



# Actualización sobre la neurofisiología de la conducta sexual y el riesgo reproductivo en adolescentes

## Update on the neurophysiology of sexual behavior and reproductive risk in adolescents

Guillermo Salgado Selema<sup>1\*</sup> , Pedro Manuel Rodríguez Sánchez<sup>1</sup> , Maikel López Aballe<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Ciencias Médicas de Granma. Granma, Cuba.

<sup>2</sup>Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. Holguín, Cuba.

\*Autor para la correspondencia: [guillesalgado@infomed.sld.cu](mailto:guillesalgado@infomed.sld.cu)

### Cómo citar este artículo

Salgado Selema G, Rodríguez Sánchez PM, López Aballe M: Actualización sobre la neurofisiología de la conducta sexual y el riesgo reproductivo en adolescentes. Rev haban cienc méd [Internet]. 2023 [citado ]; Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/4882>

Recibido: 18 de mayo de 2022

Aprobado: 20 de enero de 2023

### RESUMEN

**Introducción:** Se realizó una revisión que permite comprender mejor por qué es necesaria una visión más integradora de la neuropsicología del adolescente para la aplicación de métodos de intervención desde las neurociencias que permitan enfrentar la conducta de riesgo sexual y reproductivo.

**Objetivo:** Actualizar sobre los aspectos particulares de la neurofisiología de la adolescencia, que los puede hacer proclives a desarrollar una conducta de riesgo en cuanto a la función reproductiva.

**Material y Métodos:** Revisión de la literatura sobre el tema, publicada en el período 2017-2022. Se utilizaron las bases de datos: PubMed/MEDLINE, Lilacs, Scielo, Cochrane, y The National Library of Medicine. Resultaron incluidas 26 fuentes bibliográficas para las citas, por reunir los requisitos de mayor especificidad, originalidad y aporte al tema.

**Desarrollo:** El desarrollo del adolescente genera transformaciones radicales en su personalidad, que están relacionadas con cambios importantes en las estructuras cerebrales, que aún no están completamente desarrolladas. Las técnicas de resonancia magnética muestran que los principales cambios en el cerebro del adolescente afectan la corteza prefrontal, por lo que son más proclives a la falta de autorregulación y a una excesiva excitabilidad. La plasticidad de esta etapa explicaría cómo las conductas erróneas pueden imprimirse negativamente y dar lugar a las actitudes que llevan al fracaso, particularmente aquellas relacionadas con la sexualidad y la función reproductiva.

**Conclusiones:** Se aportaron reflexiones críticas que permiten confirmar el hecho de que existen insuficiencias en los métodos para la modificación de la conducta de riesgo sexual y la función reproductiva en adolescentes.

**Introduction:** A review was carried out to allow a better understanding of why a more inclusive vision of adolescent neuropsychology is necessary for the application of intervention methods in the field of neuroscience that allow confronting sexual and reproductive risk behavior.

**Objective:** To update on the particular aspects of the neurophysiology of adolescence, which can make them prone to develop risk behavior in terms of reproductive function.

**Material and Methods:** Review of the literature on the subject, published in the period 2017-2022. Databases such as PubMed/MEDLINE, Lilacs, Scielo, Cochrane, and The National Library of Medicine were used. Twenty-five bibliographic sources were included for citations, as they met the requirements for greater specificity, originality, and contribution to the topic.

**Development:** The development of the adolescent generates radical transformations in his personality, which are related to important changes in brain structures that are not yet fully developed. Magnetic resonance techniques show that the main changes in the adolescent brain affect the prefrontal cortex, which is why they are more prone to a lack of self-regulation and excessive excitability. The plasticity of this stage would explain how erroneous behaviors can be negatively imprinted, giving rise to attitudes that lead to failure, particularly those related to sexuality and reproductive function.

**Conclusions:** Critical reflections are provided, which confirm the fact that there are weaknesses in the methods for the modification of sexual behavior and reproductive risk in adolescents. New confrontation methods are provided.

### ABSTRACT

#### Palabras Claves:

Conducta de riesgo sexual, adolescentes, neurofisiología, modelos innovadores.

#### Keywords:

Sexual risk behavior, adolescents, neurophysiology, innovative models.



## INTRODUCCIÓN

La adolescencia es un período de cambios físicos, mentales, familiares y sociales. En esta etapa se transforma el cuerpo, la mente, así como la relación familiar y la integración social.<sup>(1)</sup> Es una etapa del desarrollo caracterizado por cambios psicológicos, biológicos y neurobiológicos sustanciales.<sup>(2)</sup> En un estudio que analiza la bibliografía especializada en el tema, se aprecia que existen insuficiencias en los métodos para la modificación de la conducta de riesgo sexual y la función reproductiva en adolescentes, a partir del hecho demostrado de que la mayoría de las investigaciones privilegian las descripciones teóricas, la simple determinación de los riesgos, o la implementación de estrategias educativas a un nivel solamente cognitivo, no obstante, conocer los riesgos no garantiza un cambio en el comportamiento.<sup>(3)</sup>

