

UNA MIRADA A LA ONTOLOGÍA DEL VACÍO

A LOOK AT THE ONTOLOGY OF VACUUM

Rubén Bravo¹

 <https://orcid.org/0009-0005-5497-0779>

Recibido: 15-05-2024

Aceptado: 31-05-2024

Resumen

Producto de una revisión analítica y reflexiva, el presente ensayo pretende adentrar al lector en una realidad en la cual se evidencia que la evolución ontológica del concepto de vacío en la física ha pasado por varias etapas: en la antigüedad, en la cultura occidental, era considerado como físicamente imposible de que existiera, no tanto así en la cultura oriental, donde se sugiere que es la base de todas las cosas y que todas las cosas surgen y regresan a él. Durante el renacimiento empezó a ser cuestionado este concepto, y se empieza a debatir sobre su dimensión física, como un elemento fundamental en el avance de la ciencia, llegando a la visión contemporánea donde se establece como un espacio lleno de energía y partículas virtuales de acuerdo con la física cuántica. En esta concepción epistemológica es fundamental el concepto de energía del punto cero, con implicaciones teóricas significativas la cual puede manifestarse con efectos observables en el mundo físico

Palabras clave: Vacío cuántico, física cuántica, energía del punto cero, filosofía del vacío, ontología del vacío.

Abstract

Product of an analytical and reflective review, this essay aims to introduce the reader to a reality in which it is evident that the ontological evolution of the concept of vacuum in physics has gone through several stages: in ancient times, in Western culture, it was considered physically impossible to exist, not so much in Eastern culture, where it is suggested that it is the basis of all things and that all things arise and return to it. During the Renaissance this concept began to be questioned, and a debate began on its physical dimension, as a fundamental element in the advancement of science, reaching the contemporary vision where it is established as a space full of energy and virtual particles according to quantum physics. In this epistemological conception, the concept of zero-point energy is fundamental, with significant theoretical implications, which can manifest itself with observable effects in the physical world. the psychopedagogue, testing a previously selected patient, whose final diagnosis was that the patient does not have any disorder in the learning area.

Keywords: Quantum vacuum, quantum physics, zero-point energy, vacuum philosophy, vacuum ontology.

¹ Investigador independiente. Venezuela. Correo: rubenbravo1957@gmail.com

Introducción

El vacío, aparentemente simple y desprovisto de contenido, ha sido durante mucho tiempo objeto de fascinación y debate en la física. Desde las especulaciones filosóficas de la antigüedad (tanto occidental como oriental), hasta las teorías revolucionarias de la física cuántica. El concepto de vacío ha evolucionado y se ha transformado, revelando un paisaje complejo y dinámico que desafía nuestra intuición más básica sobre la naturaleza de la malla espacio-tiempo. En este sentido, el propósito de esta narrativa es dar a conocer como ha sido la evolución del concepto de vacío y como está impactando e irradiando el conocimiento científico y todos los órdenes del saber.

En este orden de ideas, se ha visto que a lo largo de los siglos la concepción del vacío ha variado, desde la noción aristotélica (que aborrecía el vacío) definida como la ausencia completa de materia, hasta las interpretaciones más sofisticadas de la física contemporánea que lo consideran como un caldo de partículas virtuales y fluctuaciones cuánticas. Este viaje intelectual nos lleva a explorar no sólo los límites de nuestra comprensión científica, sino también las profundidades mismas del universo y las estructuras fundamentales que lo componen. Prueba de ello son los resultados arrojados por los experimentos de los físicos del European Nuclear Research Center (CERN) en julio del 2012, entre los que destaca el Bosón de Higgs que nos presentó la Partícula de Higgs o Partícula de Dios, como se conoce popularmente.

En este artículo argumentativo nos sumergimos en la evolución histórica del concepto de vacío, desde sus primeras raíces en la filosofía antigua, tanto oriental como occidental, hasta las teorías más vanguardistas de la física contemporánea. Exploramos cómo las ideas sobre el vacío han evolucionado a lo largo del tiempo, influyendo en el desarrollo de la física teórica y experimental y dando forma a nuestra comprensión de la realidad en sus niveles más fundamentales.

