas del medio. Dicha capacidad favorece la neurogénesis, que a su vez contribuye a la adquisición de nuevas habilidades. La plasticidad cerebral se encuentra influida por factores inter-

nos, pero fundamentalmente también por la interacción con el entorno (Cabras, 2012). Evidencias experimentales refieren que el enriquecimiento ambiental sería capaz de atenuar los cambios producidos en la corteza cerebral relativos al envejecimiento. Si bien los mecanismos de neuroplasticidad pueden variar con la edad, se trata de una propiedad intrínseca del cerebro a lo largo de toda la vida, cuyo principal factor determinante sería el contexto en el cual se encuentra inmerso el sujeto (Jellinger, 2013). Por su parte, la noción de reserva cognitiva refiere a la capacidad del cerebro para soportar, de la mejor manera posible, las consecuencias de las afecciones neuropsicológicas. Se considera que existe una relación inversamente proporcional entre declive cognitivo y reserva cognitiva. Esta capacidad estaría mediada por factores hereditarios, así como también experiencias vividas, las cuales estarán influidas principalmente por el nivel educativo y la ocupación laboral. La reserva cognitiva es propuesta como un factor protector ante las manifestaciones clínicas de diversas patologías (Díaz Orueta, 2010), resultando favorecida por el enriquecimiento ambiental, tanto en el envejecimiento normal como patológico (Stern, 2009).

#### 4. Conclusión y nuevas perspectivas

Los primeros tiempos de vida otorgan estabilidad y continuidad a la conformación de la persona, formándose patrones duraderos que luego se irán actualizando en su interrelación con el entorno. Numerosas características de dicha evolución permanecen consistentes en las demás etapas de la vida. Por esta razón, es de importancia indagar de qué manera al ambiente puede favorecer la optimización del curso de desarrollo. Teniendo en cuenta que la infancia es un período de vulnerabilidad y a la vez es precursor de la calidad de vida de los años posteriores, sería relevante conocer y aplicar intervenciones tempranas ricas en estímulos a modo de prevención y promoción de la salud hacia la adultez y vejez (Bornstein, 2014). Sin embargo, en ocasiones esto no resulta posible. Por consiguiente, es fundamental analizar de qué manera puede optimizarse la vida adulta a partir de la interacción con el ambiente, favoreciendo una mayor reserva cognitiva y generando así una nueva alternativa de intervención. Tal como refieren Vásquez, Rodríguez y Villareal (2014), el neurodesarrollo puede verse favorecido por factores ambientales protectores a lo largo de todo el ciclo de la vida, incluyendo la mismísima etapa del envejecimiento. A su vez, estos autores sugieren que el modelo clínico de reserva cognitiva sería equiparable al paradigma experimental del enriquecimiento ambiental. De esta manera, abren un interesante campo para la investigación traslacional, entendida como aquella que intenta, a partir de la retroalimentación básico-clínica, traducir a la población destino los hallazgos en animales de laboratorio (Cabrieses y Espinoza, 2011).

#### BIBLIOGRAFÍA

- Bornstein, M. H. (2014). Human infancy... and the rest of the lifespan. *Annual Review of Psychology*, 65, 121-158. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100359>
- Cabrieses, B., & Espinoza, M. A. (2011). La investigación traslacional y su aporte para la toma de decisiones en políticas de salud. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 28, 288-297. <https://acortar.link/muJ0I>
- Cabras, E. (2012). *Plasticidad cognitiva y deterioro cognitivo*. Repositorio Institucional. Universidad Autónoma de Madrid. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=34311>
- Clemenson, G. D., Gage, F. H., & Stark, C. E. (2018). Environmental enrichment and neuronal plasticity. *The Oxford Handbook of Developmental Neural Plasticity*. 10.1093/oxfordhb/9780190635374.013.13
- Coll, C. G., Bearer, E. L., & Lerner, R. M. (2014). *Nature and nurture: The complex interplay of genetic and environmental influences on human behavior and development*. Psychology Press. <https://shortest.link/j-F>
- Díaz-Orueta, U., Buiza-Bueno, C., & Yanguas-Lezaun, J. (2010). Reserva cognitiva: evidencias, limitaciones y líneas de investigación futura. *Revista Española de geriatría y Gerontología*, 45(3), 150-155. <https://doi.org/10.1016/j.regg.2009.12.007>
- Dulcey-Ruiz, E. (2010). Psicología social del envejecimiento y perspectiva del transcurso de la vida: consideraciones críticas. *Revista Colombiana de Psicología*, 19(2), 207-224. <https://shortest.link/j-H>
- Ferguson, K. T., Cassells, R. C., MacAllister, J. W., & Evans, G. W. (2013). The physical environment and child development: An international review. *International Journal of Psychology*, 48(4), 437-468. <https://doi.org/10.1080/00207594.2013.804190>
- Gandur, G. (2018). 11-Neurodesarrollo. *El mundo de la salud mental en la práctica clínica*. Researchgate. <https://shortest.link/j-l>
- Habib, M. (1994). *Bases neurológicas de las conductas*. Masson. Madrid.
- Horvath, G., Reglodi, D., Farkas, J., Vadasz, G., Mammel, B., Kvarik, T., ... & Manavalan, S. (2015). Perinatal positive and negative influences on the early neurobehavioral reflex and motor development. In *Perinatal Programming of Neurodevelopment* (pp. 149-167). Springer, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1372-5\\_8](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1372-5_8)
- Irwin, L. G., Siddiqi, A., & Hertzman, G. (2007). *Early child development: a powerful equalizer*. Vancouver, BC: Human Early Learning Partnership (HELP). <https://shortest.link/KE6>
- Jellinger, K. A., & Attems, J. (2013). Neuropathological approaches to cerebral aging and neuroplasticity. *Dialogues in clinical neuroscience*, 15(1), 29. 10.31887/DCNS.2013.15.1/kjellinger
- Kiss, P., Vadasz, G., Kiss-Illes, B., Horvath, G., Tamas, A., Reglodi, D., & Koppán, M. (2013). Environmental enrichment decreases asphyxia-induced neurobehavioral developmental delay in neonatal rats. *International journal of molecular sciences*, 14(11), 22258-22273. <https://doi.org/10.3390/ijms141122258>
- Mancini, J., Milh, M., & Chabrol, B. (2015). Desarrollo neurológico. *EMC-Pediatría*, 50(2), 1-11. [https://doi.org/10.1016/S1245-1789\(15\)71152-2](https://doi.org/10.1016/S1245-1789(15)71152-2)