Las estrategias actuales no han contribuido a cambiar las estadísticas sobre las consecuencias de la conducta sexual de riesgo en adolescentes, las cuales siguen aumentando de manera alarmante.<sup>(3)</sup> La OMS, en el mes de enero del 2020, reportó que unos 16 millones de muchachas de 15 a 19 años y aproximadamente 1 millón de niñas menores de 15 años dan a luz cada año, la mayoría en países de ingresos bajos y medianos, y se refiere a las complicaciones durante el embarazo y el parto como la segunda causa de muerte entre las muchachas de estas edades en todo el mundo, de igual modo añade que las bebés de madres adolescentes se enfrentan a un riesgo considerablemente superior de morir que los nacidos de mujeres de 20 a 24 años.<sup>(4)</sup> El Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA) estimó que para 2021, si el confinamiento y las restricciones causadas por la COVID-19 continuaban, se registrarían aproximadamente 7 millones de embarazos no deseados en adolescentes.<sup>(5)</sup>

Es necesario tener en cuenta que las modificaciones biológicas del adolescente generan transformaciones radicales en su personalidad y pueden también relacionarse con la experimentación de cambios importantes en las estructuras cerebrales, ya que estas aún no están completamente desarrolladas.<sup>(1,6)</sup> La plasticidad anatómica de las neuronas en el sistema nervioso central es un fenómeno común en la sinapsis, ya que tanto la estimulación fisiológica como las condiciones del entorno pueden dar origen a cambios numéricos y morfológicos en estas estructuras, así como la reorganización de redes y conexiones cerebrales.<sup>(6,7)</sup> En la adolescencia, la gran plasticidad existente, permitiría reforzar la conducta responsable en la esfera del comportamiento sexual; sin embargo, esta no se utiliza como una oportunidad de cambio inteligentemente modelado, sino, por el contrario, solo se privilegian estrategias de aleccionamiento a un nivel puramente cognitivo mediante programas educativos y spots televisivos.<sup>(3)</sup> Las técnicas de resonancia magnética funcional informan que los principales cambios en el cerebro del adolescente afectan la corteza prefrontal, por lo que son más proclives a la falta de autorregulación y a una excesiva excitabilidad.<sup>(3)</sup>

Por otra parte, se ha demostrado que las habilidades cognitivas que promueven la autorregulación efectiva crecen gradualmente durante la adolescencia, junto con los correlatos neuronales relacionados con la eficiencia en el procesamiento de la información, por ejemplo, la mielinización axonal y las funciones cognitivas de orden superior, que incluyen, entre otras, la función prefrontal, la corteza cingulada anterior y las regiones parietales.<sup>(8,9)</sup> En ese sentido, el desarrollo cerebral en la adolescencia es un factor muy importante a considerar que no siempre es valorado en su justa medida; por ello, los autores concuerdan con De Caro, cuando afirma que el desarrollo cerebral en la adolescencia ha sido víctima de la indiferencia.<sup>(10)</sup> Lo que ya había sido avizorado por Piaget en su libro clásico *De la lógica del niño a la lógica del adolescente* en el que aseveraba: “parece pues evidente que el desarrollo de la adolescencia se encuentra conectado con el de las estructuras cerebrales”.<sup>(11)</sup> Actualmente, ya no hay dudas de que la adolescencia es un período de gran reorganización cerebral moldeado por factores biológicamente cronometrados y ambientales.<sup>(12)</sup>

Por lo antes expuesto podemos afirmar que existen insuficientes conocimientos sobre los mecanismos neurofisiológicos que influyen en la conducta de riesgo en los adolescentes, por lo que el **objetivo** de esta investigación es actualizar sobre los aspectos particulares de la neurofisiología de la etapa de desarrollo de los adolescentes, que los puede hacer proclives a desarrollar una conducta de riesgo en cuanto a la función reproductiva.

## MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó una revisión bibliográfica que incluyó las bases de datos PubMed/MEDLINE, Lilacs, Scielo, Cochrane, y The National Library of Medicine.

Para evitar los sesgos de exclusión de artículos importantes publicados en el tema por falta de exploración en el idioma inglés, se duplicó la búsqueda en español e inglés. Las palabras claves esenciales fueron: neurociencias + conducta de riesgo sexual en adolescentes, y también: Adolescents + sexual behaviour + risks.

La estadística de impacto resultó la siguiente: En español: PubMed/MEDLINE: 81 700 impactos, en inglés: 2 650, Lilacs 92 500 en español, y 1 630 000 en inglés, Para la búsqueda en Scielo: en español: 35 600, y en Inglés: 1 170 000. Cochrane en Español fue la que menos impactos arrojó, en español 8, y en inglés: 6 090. La búsqueda en National Library of Medicine: 80 000 artículos. A este gran universo de información se le aplicó una restricción de actualización temporal de los últimos 5 años: 2017-2022, haciendo algunas excepciones de libros clásicos, o fuentes imprescindibles para la argumentación contextual cuando fue necesario. Finalmente resultaron incluidas 26 fuentes bibliográficas, especialmente porque del gran conjunto de artículos, se seleccionaron solo los que satisfacen el criterio de tener en cuenta un enfoque integrativo desde las neurociencias de la conducta sexual y reproductiva de los adolescentes, además de reunir los requisitos de mayor especificidad, originalidad y aporte al tema; en este sentido, se desecharon, en general, aquellos que no presentaban un tratamiento holístico.