Desde los debates metafísicos de los filósofos de la antigüedad, hasta las ecuaciones matemáticas de la mecánica cuántica generadas por físicos teóricos, el concepto de vacío ha sido una fuerza motriz detrás de algunas de las revoluciones científicas más importantes de la historia y que hoy día se plasman en creaciones prácticas de la que disfrutamos ampliamente. Al seguir su evolución a lo largo de los siglos, podemos obtener una visión más profunda de la naturaleza misma del universo y de nuestro lugar en él.

Se explora la naturaleza de la energía del punto cero, sus implicaciones teóricas y prácticas, y su papel en nuestra comprensión del universo a niveles fundamentales. La energía del punto cero es un fascinante concepto de la física cuántica que desafía nuestra comprensión convencional del vacío. Así se

puede ver que, en la teoría cuántica, el vacío no es simplemente la ausencia de materia, sino que está lleno de fluctuaciones de energía a niveles extremadamente pequeños.

Finalmente se aborda el vacío cuántico como uno de los conceptos más intrigantes y profundos de la física de todos los tiempos. A diferencia del vacío clásico, que se considera la mera ausencia de materia, en el vacío cuántico se evidencia que está lleno de actividad a nivel subatómico, con fluctuaciones de energía que surgen y desaparecen en un estado de constante agitación.

El Vacío en la Antigüedad

En este aparte se expone brevemente la idea del vacío en dos culturas diferentes, la una perteneciente al Oriente y la otra al Occidente. En el ámbito de la cultura oriental, específicamente en la China del siglo IV a.c. se tiene la figura del filósofo Zhuang Zi, considerado uno de los pensadores más importantes del taoísmo. Una de las ideas centrales de su obra es la noción de que la realidad es relativa y que nuestras percepciones están influenciadas por nuestras perspectivas y prejuicios. Propuso que vivir en armonía con el dao, el principio fundamental del universo implica aceptar la naturaleza cambiante y fluida de la realidad y actuar de acuerdo con ella, en lugar de resistirse o tratar de controlarla.

Asimismo, se tiene el *Qiwulum*, una expresión conceptual que se encuentra en esta obra, la cual es parte de la naturaleza del dao. En este concepto se aboga por la igualdad y la aceptación de todas las cosas en el universo como parte de una visión más amplia de la vida y la existencia. El *Qiwulum* permite estudiar el concepto de vacío, conocido también por los griegos más o menos coetáneos de Zhuang Zi, vacío necesario para los dinamismos del cuerpo.

Ahora bien, en la filosofía de Zhuang Zi el concepto de vacío tiene un significado especial y profundo. El utiliza el vacío como una metáfora para describir un estado de conciencia y una forma de ser en armonía con el dao (Tao). Para Zhuang Zi, el vacío no se refiere simplemente a la ausencia de cosas materiales, sino más bien a un estado de no-ser, una existencia que trasciende las limitaciones de la dualidad entre ser y no-ser. En el vacío se experimenta una sensación de liberación, fluidez y libertad total. Asimismo, Zhuang sugiere que el vacío es la base de todas las cosas y que todas las cosas surgen del vacío y regresan a él (Giles, ob.cit.). Por tanto, para Zhuang Zi, el vacío no es simplemente la ausencia de algo, sino más bien un estado de conciencia que trasciende las categorías convencionales de la existencia y la no existencia, y que permite experimentar la totalidad y la unidad del universo.

Con base en lo anteriormente expuesto, se infiere que en la cultura china en general, si algo está vacío es porque lo que había ya no está o el sitio está lleno de algo imperceptible, o que vaciado queda a

la espera de ser traspasado o llenado. En este sentido, la vacuidad (vacío) no es de ninguna manera ausencia, o algo que no existe, sino todo lo contrario, aunque a veces no sepamos percibir el contenido (Cheng, 2002).

Por otra parte, en la filosofía presocrática (occidental) de la antigua Grecia, están presentes Leucipo y su discípulo Demócrito. Ellos desarrollaron la teoría atomista, la cual postulaba que toda la realidad está compuesta por átomos, y el vacío según esta teoría, era el espacio en el cual los átomos podían moverse y chocar entre sí, formando así la materia y el universo observable (Bernabé, 2001).

Para Leucipo y Demócrito, el vacío era ilimitado en extensión y existía eternamente. Los átomos, que eran indivisibles y no podían ser destruidos, se movían en este vacío en un proceso de combinación y separación, dando lugar a la diversidad de las cosas que percibimos en el mundo. En resumen, para estos filósofos el vacío no era simplemente un espacio carente de materia, sino un componente fundamental del cosmos que permitía la existencia y el movimiento de los átomos. Una idea muy parecida, en su esencia, a la de los filósofos orientales.

