

Irma Eloísa Monroy-Muñoz, María Hernández-Trejo y Alejandro Martínez-Juárez

La programación de la vida desde el vientre: nutrición, genética y epigenética

Este artículo te invita a descubrir cómo la alimentación durante el embarazo puede dejar huellas biológicas que determinan mucho más que tu estatura o el color de tus ojos: puede influir en tu apetito, tu peso, tus emociones y hasta en tu riesgo de desarrollar enfermedades en el futuro. Durante el embarazo, la nutrición materna también contribuye a la salud o falta de ella en el bebé de la madre adolescente.

Somos lo que comemos... o lo que comió nuestra madre

Desde hace años escuchamos que “somos lo que comemos”, pero la ciencia hoy nos dice algo aún más fascinante: también somos lo que comió nuestra madre cuando nos llevaba en su vientre. Más allá de los genes que heredamos, existe una especie de interruptores invisibles llamados **marcas epigenéticas** que se activan (o no) según el entorno. Y uno de los factores más poderosos para modificarlos es la nutrición.

Marcas epigenéticas

Pequeñas “señales químicas” que se colocan sobre el ADN o las proteínas que lo rodean (llamadas histonas) y que actúan como interruptores que pueden encender o apagar los genes sin cambiar la secuencia del ADN.

Más allá del ADN: introducción a la epigenética

Primero lo primero: los genes son fragmentos de ácido desoxirribonucleico (ADN) que contienen instrucciones para construir las proteínas que forman nuestro cuerpo. Heredamos alrededor de 23 000 genes de nuestros padres, pero no todos están activos al mismo tiempo ni en todas las células. Algunos genes sólo se “encienden” en ciertas partes del cuerpo o en momentos específicos de la vida.

Aquí entra en escena la epigenética, que estudia los cambios en la expresión de los genes sin cambiar la secuencia del ADN. Imagina que tu ADN es una gran biblioteca y la epigenética decide qué libros se abren y cuáles se quedan cerrados.

Estos mecanismos pueden modificarse a lo largo de la vida y están influenciados por factores como la alimentación, el estrés, la contaminación o el ejercicio físico. En otras palabras, nuestros hábitos y entorno pueden modificar la forma en que se expresan nuestros genes, y algunos de estos cambios pueden incluso heredarse. Este con-



cepto ha transformado la manera en que entendemos la salud y la enfermedad: ya no basta con conocer nuestro genoma, sino también cómo lo estamos usando.

■ ■ ■ El embarazo: una ventana de oportunidad genética

■ Durante la adolescencia, el metabolismo de las mujeres experimenta cambios importantes que incluyen ajustes en la producción de hormonas y cambios en la capacidad que tiene el cuerpo para quemar calorías (gastar energía). Generalmente, las adolescentes queman menos calorías para apoyar su crecimiento y generar cambios en la estructura de su cuerpo; por ejemplo, se acumula grasa y músculo en las caderas y los muslos.

Por otra parte, durante el embarazo el cuerpo de la mujer experimenta transformaciones profundas. La nutrición materna no sólo tiene un papel en el crecimiento fetal, sino también en la programación metabólica del bebé. Esta programación ocurre a través de mecanismos epigenéticos que regulan funciones esenciales como el apetito, la sensibilidad a la insulina y la acumulación de grasa corporal. Como podrás imaginar, un embarazo durante la adolescencia es todo un reto para el cuerpo de la mujer, pues al mismo tiempo que se están ajustando ciertas hormonas, también se optimiza la capacidad de aprovechar nutrientes y la necesidad de acumular reservas energéticas a manera de grasa corporal. Lo anterior sucede fomentado por la adolescencia y potenciado por el embarazo.

Una mala alimentación en esta etapa puede incrementar el riesgo de padecer obesidad, algunos tipos de diabetes, hipertensión y enfermedades del corazón en la descendencia. Además, se ha visto que estos cambios en la dieta pueden transmitirse a las futuras generaciones. No se trata sólo de prevenir deficiencias nutricionales graves, como la falta de ácido fólico, sino también de mejorar la calidad de la alimentación en general.

La llamada “programación fetal” es una de las teorías más estudiadas en medicina perinatal. Propone que muchos de los procesos fisiológicos que nos afectan en la adultez, como el metabolismo de la glucosa o el apetito, pueden estar condicionados por las experiencias intrauterinas.