## DESARROLLO

En estudios recientes con resonancia magnética funcional se ha podido observar que la corteza prefrontal madura de manera lenta, y que finaliza este proceso alrededor de los 18 años. Aspectos complejos como la personalidad, es decir, la manera de ser y de comportarse específica de cada individuo, parecen relacionarse con esa zona, así como algunas alteraciones psicopatológicas, pero teniendo también muy en cuenta la interacción social.<sup>(13,14)</sup>

Debe significarse el hecho, de que la función frontal de planificación en el sistema nervioso es muy importante, especialmente en los adolescentes ya que abarca la capacidad de sostener la conducta dirigida perseverantemente a un fin, y también incluye, no desviarse hacia otros comportamientos que pueden comprometer los planes; lo que hace comprensible la función pedagógica de la familia y la escuela de contribuir mediante la educación en esta etapa de la vida a estimular los comportamientos que conducen al éxito social de estos jóvenes. La corteza pre frontal tiene gran importancia en el procesamiento de la información para la elaboración cognitiva: Diferentes formas sensitivas convergen en la corteza multisensorial, en donde hay un manejo polisensorial. Estas últimas áreas se conectan con la corteza frontal de asociación, para fines de planificación.<sup>(13)</sup> Sin embargo, es necesaria una mirada diferente de las funciones ejecutivas en los adolescentes, más allá de los aspectos cognitivos, especialmente en la toma de decisiones, el control inhibitorio y la autorregulación, lo que depende no solo de lo biológico, sino también de los contextos sociales, culturales y educativos.<sup>(15)</sup>

La plasticidad, en un sentido desfavorable, es una característica que explica cómo las conductas erróneas pueden imprimirse negativamente y dar lugar a las actitudes que llevan al fracaso, particularmente aquellas relacionadas con la sexualidad y la función reproductiva.

Las áreas de asociación frontales son importantes porque seleccionan programas motores, generados en el pasado y que han dado buenos resultados. Las vías sensoriales específicas, en las que converge información visual, auditiva, somática, envían proyecciones a regiones multimodales de las cortezas prefrontal, parietotemporal y límbica.<sup>(13)</sup>

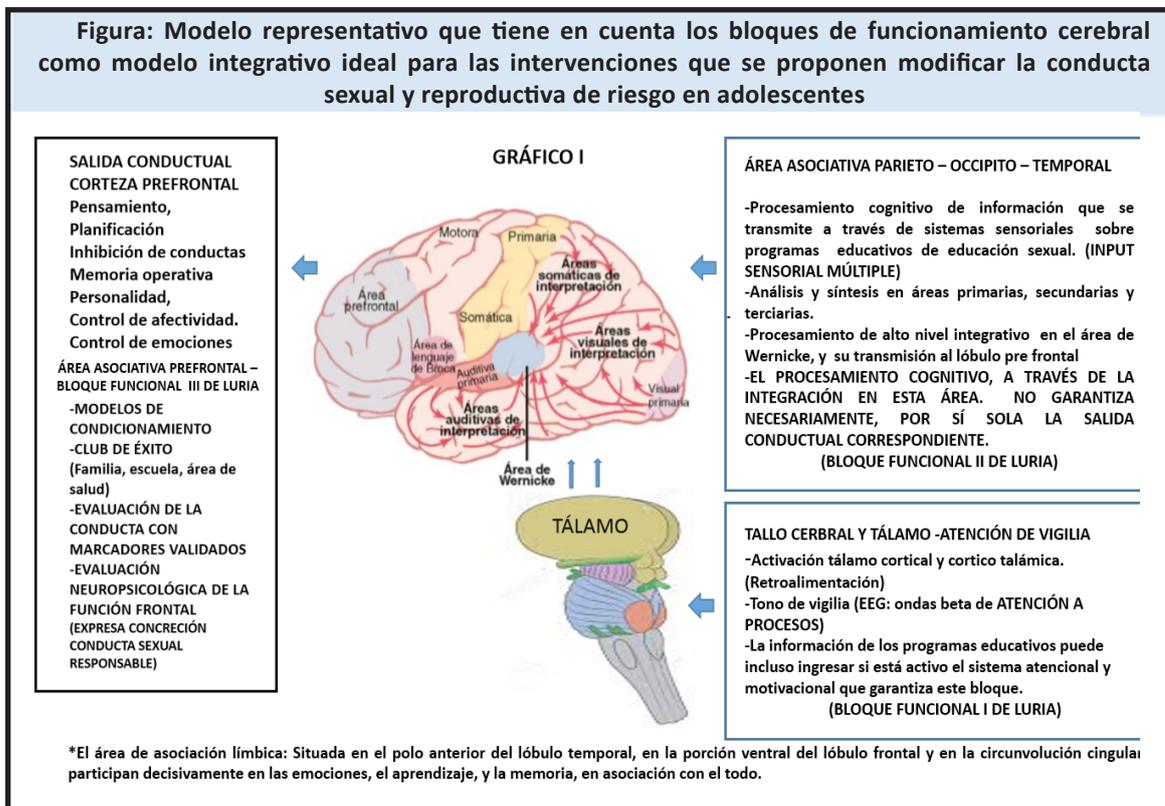
En la etapa adolescente es relevante especialmente la Corteza Prefrontal, en la que se han identificado tres grandes estructuras: la Corteza Prefrontal Dorsolateral, con la cual se pueden hacer las elecciones al tener que elegir entre varias opciones y además aprender de los errores; la Corteza Orbitofrontal, la que facilita la capacidad de llevar a la práctica la opción elegida, así como la inhibición cognitiva, y la Corteza Prefrontal Ventromedial, que se encarga de dar sentido a las percepciones, así como controlar las emociones.<sup>(16)</sup>