- Martínez, N. P. (2012). Enriquecimiento ambiental y drogas de abuso. *El Residente*, 7(2), 76-81. <https://shortest.link/j-P>
- Matute, E. (2012). *Tendencias actuales de las neurociencias cognitivas*. Editorial El Manual Moderno. México. <https://shortest.link/j-Q>
- Medina Alva, M. D. P., Kahn, I. C., Muñoz Huerta, P., Leyva Sánchez, J., Moreno Calixto, J., & Vega Sánchez, S. M. (2015). Neurodesarrollo infantil: características normales y signos de alarma en el niño menor de cinco años. *Revista Peruana de medicina experimental y salud Pública*, 32(3), 565-573. <https://acortar.link/Mjf18>
- Mesa-Gresa, P., Pérez, A., & Redolat-Iborra, R. (2012). Nicotina y modelos animales: ¿qué nos aporta el paradigma de enriquecimiento ambiental? *Adicciones*, 24(2), 87-94. <https://acortar.link/vLNGz>
- Montero-Herrera, B. (2018). Evidencia proveniente de estudios en modelos animales acerca de los efectos del ejercicio y el enriquecimiento ambiental sobre la neurogénesis en el adulto. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 19(6), 53-69. [10.24875/rmn.m18000016](https://doi.org/10.24875/rmn.m18000016)
- Mora, F. (2013). Successful brain aging: plasticity, environmental enrichment, and lifestyle. *Dialogues in clinical neuroscience*, 15(1), 45. [10.31887/DCNS.2013.15.1/fmora](https://doi.org/10.31887/DCNS.2013.15.1/fmora)
- Mora-Gallegosaa, A., Salasa, S., & Fornaguera Trías, J. (2017). Effects of age-dependent environmental enrichment on behavior, cognitive function and neurochemical features. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 18(3), 66-78. <http://hdl.handle.net/10669/74097>
- Moreno, L. M. G. (2002). Psicobiología y educación. *Revista complutense de educación*, 13(1), 211-227. <https://acortar.link/5fYOs>
- Muñoz, V., López, I., Jiménez, I., Ríos, M., Morgado, B., Román, M., ... & Vallejo, R. (2014). *Manual de psicología del desarrollo aplicada a la educación*. Ediciones Pirámide.
- Norstrand, J. A., Glicksman, A., Lubben, J., & Kleban, M. (2012). The role of the social environment on physical and mental health of older adults. *Journal of Housing for the Elderly*, 26(1-3), 290-307.
- Pàmies, M. P. (1998). *Psicobiología II* (Vol. 34). Edicions Universitat Barcelona. <https://acortar.link/s0jny>
- Patel, T. R. (2012). Environmental enrichment: aging and memory. *The Yale journal of biology and medicine*, 85(4), 491. <https://acortar.link/IFKx0>
- Pinel, J. P., Platón, M. J. R., & García, M. N. (2007). *Biopsicología*. Pearson Educación.
- Rampon, C., Jiang, C. H., Dong, H., Tang, Y. P., Lockhart, D. J., Schultz, P. G., ... & Hu, Y. (2000). Effects of environmental enrichment on gene expression in the brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(23), 12880-12884. <https://doi.org/10.1073/pnas.97.23.12880>
- Ripoll, D. R. (2010). *Fundamentos de psicobiología* (Vol. 147). Editorial UOC. <https://acortar.link/IABMI>
- Sánchez González, D. (2015). Ambiente físico-social y envejecimiento de la población desde la gerontología ambiental y geografía: Implicaciones socioespaciales en América Latina. *Revista de Geografía Norte Grande*, 60, 97-114. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022015000100006>
- Simpson, J., & Kelly, J. P. (2011). The impact of environmental enrichment in laboratory rats—behavioural and neurochemical aspects. *Behavioural brain research*, 222(1), 246-264. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2011.04.002>
- Stern, Y. (2009). Cognitive reserve. *Neuropsychologia*, 47(10), 2015-2028. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.03.004>
- Vásquez, M., Rodríguez, A., Villarreal, J. S., & Campos, J. A. (2014). Relación entre la Reserva Cognitiva y el Enriquecimiento Ambiental: Una revisión del Aporte de las Neurociencias a la comprensión del Envejecimiento Saludable. *Cuadernos de Neuropsicología/Panamerican Journal of Neuropsychology*, 8(1-18). <https://acortar.link/kysQp>
- Vega, P. G. (2010). *Enriquecimiento ambiental, corteza prefrontal y envejecimiento cerebral: Efectos neuroquímicos y conductuales del estrés*. Universidad Complutense de Madrid. <https://acortar.link/6Sz6T>