■ ■ ■ Genes clave en la regulación del peso corporal

■ En la mujer adolescente no todo está determinado por dicha etapa y por la alimentación; también existen factores hereditarios que pueden contribuir a la facilidad con la que su cuerpo puede procesar, acumular o eliminar los componentes de su dieta, por lo que se dice que la genética influye en la facilidad para ganar o perder peso, durante la adolescencia y después de ella, con y sin embarazo.

Numerosos estudios han identificado variantes en ciertos genes que influyen en el metabolismo y la ganancia de peso, especialmente durante el embarazo.

Algunos de estos genes codifican hormonas y receptores que controlan la sensación de saciedad, y algunas alteraciones en ellos se han asociado con la obesidad infantil y la resistencia a la insulina. Otros genes están relacionados con un mayor índice de masa corporal y un mayor riesgo de obesidad, además de influir en el apetito y en la elección de alimentos calóricos. Además, existen genes que producen hormonas que ayudan a reducir la inflamación y mejorar la sensibilidad a la insulina, y su expresión suele disminuir en personas con mayor peso. También hay genes que regulan el apetito en el cerebro; cuando funcionan mal, pueden causar que una persona tenga hambre en exceso y desarrolle obesidad, como se ha visto en estudios con modelos animales donde la ausencia de estos genes provoca obesidad mórbida.

Es importante mencionar que la presencia de dichas variantes no determina nuestro futuro de manera absoluta, pero sí puede aumentar o disminuir nuestra susceptibilidad a ciertas condiciones cuando se combina con factores ambientales como la dieta o el nivel de actividad física.

■ ■ ■ La epigenética en acción: mecanismos y evidencia

- Los mecanismos epigenéticos más conocidos son:
 - Las modificaciones en las **histonas**, que cambian la estructura del ADN y hacen que sea más fácil o difícil que los genes se puedan decodificar.
 - La **metilación del ADN**, que evita que ciertos genes se activen.

Histonas

Proteínas que funcionan como carretes alrededor de los cuales se enrolla el ADN dentro del núcleo de las células. Gracias a ellas, el ADN (que es muy largo) puede empaquetarse ordenadamente y caber en un espacio tan pequeño. No sólo sirven para organizar el material genético, también ayudan a controlar qué genes se activan o se silencian.

Metilación del ADN

Proceso en el que se añaden al ADN pequeñas moléculas llamadas **grupos metilo**. Estas moléculas actúan como señales que pueden apagar ciertos genes sin cambiar su secuencia. Es una forma en que las células controlan qué genes se utilizan y cuáles permanecen inactivos.



Lo que la mamá come y el ambiente que la rodea durante el embarazo pueden dejar “marcas” en el ADN del bebé. Estas marcas, llamadas epigenéticas, como la metilación del ADN y las modificaciones en las histonas, actúan como interruptores que prenden o apagan genes. Estas alteraciones pueden aumentar el riesgo de enfermedades en la vida adulta, como obesidad o diabetes. Creada con BioRender.com.

- Los microARN, que son pequeños fragmentos de ARN (ácido ribonucleico) que ayudan a controlar cómo se expresan los genes después de que se han copiado.

Un caso célebre que ilustra estos procesos es el de la hambruna de los Países Bajos (1944-1945). Estudios revelaron que los hijos y nietos de mujeres embarazadas durante ese periodo tenían un mayor riesgo de desarrollar enfermedades metabólicas, como obesidad y diabetes, debido a cambios epigenéticos inducidos por la malnutrición. Este fenómeno sugiere que el entorno prenatal puede dejar una “huella molecular” que influye en la salud a largo plazo.

Los estudios actuales también han demostrado que la obesidad y la diabetes pueden estar asociadas con patrones específicos de metilación en genes como *LEP*, *ADIPOQ* y *POMC* (gen de la proopiomelanocortina). Por ejemplo, cuando el promotor del gen de la leptina está hipometilado, la hormona se produce en exceso, alterando el equilibrio del apetito.

■ El apetito: una influencia que se programa desde antes de nacer

■ Uno de los genes más interesantes para la ciencia por su papel en el control del hambre y el peso corporal es *POMC*. Este gen produce una proteína que le indica al cerebro cuándo ya hemos comido bastante. Lo sorprendente es que su funcionamiento puede

ser influenciado por factores del ambiente, incluso desde antes de nacer.

Estudios en animales han mostrado que lo que una madre come durante el embarazo —ya sea en exceso o con deficiencia energética—, el estrés e incluso la exposición a sustancias como el triclosán (que se encuentra en algunos jabones y cosméticos), pueden cambiar la forma en que este gen se activa o desactiva. Esto ocurre a través de la metilación del ADN.