A los autores les resultó muy interesante que los modelos neurocientíficos actuales del desarrollo adolescente, como el denominado modelo de desequilibrio, o el modelo de sistemas duales,<sup>(16)</sup> sugieren que existen patrones diferentes de desarrollo de las regiones cerebrales subcorticales versus prefrontales y corticales temporales. La conectividad relativamente débil entre estas regiones da como resultado un desequilibrio en el que el comportamiento adolescente, está sustancialmente impulsado por las regiones subcorticales funcionalmente más maduras. La sensibilidad a la recompensa da como resultado una mayor tendencia a buscar nuevas experiencias y emociones, mientras que la corteza prefrontal, que es crucial para varias funciones ejecutivas como la planificación, el razonamiento y el control del comportamiento, aún no ha madurado por completo. Los autores le conceden especial interés a la función del sistema límbico en cuanto a los procesos de aprendizaje y memoria, la afectividad y las emociones, por ello defienden que debe tener un lugar privilegiado en el diseño de cualquier tipo de intervención. Desde el punto de vista afectivo, esta es una etapa de la vida en que tiene gran importancia el grupo y la aceptación del joven dentro de este, así como las figuras significantes parentales, de la escuela y de la sociedad, mientras que por otra parte la cognición está fuertemente matizada por la afectividad y la plasticidad del sistema nervioso.

De igual modo, los investigadores defienden la utilización de las construcciones simbólicas que actúan a un nivel subconsciente, y que pueden ser usadas para reforzar conductas positivas hacia la sexualidad. Este enfoque combinado con los métodos neurofisiológicos del condicionamiento de Iván Pavlov y especialmente el operante propuesto por Skinner podría complementar un modelo de intervención creativo y eficaz. Debe significarse el hecho de que reprimir una acción negativa (función frontal) que traerá consecuencias perjudiciales a mediano o a largo plazos es también un tipo de conducta, que consiste en reprimir un impulso, o dejar de hacer algo, lo cual es decisivo en esta etapa de impulsividad juvenil, en la que una aparentemente simple mala decisión puede dar al traste con el futuro de un joven; de modo que las intervenciones deben premiar también este tipo de autocontrol.

Es evidente que cualquier aproximación a la neurofisiología de la conducta del adolescente debe seguir la lógica de funcionamiento del cerebro, de acuerdo con la fisiología de las áreas de asociación: El área asociativa parieto-occipito temporal, donde se encuentra el área de Wernicke, transmite señales al área prefrontal de asociación a través de haces de fibras subcorticales. Las señales de las áreas asociativas, que están analizando la información de tipo sensorial, aportan patrones de pensamiento que pasan a través del circuito del núcleo caudado, hacia las áreas motoras: prefrontal, área premotora y suplementaria (control cognitivo de la actividad motora).

Los investigadores consideran que los modelos de intervención modificadores de la conducta en el adolescente, deben tener en cuenta que la función cerebral no puede ser explicada de forma localizacionista estrecha, por el contrario, es necesario considerar el sistema nervioso y el cerebro como un todo interconectado. El enfoque que mejor se adapta para poder aproximarse al diseño de métodos integrales de transformación conductual se sustentan en los aportes de Luria. El modelo de organización cerebral de Luria propone la interacción de tres unidades funcionales para comprender el trabajo que realiza el cerebro humano. La primera de ellas se encarga de la regulación del tono y la vigilia. La segunda de recibir, procesar y almacenar la información. La tercera, y de central interés, se encarga de programar, ejecutar y verificar la actividad mental.<sup>(17,18)</sup> (Figura).



Los programas para enfrentar el riesgo sexual y reproductivo se han centrado hasta ahora en la actuación sobre la segunda unidad funcional de Luria, al apostar totalmente a los programas educativos que transmiten información, la cual es procesada y almacenada en el cerebro, con la conocida participación del tono de vigilia proporcionado por la primera unidad, pero han asumido incorrectamente que esto sería suficiente, ya que las acciones que refuerzan y evalúan la función, la tercera de las áreas funcionales, ha quedado preterida.

Siguiendo esos principios, si el aprendizaje es un cambio relativamente permanente de la conducta que se produce como consecuencia de la experiencia vital, entonces, la conducta también puede ser interpretada en términos de la volición del sujeto a partir de los aprendizajes progresivos en su interacción con la sociedad. De modo que dar la oportunidad a los jóvenes de tener un contexto de desarrollo favorable para el aprendizaje armónico de conductas que puedan ser medibles y reforzadas, en el que se proporcione la afectividad adecuada al intelecto como fondo imprescindible, constituye piedra angular para asegurar el éxito de las técnicas de intervención que promuevan la sexualidad y reproducción saludables, de modo que puedan ser reorientadas de ser necesario. En estas aproximaciones es muy importante tener en cuenta a la familia y la escuela.