En este sentido, los atomistas concebían la existencia de una única materia original esparcida en diferentes partículas separadas (por el vacío), que se agrupan o separan al azar por fuerzas mecánicas, pero no en mezcla, sino en relación de contigüidad. Porque lo que separa las unidades pequeñísimas de este ser así distribuido en átomos es el vacío, que convive con la materia. En este orden de ideas, para ellos el movimiento era un hecho normal y lo que posibilitaba el movimiento era el vacío y con eso ya estaba explicado, en buena medida, por qué se mueven los objetos.

Para Demócrito, el vacío no era simplemente la ausencia de algo, sino una realidad física que coexistía con la materia. Los átomos, según su teoría, se movían libremente en el vacío sin ser afectados por fuerzas externas, excepto cuando chocaban entre sí.

De lo antes expuesto, se puede afirmar que la idea de espacio vacío se comparte en su abstracción entre las culturas griega y china, aun cuando para los chinos es una concepción más dinámica y amplia que la visión mecanicista griega. Así, para los griegos el vacío está muy ligado al pensamiento racional, mientras que para los chinos tiene un fuerte componente espiritual y cosmológico. En china el vacío se conecta con el entorno y la naturaleza, mientras que en la Grecia clásica se relaciona con teorías científicas sobre la naturaleza fundamental del universo.

En la cultura occidental, uno de los puntos de vista más influyentes en el despertar y desarrollo de la ciencia fue el de Galileo Galilei (1564-1642), quien rechazó la noción aristotélica de que la naturaleza aborrecía el vacío. Galileo propuso que el vacío era posible y que los cuerpos caían a la misma velocidad independientemente de su masa en ausencia de resistencia del aire. Su trabajo sentó

las bases para la futura comprensión de la gravedad y la mecánica newtoniana. Señaló que precisamente es el vacío donde tienen que estudiarse las relaciones entre el peso, determinado por la cantidad de materia por unidad de volumen y el movimiento.

Sin embargo, la idea del vacío seguía siendo controvertida. Fue René Descartes (1596-1650) quien proporcionó una explicación mecánica del vacío en su obra *Principios de Filosofía*. Descartes sugirió que el espacio vacío no era realmente vacío, sino que estaba lleno de partículas de materia sutil llamadas "plenum". Este plenum, según Descartes, transmitía las fuerzas de la materia a través del espacio.

En este orden de ideas, Isaac Newton (1643-1727), otro científico importante del Renacimiento de occidente desarrolló aún más la teoría del vacío en su obra "Principia Mathematica" (1687). Newton sugirió que el espacio era absoluto y no estaba lleno de materia, sino que era un vacío real y tangible. Postuló que la gravedad era una fuerza de acción a distancia que actuaba a través del vacío, lo que implicaba que el vacío no era simplemente la ausencia de materia, sino un ente activo en sí mismo.

Asimismo, Newton tomó en cuenta las ideas de Galileo sobre la densidad del medio, por lo que basó sus conclusiones sobre el movimiento de los cuerpos, tomando en cuenta ese concepto. Así, la densidad del medio puede afectar el movimiento de los cuerpos que caen desde una misma altura al influir en la resistencia del aire, por consiguiente, en el vacío cuya densidad es nula, la resistencia es nula; es decir, todos los cuerpos caen con la misma velocidad independientemente de sus pesos absolutos.

Para los científicos del Renacimiento occidental, el vacío comenzó a considerarse un concepto físico y real, en contraposición a las concepciones antiguas que lo consideraban como la ausencia de materia. Esto sentó las bases para futuros desarrollos en la física y la comprensión del universo. Asimismo, en la cultura oriental, especialmente en China, el concepto de vacío estaba influenciado por tradiciones filosóficas y religiosas arraigadas en el taoísmo y el budismo, entre otros. En el taoísmo, la noción de vacío estaba asociada con el principio del Wuji o "sin límite", que representa un estado primordial y sin forma, antes de la manifestación del universo. Este concepto se relaciona con el Tao, el principio fundamental que subyace a todas las cosas.