Después del nacimiento, otros factores como una dieta alta en calorías, el consumo de ciertas vitaminas (como el ácido fólico y la vitamina A), algunos tipos de grasa y hormonas como la leptina también pueden seguir influyendo en el gen *POMC*.

Investigaciones recientes en humanos han demostrado que la alimentación durante las primeras semanas del embarazo puede dejar marcas en este gen, lo que puede aumentar el riesgo de obesidad y de problemas en el metabolismo de las grasas y la insulina, incluso en personas con peso normal.

En resumen, el gen *POMC* es un claro ejemplo de cómo la epigenética actúa como un puente entre la nutrición temprana y la salud futura, afectando el metabolismo, el riesgo de enfermedades y hasta la relación que cada persona tendrá con la comida.

■ La nutrición como herramienta de prevención

■ La buena noticia es que los cambios epigenéticos son, en muchos casos, reversibles. Por ello, mantener

una alimentación equilibrada, rica en frutas, verduras, granos integrales y grasas saludables, puede tener efectos positivos no sólo en nuestra salud actual, sino en la de nuestros descendientes.

Algunos compuestos presentes en los alimentos vegetales (como los del brócoli, el ajo o el té verde) han demostrado capacidad para modular la expresión génica de manera favorable. En cambio, las dietas ricas en grasas saturadas, azúcares añadidos y alimentos ultraprocesados pueden activar genes asociados con la inflamación crónica y el almacenamiento excesivo de grasa.

También es relevante considerar el papel del ejercicio físico, el sueño y el manejo del estrés. Todos estos factores pueden modular la expresión génica a través de la epigenética. La salud metabólica no depende únicamente del peso corporal, sino de un conjunto de señales bioquímicas reguladas de forma precisa.

El embarazo en la adolescencia: riesgos nutricionales y genéticos

Como ya vimos, el embarazo en la adolescencia representa un desafío adicional, tanto para la madre como para el feto. Durante la adolescencia, el cuerpo femenino aún se encuentra en desarrollo y compite por los mismos nutrientes que necesita el embrión. Esto puede acentuar deficiencias nutricionales y aumentar el riesgo de complicaciones.

Desde el punto de vista epigenético, la inmadurez biológica de la madre adolescente podría interferir en los mecanismos de programación fetal. Además, en muchos casos, los embarazos adolescentes están asociados a entornos con menor acceso a servicios de salud, educación nutricional u orientación alimentaria insuficientes y dietas poco equilibradas, factores que potencian los efectos negativos en la salud a largo plazo.

Los riesgos específicos durante un embarazo en una adolescente incluyen:

- Mayor probabilidad de parto prematuro y bebés con bajo peso.
- Falta de micronutrientes importantes como hierro, calcio y ácido fólico.
- Mayor riesgo de anemia y desnutrición en la madre.

- Aumentan las posibilidades de preeclampsia y otras complicaciones en el embarazo.
- La madre puede dejar de crecer o detener su desarrollo durante el embarazo.

La combinación de corta edad (adolescencia), dieta insuficiente y menor control prenatal puede alterar los mecanismos epigenéticos clave para el desarrollo saludable del feto, aumentando su vulnerabilidad a enfermedades metabólicas futuras.

Por ello, es fundamental promover la educación sexual integral, el acceso a anticonceptivos y, cuando el embarazo ocurre, garantizar una atención nutricional específica para las adolescentes embarazadas. Invertir en su salud es invertir en la salud de las futuras generaciones.

¿Qué pasa con el crecimiento durante el embarazo adolescente?

Durante el embarazo es común que las mujeres experimenten una ligera apariencia de una “disminución” en su estatura. Esto se debe a varios factores físicos, como el aumento de peso, la presión que ejerce el útero sobre la columna vertebral y una mayor curvatura en la zona lumbar. Por estas razones, los métodos tradicionales para medir la estatura no siempre son precisos durante la gestación.

Este detalle ha dificultado conocer con exactitud cómo afecta el embarazo al crecimiento de las adolescentes, quienes muchas veces aún no han alcanzado su estatura definitiva. A pesar de estas limitaciones, se ha observado que, después del parto, muchas mujeres recuperan parte de la estatura que parecían haber perdido temporalmente.

La mejor manera de evitar errores en la medición es registrar la estatura de la madre en las primeras semanas del embarazo, cuando los cambios físicos aún no interfieren. Esto permite tener una referencia más precisa para estudios sobre salud materna y desarrollo durante el embarazo.