La investigación de Yalán Enciso, enfatiza que el entorno familiar, económico, escolar y social tiene un rol muy importante en la conducta de los jóvenes y puede considerarse como factor protector, pero a veces también de riesgo para una conducta sexual desfavorable en los adolescentes, según sea el caso, y reporta los comportamientos riesgosos más frecuentes como el inicio temprano de las relaciones sexuales, el consumo de drogas tales como la marihuana y el alcohol, la no utilización del preservativo en su primera experiencia sexual, así como el uso no constante de este, el abandono del hogar, los embarazos y la no realización de la prueba del VIH.<sup>(19)</sup>

Las áreas prefrontales de asociación poseen la capacidad de recoger información procedente de amplias regiones cerebrales y emplear su contenido para cristalizar unos patrones de pensamiento más profundos encaminados a alcanzar un objetivo.<sup>(13)</sup>

En consonancia, cualquier modelo de intervención debe tener en cuenta el aporte de información sensorial educativa también es importante en esta etapa de la adolescencia, a través de conferencias, videos, spots televisivos, entre otros, que ofrecen información principalmente visual, y auditiva, pero de lo que se trata es que ahí no quede todo, porque los jóvenes incluso pueden obtener excelente en un test que mida la comprensión de estos mensajes, y el comportamiento ser otro muy diferente. Hay que tener en cuenta que toda esa información terminará sintetizándose en el área de Wernicke, pero, finalmente se reúne en los lóbulos prefrontales, donde se expresa en forma de conductas, represión de comportamientos y maduración de pensamientos, y es en esta última etapa, que, a juicio de los autores, cristalizan los propósitos de intervención sobre grupos de riesgo. La mayor crítica que se les puede hacer a las intervenciones que pretenden modificar la conducta de riesgo sexual en los jóvenes, es precisamente que han dado por sentado que proporcionar información es suficiente, sin tener en cuenta la última etapa neural, que es la expresión cognitivo-sensorial en forma de una conducta concreta.

De manera que no debe perderse de vista que la salida más visible de todo el proceso neuropsicológico antes explicado es la conducta observable, evaluable, que en el caso que ocupa esta investigación es la conducta sexual y reproductiva específicamente, que, sin embargo, tiene detrás, en una caja negra, todo el conjunto de fenómenos sensoriales, afectivos, asociativos, así como de la memoria y el aprendizaje. Ello conduce a comprender que aquellos modelos que sean capaces de tener en cuenta la integralidad del todo, incluyendo los fenómenos sociológicos, pero que sean objetivos en comprobar el cambio favorable en la conducta serán los más efectivos.

Con la pubertad se producen notables transformaciones cualitativas y cuantitativas en el cuerpo humano, en función de la activación de toda una cascada de procesos hormonales genéticamente determinada (y ambientalmente modulada) y que lleva a la aptitud reproductiva, se observan notables cambios en el comportamiento, en todo sentido: inteligencia, sexualidad y personalidad.<sup>(10)</sup>

A tenor con estas ideas es muy importante considerar la conducta en el contexto del eje Sistema Neuroendocrino–Sistema reproductor. El control de las funciones sexuales, tanto en el varón como en la mujer, comienza con la secreción de hormona liberadora de gonadotropinas por el hipotálamo, órgano que funciona como transductor neuroendocrino. La GnRH, a su vez, estimula la secreción de otras dos hormonas denominadas gonadotropinas en la adenohipófisis: 1) hormona luteinizante (LH), y 2) hormona foliculoestimulante (FSH). A su vez, la LH es el estímulo primario para la secreción de testosterona por los testículos; la FSH estimula principalmente la espermatogénesis.<sup>(20)</sup> El influjo hormonal de la testosterona en el varón, produce cambios en los caracteres sexuales primarios y secundarios, al igual que los estrógenos en la hembra.<sup>(20)</sup>

Los cambios en los ovarios durante el ciclo sexual dependen por completo de las hormonas gonadótropas, FSH y LH, secretadas por la adenohipófisis. A la edad de 9 a 12 años, la hipófisis comienza a secretar cada vez más FSH y LH, lo que culmina con la iniciación de los ciclos sexuales mensuales normales entre los 11 y los 15 años. Este período de cambio se denomina pubertad y el momento de aparición del primer ciclo menstrual, menarquía. Durante cada mes del ciclo sexual femenino ocurren un aumento y una disminución cíclicos tanto de FSH como de LH, estas variaciones producen los cambios cíclicos en los ovarios de la hembra. Tanto la FSH como la LH estimulan sus células efectoras en los ovarios, combinándose con receptores altamente específicos de las membranas de las células efectoras ováricas. Los receptores activados, a su vez, fomentan tanto el ritmo de secreción como el crecimiento y proliferación de las células. La LH tiene gran importancia para la ovulación y en el desarrollo del cuerpo lúteo.<sup>(20)</sup>

Todos estos cambios fisiológicos que tienen lugar preparan al joven desde el punto de vista biológico y anatómico para la reproducción, pero no les confieren automáticamente la preparación psicológica para asumir las conductas más maduras y responsables.