El vacío en el taoísmo no es simplemente la ausencia de algo, sino un estado que contiene el potencial de todas las manifestaciones. Por otro lado, en el budismo, el concepto de vacío está estrechamente relacionado con la noción de la vacuidad (Sunyata). El budismo Mahayana, considera la vacuidad como el comportamiento interdependiente y transitorio de todas las cosas (Capra, 2000).

Por lo tanto, mientras que en Occidente durante el Renacimiento se estaban desarrollando teorías científicas sobre el vacío en el contexto de la física y la mecánica, en la cultura oriental, especialmente en China, el concepto de vacío estaba arraigado en tradiciones filosóficas y religiosas que lo consideraban como un estado primordial o una comprensión profunda de la realidad más que un concepto físico o material.

La energía del punto cero es la energía más baja que un sistema físico mecánico-cuántico puede poseer y es la energía del estado fundamental del sistema. El concepto de la energía del punto cero fue propuesta por Albert Einstein y Otto Stern en 1913, y fue llamado en un principio “energía residual”. El término energía del punto cero es una traducción del alemán Nullpunktsenergie. Todos los sistemas mecánico-cuántico tienen energía de punto cero. En la teoría de campos cuántica, es un sinónimo de la energía del vacío o de la energía oscura, una cantidad de energía que se asocia con la vacuidad del espacio vacío. En este sentido, a diferencia de la energía en estado con partículas reales, la energía del punto cero permanece constante y no puede ser eliminada por completo. Este concepto es fundamental para comprender las dinámicas subyacentes en la mecánica y la física de partículas (Milonni, 1993).

En cosmología, la energía del vacío es tomada como la base para la constante cosmológica. A nivel experimental, la energía del punto cero genera el efecto Casimir, y es directamente observable en dispositivos nanotecnológico-métricos. Debido a que la energía del punto cero es la energía más baja que un sistema puede tener, no puede ser eliminada de dicho sistema, por lo que existe la posibilidad de extraer “energía gratuita” del vacío. La evidencia experimental más simple de la existencia de la energía del punto cero en la teoría cuántica de campos es el efecto Casimir.

Este efecto fue propuesto en 1948 por el físico holandés Hendrick B.G. Casimir, quien analizó el campo electromagnético cuantizado entre dos placas metálicas paralelas sin carga eléctrica. Una pequeña fuerza puede medirse entre las placas, que es directamente atribuible a un cambio en la energía del punto cero del campo electromagnético entre las placas. No solo es el efecto Casimir fácilmente medido en dispositivos nanotecnológicos especialmente diseñados, sino que se debe tener en cuenta cada vez más en el diseño y en el proceso de manufactura de estos.

Una manera de definir el vacío hasta mediados del 1800, con la que era fácil sentirse cómodo, era describirlo como una región del espacio en la que hay una ausencia absoluta de materia y energía. Esta es la concepción clásica del vacío, y nos invita a aceptar que pueden existir, y de hecho existen, diferentes grados de vacío que es posible identificar comparando la presión en la región del espacio que queremos medir con la presión atmosférica.

Sin embargo, esta visión ha sido superada por la ciencia moderna. El desarrollo de la mecánica cuántica ha permitido a los científicos elaborar una descripción del vacío mucho más ajustada a la realidad, se concibe como un estado físico de un sistema que está vinculado a la mínima energía que este puede tener.

Desde la perspectiva de la mecánica cuántica el vacío no está vacío, contiene ondas que se originan al azar. Además, estas ondas se comportan como partículas, por lo que una forma de definir este vacío cuántico consiste en describirlo como una sopa de partículas que surgen y se destruyen con mucha rapidez. El mismo está lleno de las llamadas fluctuaciones cuánticas de punto cero.

El anuncio en julio de 2012 de los primeros indicios experimentales sobre la existencia del bosón de Higgs, (teoría de Peter Higgs del año 1962) reavivó el interés del secular debate sobre el significado de conceptos como el vacío y los campos físicos. La evolución de sus interpretaciones revela mutaciones profundas en el trasfondo filosófico de nuestra visión de la naturaleza.

