

ARTÍCULO DE REVISIÓN

La obesidad y el genotipo ahorrador. Determinismo biológico y social versus libre albedrío

Juan Garduño-Espinosa*, Diana Ávila-Montiel, Ana G. Quezada-García, Carlos A. Merelo-Arias, Violeta Torres-Rodríguez y Onofre Muñoz-Hernández

Hospital Infantil de México Federico Gómez, Ciudad de México, México

Resumen

La obesidad es un problema de salud pública mundial con un crecimiento alarmante para el cual no se han encontrado respuestas concluyentes en relación con sus causas. Entre las múltiples hipótesis que intentan explicar la epidemia, se encuentra la del genotipo ahorrador, propuesta por James V. Neel en 1962. Neel propone que las variaciones genéticas en comunidades cazadoras-recolectoras que fueron selectivamente favorables en el pasado –ya que permitieron enfrentar episodios de hambruna–, se convierten en una desventaja en la actualidad cuando los alimentos se han vuelto abundantes y son relativamente constantes. A pesar de tener muchos críticos, la conjectura de Neel permanece vigente. En este artículo se argumenta que la hipótesis del genotipo ahorrador apoya un enfoque explicativo basado en el determinismo biológico. Esta postura, al igual que la del determinismo social, subestiman el papel del individuo como un ente libre y responsable. Se hace la consideración de que la pandemia de obesidad no podrá ser explicada ni resuelta en tanto no ocurra un cambio drástico en el marco teórico prevalente en el que se incorpore el enfoque de que el individuo es un agente independiente, libre y responsable de sí mismo, con la capacidad potencial de colocarse por encima de su herencia biológica y del ambiente que lo rodea. No se rechaza la influencia de la biología y el entorno social en la conducta, pero se propone que esta se deriva de manera primordial de decisiones fundadas en el libre albedrío, el cual no está determinado ni biológica ni socialmente.

Palabras clave: Obesidad. Genotipo. Ahorrador. Conducta. Determinismo.

Obesity and thrifty genotype. Biological and social determinism versus free will

Abstract

Obesity is a global public health problem with a concerning increasing rate and no conclusive answer related to its causes. The thrifty genotype, proposed by James V. Neel in 1962, is one of the many hypotheses that intend to explain the epidemic. Neel proposed that genetic variations in hunter-gatherer communities—which were selectively favorable in the past since they allowed to confront famine—are currently a disadvantage because food is plentiful and relatively constant. This conclusion remains valid despite being highly criticized. This review discusses that the hypothesis of the thrifty genotype supports an explicative approach based on biological determinism. This approach, such as social determinism, underestimates the

Correspondencia:

*Juan Garduño-Espinosa

E-mail: juan.gardunoe@gmail.com

1665-1146/© 2019. Hospital Infantil de México Federico Gómez, impreso por Permanyer México SA de CV, todos los derechos reservados.

Fecha de recepción: 21-11-2018

Fecha de aceptación: 08-01-2019

DOI: 10.24875/BMHIM.19000159

Disponible en internet: 13-05-2019

Bol Med Hosp Infant Mex. 2019;76:106-112

www.bmhim.com

role of individuals as free entities responsible for their own behavior. While a drastic change in the current theoretical framework occurs, in which individuals are considered as independent, free and self-responsible agents with the ability to overcome their heredity and their environment, the idea that the obesity pandemic cannot be explained or solved will be present. Although the influence of these elements in behavior is not rejected, it is proposed that behavior potentially and mainly comes from free will, which is neither biologically nor socially determined.

Key words: Obesity. Thrifty. Genotype. Behavior. Determinism.

Introducción

La obesidad se define como la acumulación anormal o excesiva de grasa como consecuencia de un ingreso calórico superior al requerido¹. Este trastorno se considera de origen multifactorial en el que participan factores ambientales, fundamentalmente el aumento en la disponibilidad de alimentos y menores oportunidades de realizar actividad física, así como factores genéticos. En los últimos cincuenta años, la obesidad se ha convertido en un problema de salud pública a escala mundial; su incidencia ha incrementado de manera alarmante tanto en países en vías de desarrollo como en países plenamente industrializados. Los países en desarrollo han aumentado tres veces la prevalencia de obesidad, en tanto que en Europa también se ha observado un incremento significativo, aunque menor².