Es conveniente que las acciones de intervención dirigidas a los jóvenes como herramientas de cambio conductual positivo, se apoyen en las características propias de la etapa, por ejemplo Cortés-Cortés Manuel E. y colaboradores, en su artículo: Desarrollo cerebral y aprendizaje en adolescentes: Importancia de la actividad física, reportan que la práctica de ejercicio físico permite a adolescentes el desarrollo de habilidades tales como liderazgo, trabajo en equipo, capacidad de razonamiento lógico, control de ansiedad y autocuidado personal. Estas son importantes cotidianamente e impactan positivamente en el proceso de aprendizaje y el desarrollo integral de los educandos. En general, el ejercicio físico desencadena efectos placenteros y motivacionales, lo que puede incentivar para seguir ejercitándose. Estos efectos se atribuyen a la secreción durante el ejercicio de endocannabinoides y opioides endógenos (encefalinas, endorfinas y dinorfinas), que poseen efecto favorable en el SNC.<sup>(21)</sup>

Los autores concuerdan plenamente con Wong Carrieria, y colaboradores, cuando aseveran que las hormonas, en su condición de factores epigenéticos, influyen en la conducta mediante los procesos de plasticidad y provocan dos efectos principales: el organizador y el activador. El primero se refiere a la capacidad de las hormonas de influir en la citoarquitectura y estructura del cerebro de manera permanente durante el desarrollo, desde el período fetal hasta el final de la adolescencia. El activador se relaciona con la acción sobre las células diana para facilitar conductas en contextos específicos.<sup>(22)</sup>

Los investigadores suscriben particularmente la idea científica de los referidos autores cuando afirman que: “Solo conociendo la compleja relación entre el sustrato neural, las condiciones hormonales y el grado de maduración del sistema nervioso en general, y del cerebro en particular, se pueden diseñar estrategias terapéuticas correctas. El desconocimiento de estas interrelaciones lleva al riesgo de trabajar solo con la subjetividad del adolescente y desconocer sus potencialidades y limitaciones”.<sup>(22)</sup>

La dificultad en la identificación de la relación entre cerebro y conducta, no ha sido una limitante para el desarrollo de la neurociencia de la conducta, por el contrario, ha permitido pensar en esta disciplina de manera mejor estructurada, encaminada a resolver los problemas metodológicos de la aproximación al estudio de la conducta, así como de la experiencia consciente.<sup>(23)</sup>

No obstante, es imprescindible enfocar mejor las características psicológicas de la adolescencia como el resultado de la interacción entre la función nerviosa superior, endocrina, y del sistema reproductor, con el desarrollo de estos jóvenes en contextos socioeconómicos y familiares específicos.

En la adolescencia temprana desde los 10 a los 13-14 años,<sup>(24)</sup> existen importantes transformaciones en el sistema nervioso y a la vez en el orden psicológico, ya que en esta etapa la tarea de cambio principal es la búsqueda de la identidad. (El ¿quién soy yo?), lo que hace a la persona diferente tanto de su familia, como de sus pares y del resto de los seres humanos. Puede aparecer algún grado de rebeldía respecto de la imagen familiar. Otra tarea del desarrollo en la adolescencia es el logro de la autonomía, lo que ocurre cuando el joven llega a ser emocional y económicamente independiente de sus padres. De acuerdo con las investigaciones de Piaget, durante esta etapa se avanza desde el pensamiento concreto (operatorio concreto) al abstracto (operatorio formal). La etapa de la adolescencia se caracteriza también por el egocentrismo de los jóvenes y la labilidad emocional. El adolescente empieza a poner a prueba la autoridad y evidencia más resistencia a los límites.<sup>(24)</sup>

Es necesario analizar que no se ha podido tener un enfoque más integrador de la neuropsicología del adolescente para la creación de métodos de intervención en la esfera de la conducta sexual y el riesgo reproductivo en adolescentes, debido a la persistencia del pensamiento aristotélico<sup>(25)</sup> en la forma de interpretar la realidad, lo cual se mantiene en la ciencia como un elemento perjudicial para la comprensión de los fenómenos, de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento.

En el tema que ocupa a los autores, esto se interpreta en el sentido de que los componentes psicológicos del problema, son sesgados por la interpretación estricta de esa área del conocimiento (A=A) de modo que A no puede ser A y no A al mismo tiempo, de acuerdo con el principio del tercero excluido<sup>(25)</sup> lo que determina que no puedan ser concebidos de una manera transdisciplinar, que considere simultáneamente los elementos biológicos y sociológicos.

Por ejemplo, en la mayoría de la literatura revisada no se integra adecuadamente la neurofisiología del lóbulo frontal con los aspectos psicológicos y sociológicos; sin embargo, es sabido que el funcionamiento de este lóbulo es muy relevante en la neurobiología del adolescente. Este tipo de enfoque ha conducido a la fragmentación en los enfoques de intervención y a que se interpreten incorrectamente los fenómenos, en el sentido de que el todo es mucho más que la suma de las partes.