Por otra parte, algunas hormonas son muy importantes durante el embarazo. Una de ellas, llamada leptina, ayuda a controlar el peso y el desarrollo del bebé; ahora se sabe que tiene, además, muchas fun-

ciones, como participar en el crecimiento de la placenta y del feto.

En las adolescentes embarazadas, esta hormona está relacionada con el aumento de peso durante el embarazo y con la acumulación de grasa al comenzar la pubertad, especialmente cerca de la primera menstruación. Además, es fundamental para que el embarazo se desarrolle bien.

Estudios en Estados Unidos mostraron que las adolescentes embarazadas que seguían creciendo durante el embarazo tenían niveles más altos de leptina, en comparación con las que no crecían o ya eran jóvenes adultas. También encontraron que las adolescentes que crecían en el embarazo daban a luz bebés con menor peso, lo que sugiere que la madre y el bebé compiten por los nutrientes. En adolescentes mexicanas, se observó que los niveles más altos tanto de leptina como de la hormona IGF-1 (factor de crecimiento similar a la insulina) se relacionaban con un mayor crecimiento en las adolescentes después del parto. Sin embargo, también encontraron que las jóvenes con niveles más altos de estrógenos eran las que no crecían mucho —o no lo hicieron en el posparto—, ya que esto está ligado a la fusión de la epífisis (cierre de las articulaciones).

En resumen, aunque es común que el crecimiento en las adolescentes se detenga durante el embarazo, algunas pueden experimentar un repunte en su estatura después del parto. No obstante, en ciertos casos, el crecimiento ya no ocurre, lo cual puede depender de diversos factores más allá de la edad.

Conclusiones

La epigenética ha demostrado que la nutrición materna durante el embarazo puede modificar la expresión de genes relacionados con el apetito, el metabolismo y el riesgo de enfermedades como la obesidad o la diabetes. Esta programación biológica no es definitiva y puede cambiar con factores como la alimentación, el ejercicio o el manejo del estrés.

Algunos genes reflejan cómo la herencia genética y el entorno se combinan para influir en nuestra salud. Su expresión puede variar según la calidad de la alimentación, el ambiente durante el embarazo

y los hábitos de vida. Esto es especialmente importante en el embarazo adolescente, cuando la madre aún está en crecimiento y puede tener deficiencias que afectan su salud y la del bebé. Brindar atención médica y nutricional adecuada en estos casos puede cambiar vidas, asegurando un futuro más saludable para ambas generaciones.

Irma Eloísa Monroy-Muñoz

Instituto Nacional de Perinatología Isidro Espinosa de los Reyes.
irmae4901@gmail.com

María Hernández-Trejo

Instituto Nacional de Perinatología Isidro Espinosa de los Reyes.
maria.h.trejo72@gmail.com

Alejandro Martínez-Juárez

Instituto Nacional de Perinatología Isidro Espinosa de los Reyes.
alexnmzj@hotmail.com

Lecturas recomendadas

Castillo-Matamoras, S. E. del y N. E. Poveda (2021), “La importancia de la nutrición en la mujer gestante”, *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, 72(4): 339-345. Disponible en: <https://doi.org/10.18597/rcog.3825>, consultado el 27 de octubre de 2025.

Franzago, M., F. Fraticelli, L. Stuppia y E. Vitacolonna (2019), “Nutrigenetics, epigenetics and gestational diabetes: consequences in mother and child”, *Epigenetics*, 14(3):215-235. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/15592294.2019.1582277>, consultado el 27 de octubre de 2025.

Mahmoud, R., V. Kimonis y M. G. Butler (2022), “Genetics of obesity in humans: A clinical review”, *International Journal of Molecular Sciences*, 23(19):11005. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijms231911005>, consultado el 27 de octubre de 2025.

Sámamo, R., H. Martínez-Rojano, G. Chico-Barba, M. Hernández-Trejo, R. Guzmán et al. (2020), “Associations between prenatal serum levels of leptin, IGF-I, and estradiol and adolescent mothers’ height gain during and after pregnancy”, *PLOS ONE*, 15(2): e0228706. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228706>, consultado el 27 de octubre de 2025.

Simmons, R. (2011), “Epigenetics and maternal nutrition: nature vs. nurture”, *Proceedings of the Nutrition Society*, 70(1):73-81. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/S0029665110003988>, consultado el 27 de octubre de 2025.