En México, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT 2012) reportó que la prevalencia de sobre peso y obesidad en adultos presentó un incremento sustancial con respecto a los datos obtenidos en la misma encuesta en 1988. Por ejemplo, en ese año, la obesidad en mujeres adultas era del 9.5%. Sin embargo, en 2012, se observó un ascenso de hasta el 35.2%; es decir, un incremento relativo del 273%, y del 25.7% en términos absolutos³⁻⁵.

El problema de la obesidad no es primordialmente estético o de funcionalidad individual y social. Radica, sobre todo, en el daño a la constitución orgánica del sujeto en sus diferentes niveles de organización: celular, tisular y sistémico. Existe evidencia sólida que muestra que la obesidad se asocia fuertemente con diversas comorbilidades: aumenta el riesgo de padecer diabetes, enfermedades cardiovasculares y muerte prematura, entre otras.

Una de las hipótesis con mayor poder explicativo para entender el origen de esta epidemia ha sido la del genotipo ahorrador. Esta idea surge de las contribuciones de James Van Gundia Neel, un genetista norteamericano que la propone en la década de los 60.

James Van Gundia Neel

Nació el 22 de marzo de 1915 en Hamilton, Ohio, y murió el 1 de febrero del 2000. Se graduó en la Licenciatura en Artes en 1935 en el College of Wooster (Ohio), donde inició su carrera investigando sobre las variaciones genéticas en la *Drosophila*, lo que contribuyó a sentar las bases para la investigación científica de las fuerzas evolutivas^{6,7}.

Durante su estancia en la armada, estuvo en contacto con enfermedades como la talasemia; dicho contacto hizo que Neel se convenciera de que los genes son fundamentales para entender la morbilidad humana, lo que lo llevó a convertirse en un especialista en genética⁸. En 1956, fundó el Departamento de Genética Humana en la Universidad de Michigan, el cual se caracterizó por promover una mayor profundidad intelectual en el abordaje de los problemas en lugar de seguir modas científicas. Entre sus contribuciones destaca una activa participación en el desarrollo de la epidemiología genética, así como la incorporación de los enfoques genéticos a enfermedades crónicas complejas^{7,8}.

Neel enfatizó la necesidad de comprender los acontecimientos microdemográficos locales que constituyen elementos clave para entender los procesos evolutivos del ser humano; reconoció que los cambios culturales que acompañan la progresión de la sociedad tribal hacia la urbanización habían creado nuevos ambientes con consecuencias significativas para la salud humana. Derivado de esta y otras observaciones, surgió su hipótesis del genotipo ahorrador, la cual sugiere que en la sociedad moderna existe una mayor susceptibilidad a enfermedades, como la diabetes, debido a que hemos conservado los genotipos que habían sido ventajosos en ambientes ancestrales^{7,8}.

La relevancia de la contribución de Neel radica, principalmente, en la aplicación de los principios biológicos y evolutivos básicos a fin de explicar la variación genética de las poblaciones en su estado natural, lo cual ha permitido establecer una mejor comprensión de la causalidad genética⁸.

El genotipo ahorrador: mutaciones y la variación genética en los entornos naturales

Invitado por Napoleón Chagnon, antropólogo que inició el estudio de las tribus de la cuenca del Amazonas, Neel se incorporó a un grupo de investigadores que establecieron un estrecho contacto con las tribus de cazadores-recolectores de América del Sur. Inicialmente, en la década de los 60, participó en una incursión con los Xavante, tribu recientemente encontrada en el Mato Grosso brasileño. Poco después también visitó a los Yanomamö, tribu de cazadores-recolectores ubicada en la frontera venezolano-brasileña. Durante un periodo de 30 años continuó su trabajo en un gran número de pueblos, y en al menos otras 20 tribus de Sur y Centro América, aportando un conjunto formidable de datos que proporcionaron una visión sin precedentes y tal vez irrepetible en la biología evolutiva del ser humano⁹.