Tal como afirma Kandel<sup>(26)</sup> en su texto Principios de neurociencia: “solo en el último decenio ha sido posible, con la convergencia de la psicología cognitiva y las neurociencias, poder demostrar que todas las funciones mentales son divisibles en subfunciones, pero hasta la función más simple requiere de la coordinación de varias áreas cerebrales diferenciadas”. Los autores defienden que este principio debe ser aplicado a las intervenciones que pretenden modificar la conducta sexual en jóvenes, en el sentido que la mayoría de ellas se basan en las áreas cognitivas, de aprendizaje de estrategias educativas, sin incluir las áreas límbicas, y mucho menos, las de salida conductual, que permitiría evaluar los cambios integralmente, como salida final observable.

El conocimiento a que se arriba con los enfoques transdisciplinares no es excluyente, por eso permite nuevas y diferentes miradas. Es de destacarse que aquellos modelos de cambio conductual que se fundamentan solo en enfoques parciales han tenido poco éxito. Ello reafirma el hecho de que existen insuficiencias en los métodos para la modificación de la conducta de riesgo sexual y la función reproductiva en adolescentes, lo que motiva a los investigadores a diseñar y validar modelos innovadores, en futuras investigaciones, con un enfoque transdisciplinar de intervención para la modificación de la conducta de riesgo sexual y de la función reproductiva en adolescentes desde esta perspectiva, pero que parta del principio de utilizar y medir la coordinación entre todas las áreas involucradas. (Ver Figura).

## CONCLUSIONES

Las modificaciones biológicas del adolescente generan transformaciones radicales en su personalidad y pueden también relacionarse con la experimentación de cambios importantes en las estructuras cerebrales, ya que estas aún no están completamente desarrolladas: por otra parte, las técnicas de resonancia magnética muestran que los principales cambios en el cerebro del adolescente afectan la corteza prefrontal, por lo que son más proclives a la falta de autorregulación y a una excesiva excitabilidad, de modo que la plasticidad, en un sentido desfavorable, es una característica que explicaría cómo las conductas erróneas pueden imprimirse negativamente y dar lugar a las actitudes que llevan al fracaso, particularmente aquellas relacionadas con la sexualidad y la función reproductiva. Todo ello alerta sobre la importancia de que las intervenciones tienen en cuenta integralmente los fenómenos involucrados y que abarcan las diferentes áreas o bloques funcionales del cerebro.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Plaza M del S. La neurociencia y la toma de decisiones en el adolescente. En: Durand JC, Florencia TD, Sánchez Agostini MC, Urrutia MS. Las neurociencias y su impacto en la educación [Internet]. Buenos Aires: TESEOPRES; 2017 [Citado 11/01/2022]. Disponible en: <https://www.teseopress.com/neurociencias/chapter/140/>
2. Galván A. Adolescent Brain Development and Contextual Influences: A Decade in Review. *J Res Adolesc* [Internet]. 2021 [Citado 11/01/2022];31: 843-69. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jora.12687>
3. Salgado Selema G, Rodríguez Sánchez P, López Aballe M, Batista Tamayo E. Intervención neuropsicológica para la modificación de la conducta de riesgo sexual y de la función reproductiva en adolescentes. *MULTIMED* [Internet]. 2021 [Citado 11/01/2022];25(2):[Aprox. 19 pantallas.]. Disponible en: <http://www.revmultimed.sld.cu/index.php/mtm/article/view/2275>
4. Organización Mundial de la Salud. El embarazo en la adolescencia [Internet]. Ginebra: OMS; 2020 [Citado 10/01/2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/adolescent-pregnancy>.
5. Díaz Asenjo PJ, Fajardo Quispe CS. El embarazo en la adolescencia desde la perspectiva actual en COVID-19. *Rev Cubana Ped* [Internet]. 2021 [Citado 10/01/2021];93(2):e1444. Disponible en: <http://www.revpediatria.sld.cu/index.php/ped/article/view/1444/790>
6. Mercurio E, García López E, Morales Quintero LA, Llamas NE, Marinero JÁ, Muñoz JM. Adolescent Brain Development and Progressive Legal Responsibility in the Latin American Context. *Front Psychol* [Internet]. 2020 [Citado 11/01/2022];11:627. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2020.00627/full>
7. Fandakova Y, Hartley CA. Mechanisms of learning and plasticity in childhood and adolescence. *Dev cogn neurosci* [Internet]. 2020 [Citado 11/01/2022]; 42:100764. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7013153/>
8. Sierra Benítez EM, León Pérez MQ. Plasticidad cerebral, una realidad neuronal. *Rev Ciencias Médicas* [Internet]. 2019 [Citado 11/01/2022];23(4): 599-609. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-31942019000400599](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942019000400599)
9. Marciano L, Camerini AL, Morese R. The Developing Brain in the Digital Era: A Scoping Review of Structural and Functional Correlates of Screen Time in Adolescence. *Front Psychol* [Internet]. 2021 [Citado 11/01/2022];12:3761 Disponible en: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2021.671817>
10. De Caro DM. El estudio del cerebro adolescente: contribuciones para la psicología del desarrollo. V Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología XX Jornadas de Investigación Noveno Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR [Internet]. Buenos Aires: Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires; 2013 [Citado 11/01/2022]. Disponible en: <https://www.aacademica.org/000-054/332.pdf>
11. Cano de Faroh A. Cognición en el adolescente según Piaget y Vygotski. ¿Dos caras de la misma moneda?. *Boletim Academia Paulista de Psicologia* [Internet]. 2007 [Citado 11/01/2022];XXVII(2):148-66. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94627214>
12. Modabbernia A, Reichenberg A, Ing A, Moser DA, Doucet GE, Artiges E, et al. Linked patterns of biological and environmental covariation with brain structure in adolescence: a population-based longitudinal study. *Mol Psychiatry* [Internet]. 2021 [Citado 11/01/2022];26:4905–18. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41380-020-0757-x>
13. Salín Pascual R. Funciones cognitivas. En: Fernández Tresguerres J. *Fisiología humana*. España: Editorial Mc.Graw Hill Interamericana; 2020. pp. 1847.
14. Dujo López V, Horcajo Gil PJ. La psicopatía en la actualidad: abordaje clínico-legal y repercusiones forenses en el ámbito penal. *Psicopatología Clínica, Legal y Forense* [Internet]. 2017 [Citado 11/01/2022];17(1):69-88. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6674244>
15. Carrillo Sierra SM, Quintero Sánchez SA. Las funciones ejecutivas en los adolescentes, más allá de los aspectos cognitivos. En su: *Neurodesarrollo adolescente: perspectivas en la educación actual* [Internet]. Colombia: Ediciones Universidad Simón Bolívar; 2020 [Citado 11/01/2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12442/7277>
16. Tirapu Ustároz J, Cordero Andrés P, Luna Lario P, Hernáez Goñi P. Propuesta de un modelo de funciones ejecutivas basado en análisis factoriales. *Revista Neurol* [Internet]. 2017 [Citado 11/01/2022];64(2):75-84. Disponible en: <https://www.neurologia.com/articulo/2016227>
17. Güroğlu B. Adolescent brain in a social world: Unravelling the positive power of peers from a neurobehavioral perspective. *European Journal of Developmental Psychology* [Internet]. 2021 [Citado 11/01/2022];18(4):471-93. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17405629.2020.1813101>
18. Ramos Galarza C, Cruz Cárdenas J, Silva Barragán M. Escala de Funciones Ejecutivas basada en la teoría de Alexander Luria: EOCL-1 [Internet]. Ecuador: Editorial Universidad Tecnológica Indoamérica; 2020 [Citado 11/01/2022]. Disponible en: <https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/3318>
19. Yalán Enciso BT. Conductas sexuales de riesgo en adolescentes del Colegio Fe Y Alegría N°41 La Era – Ñaña [Tesis maestría]. Perú: Universidad Ricardo Palma; 2016 [Citado 11/01/2022]. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/981>