A estos y otros descubrimientos se ha añadido la circunstancia de que la materia puede ser estudiada cada vez con mayor precisión hasta alcanzar los elementos más pequeños que la conforman. Se ha pasado de conocer los entes físicos a través de nuestros sentidos a adentrarnos en el mundo del átomo, y de él al de las partículas elementales hasta alcanzar los Quarks, que son los mínimos entre las partículas menores que la forman. Se ha llegado al campo energético en el que se produce un juego entrelazado de partículas y energías, y al final se ha conocido el vacío cuántico, esa entidad última, por ahora, de lo que todo procede y a la que todo retorna. Ese lugar innominable que paraliza a los científicos postmodernos, astrofísicos y cosmólogos en expectante silencio, ya que no se puede hablar de lo que hay o existe más allá de ello.

El vacío cuántico es la frontera del universo, aunque pertenezca todavía al orden del universo. No es en realidad un vacío tal como parece sugerir su denominación, es de hecho un océano de fuerzas, un abismo de energías, en el que todo acontece y del que todo emerge hacia afuera. Lo que emerge de él aparece bien como onda energética, bien como partícula material o también simultáneamente como onda-partícula. Este vacío es el continente de todos los contenidos que pueden acaecer. Su existencia no es perceptible por ningún instrumento, hasta ahora, pero se conoce por la interrelación que ejerce en el campo energético, y que al parecer tiene serias repercusiones en la expansión del universo.

En el ámbito de los materiales cuánticos, el conocimiento del vacío cuántico está permitiendo el desarrollo de materiales con propiedades únicas, como superconductividad a temperaturas más altas y materiales topológicos con conductividad eléctrica excepcional. Estos avances podrían tener aplicaciones revolucionarias en la electrónica, la informática y la energía. Por ejemplo, los materiales

desarrollados con un entendimiento del vacío cuántico, como el grafeno, pueden permitir la creación de dispositivos electrónicos que operen con una eficiencia y velocidad sin precedentes, abriendo caminos hacia una nueva era tecnológica electrónica (Devoret et al, 2024).

En el campo de la criptografía cuántica, la comprensión del vacío cuántico es fundamental para el desarrollo de sistemas de comunicación seguros basados en los principios de la mecánica cuántica. Utilizando las propiedades de las fluctuaciones cuánticas y el entrelazamiento cuántico, los investigadores están trabajando en sistemas de criptografía que son teóricamente inviolables, lo que podría transformar radicalmente la seguridad de la información y las comunicaciones.

El entendimiento avanzado del vacío cuántico tiene un potencial para influir significativamente en el desarrollo de tecnologías emergentes. En el campo de la computación cuántica, las propiedades del vacío cuántico pueden ser esenciales para el desarrollo de qubits más estables y para minimizar la decoherencia cuántica (Devoret, ob.cit.).

El estudio del vacío tiene implicaciones profundas en nuestra comprensión del universo. La energía del punto cero juega un papel crucial en teorías relacionadas con la expansión cósmica y podría ser la clave para entender la enigmática materia oscura (Peebles, 1993).

El estudio de los átomos y los núcleos nos muestra que la mayor parte de la materia está concentrada en diminutas gotas, separadas por "enormes distancias". En el vasto espacio existente entre las gotas nucleares, sólidas y moviéndose agitadamente, se encuentran los electrones y a su vez estos desprenden "fotones" de manera constante e ininterrumpida. Los electrones constituyen solo una pequeñísima fracción de la masa total, pero son ellos quienes dan a la materia su aspecto sólido y le proporcionan los vínculos necesarios para construir las estructuras moleculares (Capra, ob.cit.).

Ahora bien, para que nos demos una idea gráfica del vacío en un átomo, tomemos por ejemplo el átomo de hidrógeno, el cual es el elemento químico más sencillo y ligero que existe, su átomo está formado por un protón y un electrón y es estable en forma de molécula diatómica (H_2). Por otra parte, imaginemos la noria "Dubai eye", la cual tiene un diámetro de 205 m (820 pies), y supongamos que el núcleo (un protón) de ella es del tamaño de una hormiga y, pues bien, la pregunta que surge es: ¿que hay en todo ese espacio, desde el núcleo hasta el borde?, la respuesta es, el vacío cuántico. Por lo tanto, entre el núcleo y el borde del átomo, no hay una "trayectoria" definida como tal, sino una región de espacio donde existe una alta probabilidad de encontrar los electrones. Esta región es lo que constituye la nube electrónica, la cual define en buena medida al vacío cuántico.