Entre las contribuciones realizadas por Neel y su grupo de investigadores destacan la identificación de una amplia variedad de polimorfismos y el estudio de hemoglobinopatías y talasemias, entre otros. Los numerosos análisis y resultados derivados de estos datos han influido de manera importante en la percepción de la diversidad genética humana. Otras aportaciones han sido el descubrimiento del papel de las prácticas socioculturales, las relaciones de parentesco dentro y entre los pueblos y su descripción de la ecología de las sociedades tribales, lo que originó la identificación de diferentes perfiles fisiológicos y patrones de enfermedad; por ejemplo, la presión arterial y los niveles de glucosa en las tribus eran radicalmente inferiores a los que se observan en las poblaciones urbanas contemporáneas¹⁰.

James Neel trabajó gran parte de su vida junto con Chagnon, quien llegó a ser un antropólogo muy reconocido en la Academia Norteamericana por sus trabajos en comunidades indígenas, como los Yanomamö. El trabajo realizado por Neel y Chagnon no solo fue de interés para la antropología, sino también ha tenido relevancia histórica y política, ya que permitió ampliar la visión sobre cómo vivían las comunidades ancestrales de cazadores-recolectores hace más de 10,000 años. Esto dio oportunidad de profundizar en el conocimiento del pasado del ser humano como especie y, de ese modo, intentar comprender mejor el presente¹¹.

En 1962, Neel introdujo la hipótesis del genotipo ahorrador como un factor predisponente para diabetes *mellitus* tipo 2 y obesidad, argumentando que las variaciones genéticas, favorables en el pasado en

poblaciones cazadoras-recolectoras para enfrentar episodios de hambruna, se han convertido a la fecha en una desventaja, por la gran disponibilidad y abundancia de alimentos. En palabras del mismo Neel: «un genotipo ahorrador se vuelve perjudicial con el progreso»¹².

En un marco explicativo antropológico, puede suponerse que la evolución ocurrió en un escenario en el que los grupos humanos alternaban periodos de hambruna con periodos de relativa saciedad. Este panorama, encontrado en los grupos de cazadores-recolectores que ha sido posible observar en el último siglo, dio lugar a la generación de la hipótesis, la cual es coherente con el marco explicativo de la evolución humana reciente porque propone a dicho genotipo como útil para la supervivencia en condiciones de elevada incertidumbre para obtener alimentos¹³.

En un mundo que cambió radicalmente en un corto periodo, los alimentos empezaron a estar disponibles de manera estable y, en ocasiones, excesiva. La civilización modificó el entorno de manera drástica en las sociedades modernas en múltiples aspectos, especialmente en aquellas que incorporaron un estilo de vida occidental. El ser humano ha mantenido su herencia biológica sin cambios significativos en los últimos 50,000 años. Sin embargo, el medio ambiente se modificó de manera sustancial, y de pronto se tuvo acceso a alimentos de manera permanente. Excepto por su presencia endémica en algunas regiones específicas del mundo y en algunos momentos de la historia contemporánea, las hambrunas disminuyeron significativamente¹³.

La hipótesis del genotipo ahorrador no ha estado exenta de crítica. A pesar de todas las investigaciones realizadas para explicar los rápidos ascensos en la prevalencia de obesidad y diabetes en poblaciones recientemente introducidas a las dietas y al ambiente cultural occidental, el autor no encontró evidencias concluyentes de intolerancia a la glucosa en la población tribal joven¹⁴⁻¹⁶. La hipótesis original sugería que los periodos de hambruna habían sido muy intensos y prolongados, de tal manera que era posible que se hubieran seleccionado los genes ahorradores en el periodo paleolítico. Se estimó que para que un gen fuera seleccionado, se habrían requerido alrededor de 950 episodios de hambruna, lo cual implica que todos los humanos poseemos genes ahorradores si se toma en cuenta que han ocurrido entre 600 y 5,000 hambrunas a lo largo de la historia^{17,18}.