20. Guyton Hall. Contribuciones del cerebelo. En su: Tratado de Fisiología Médica. 13 ed. New York: McGraw Hill Interamericana; 2016.pp. 697- 988.
21. Cortés Cortés ME, Alfaro Silva A, Martínez V, Veloso BC. Desarrollo cerebral y aprendizaje en adolescentes: Importancia de la actividad física. Rev méd Chile [Internet]. 2019 [Citado 11/01/2022];147(1):130-1. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872019000100130&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872019000100130&lng=es)
22. Wong Carriera A, Álvarez González MÁ. Hormonas, cerebro y conducta. Notas para la práctica de la Psicología en la Endocrinología. Rev Cubana Endocrinol [Internet]. 2013 [Citado 11/01/2022];24(1):57-69. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-29532013000100006&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-29532013000100006&lng=es)
23. Moreno L. Neurociencias del comportamiento [Internet]. Amsterdam: Studocu; 2014 [Citado 11/01/2022]. Disponible en: <https://www.studocu.com/co/document/corporacion-universitaria-iberoamericana/morfodisiologia/rp-eje3-educativo-aprendizaje/9443367>
24. Gaete V. El desarrollo psicosocial del adolescente. Rev Chil Pediatr [Internet]. 2015 [Citado 11/01/2022];86(6):436-43. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-chilena-pediatria-219-articulo-desarrollo-psicosocial-del-adolescente-S0370410615001412>
25. Bustamante Zamudio G. Los tres principios de la lógica aristotélica: ¿son del mundo o del hablar?. Folios [Internet]. 2008 [Citado 11/01/2022]; 27: 24-30. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-48702008000100003&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-48702008000100003&lng=en&tlng=es)
26. Kandel E, Shwartz J, Jessell T. Principles of Neural Science. En su: The brain and behaviour. 5 ed [Internet]. Philadelphia: Editorial The McGraw-Hill Medical; 2013. Pp. 9-16 [Citado 11/01/2022]. Disponible en: <https://booksmedicos.org/kandel-principles-of-neural-science-5th-edition/>

**Conflicto de intereses**

Los autores declaran no tener conflictos de interés

**Contribución de autoría**

Guillermo Salgado Selema. Conceptualización, análisis formal, investigación, metodología, validación, Redacción borrador original, redacción, revisión y edición.

Pedro Manuel Rodríguez Sánchez. Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, recursos, validación, redacción borrador original.

Maikel López Aballe. Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, visualización.

Todos los autores participamos en la discusión de los resultados y hemos leído, revisado y aprobado el texto final.