Esta nube electrónica es una descripción probabilística de la distribución de los electrones alrededor del núcleo. Según el modelo atómico actual, el modelo cuántico, los electrones no orbitan

alrededor del núcleo en órbitas definidas como lo harían en el modelo de Bohr, sino que existen en regiones de alta probabilidad llamadas orbitales atómicos.

Reflexiones Finales

La evolución del concepto de vacío ha estado arraigada en una comprensión ontológica según la cual la naturaleza tendía hacia la plenitud y la perfección, y cualquier espacio vacío sería contrario a este principio. Por su parte, en la cultura oriental, el concepto de vacío estuvo estrechamente relacionado con la noción de vacuidad (Sunyata en el budismo). En estas tradiciones, el vacío no se percibe simplemente como la ausencia de materia, sino como una realidad ontológica fundamental que subyace a todas las cosas.

La vacuidad se entiende como la ausencia de una naturaleza inherente e independiente en los fenómenos, lo que implica que todo es interdependiente y relacional. Desde este punto de vista, el vacío no es simplemente la ausencia de algo, sino una cualidad intrínseca de la existencia misma. En el Renacimiento y la Revolución Científica, con las contribuciones de científicos como Galileo Galilei y Evangelista Torricelli, se comenzó a cuestionar esta concepción. Experimentos como el de Torricelli con el barómetro, que demostró la existencia del vacío parcial en un tubo cerrado lleno de mercurio, pusieron en duda las ideas aristotélicas. Esta transición marcó un cambio ontológico significativo, ya que se comenzó a considerar que el vacío podría existir y ser estudiado empíricamente.

Con respecto a la cultura oriental (China) se puede decir que, en el taoísmo, por ejemplo, el concepto de "wuji" (sin límites) podría compararse de alguna manera con el concepto de vacío. Wuji representa un estado primordial de indiferenciación y potencialidad infinita que subyace a todas las cosas. Este concepto puede entenderse como una forma de vacío, no en el sentido de ausencia, sino como una realidad subyacente y primordial que contiene todas las posibilidades. Lo cual se asemeja al vacío cuántico.

Con el advenimiento de la física moderna, especialmente con el desarrollo de la mecánica cuántica y la teoría de la relatividad, la comprensión del vacío ha experimentado transformaciones adicionales. La física cuántica introduce la noción de fluctuaciones cuánticas en el vacío, donde pares de partículas y antipartículas pueden surgir temporalmente del vacío y aniquilarse. Este cambio ontológico implica una comprensión más profunda de la naturaleza del espacio vacío y su relación con la creación y destrucción de partículas.

Finalmente, la evolución del concepto de vacío refleja un cambio ontológico desde una visión estática y determinista de la realidad hacia una comprensión más dinámica y relativa, en la que este

concepto ya no se percibe como una ausencia absoluta de ser, sino como una entidad con propiedades físicas y cuánticas intrínsecas.

Referencias

- Bernabé, A. (2001). Lingüística antes de la lingüística. La génesis de la indagación sobre el lenguaje en la Grecia Antigua. *Revista Española de Lingüística*, 28(2), 307-332.
- Capra, F. (2000). *El Tao de la Física*. Editorial Sirio, S.A. Málaga España. <https://fundacionmenteclara.org.ar/biblioteca/CapraElTadelaFisica.pdf>
- Casimir, H.B. (1948). On the attraction between two perfectly conducting plates, in "proc. Kon. Ned. Akad. Wet". V (51). P.793.
- Devoret, M., Huard, B., Schoelkopf, R. Cugliandolo, Leticia. et al. (2024). *Quantum Machines: measurement and control of engineered quantum systems, lecture notes of the less houches summer school*. (Vol. 96). <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199681181.001.0001>
- Milonni, P. (1993). *The quantum vacuum: an introduction to quantum electrodynamics*. Academy press.
- Peebles, P. (1993). *Principles of physical cosmology*. Princeton. N.J. USA: Princeton University Press.
- Shahmoon, E. y otros. (2014). "Giani vacuum forces via transmission lines", proceedings of the national academy of science. 111(29), 10485-10490.
- Sans, A., Boix, C., Colomé, R., López-Sala, A. y Sanguinetti, A. (2012). *Trastornos del aprendizaje*. Pediatría Integral. <https://www.pediatriaintegral.es/numeros-antiores/publicacion-2012-11/trastornos-del-aprendizaje/>