Ante las críticas, en 1989, incluso Neel advertía que «los datos en que se basa esa hipótesis ahora se han derrumbado en gran parte, pero aún se debe explicar

la prevalencia de la predisposición», «una serie de mecanismos genéticos específicos candidatos están empezando a emerger, pero hasta el momento ninguno de estos parece tener el potencial para la selección positiva requerida por la frecuencia de la predisposición»¹⁹. En una revisión de la hipótesis realizada en 1998, Neel vuelve a retomar la idea original, manteniendo que la diabetes es causada por genes ahorra-dores seleccionados como consecuencia de periodos intermitentes de hambruna. Además, trata de apoyar su hipótesis con la obesidad y la hipertensión arterial, otras dos enfermedades relacionadas que comparten algunas de las características epidemiológicas de la diabetes, que están asociadas al surgimiento de la civilización y ocurren en sistemas fisiológicamente adaptados a un entorno alejado de la modernidad y llevados a sus límites por los cambios ambientales, con un inicio gradual y con un componente familiar, apuntando hacia una compleja interacción de factores genéticos y ambientales¹⁹.

Las críticas no solo surgieron en el mundo académico. Las implicaciones sociales derivadas del contexto en que se llevaron a cabo estos estudios provocaron que diversos aspectos ideológicos permearan y confundieran las principales aportaciones obtenidas por este grupo interdisciplinario de investigadores.

Determinismo biológico y social y la individualidad ausente

El concepto de genotipo ahorrador mantiene una amplia capacidad explicativa en el marco de la evolución. Sin embargo, también se sustenta en la base teórica que fundamenta la visión reduccionista, en la que descansa la principal forma de entender la epidemia de obesidad en el mundo. Esta hipótesis, por lo demás sólida por su coherencia lógica y empírica, proporciona una base genética y antropológica que permite entender los mecanismos a través de los cuales la constitución orgánica favorece el almacenamiento preferencial de reservas de energía en entornos con restricción de alimentos. Esta interpretación no carece de implicaciones, ya que fortalece el punto de vista determinista: las personas son víctimas pasivas de su naturaleza biológica y la responsabilidad individual tiene un papel mínimo, o por lo menos secundario, en la explicación de la conducta humana. En este sentido, el genotipo ahorrador, que representó una ventaja adaptativa para la especie humana, se ha convertido en una desventaja dada la súbita modificación del ambiente como consecuencia de la globalización y la

incapacidad de las personas de adaptarse conductualmente a este.

En la actualidad, se sabe que la obesidad es una epidemia con raíces multifactoriales. Para entender el origen, prevención y tratamiento de este padecimiento, se ha incorporado a su análisis tanto el determinismo biológico como el social. En primer lugar, dentro del contexto académico de las ciencias de la vida, prevalece la explicación basada en el determinismo biológico: se dice que la epidemia ha surgido debido a que los individuos afectados cuentan con una predisposición genética que los conduce inevitablemente a aumentar de peso. En este enfoque, la programación biológica de las personas permite explicar por qué algunos individuos almacenan más reservas de energía que otros; por ejemplo, los afectados no han heredado suficientes mecanismos de inhibición para la saciedad, presentan mayor resistencia a la insulina y algunos mediadores bioquímicos, como la adiponectina, se encuentran alterados, ya sea en sus niveles sanguíneos o en su estructura molecular. En consecuencia, dadas estas características heredadas, los mexicanos, entre otros grupos como los indios Pima, tendrán una particular predisposición a padecer este desorden.

En segundo lugar, a partir de un enfoque basado en los determinantes sociales en salud y sustentado en el marco explicativo del determinismo social, las personas han incrementado su peso porque viven en un entorno que los presiona, les genera estrés y al que no pueden resistirse. En esta aproximación, es el ambiente el que prácticamente los obliga o condiciona a una mayor ingesta, de mala calidad, y además les proporciona menores oportunidades para realizar actividades físicas por factores como las condiciones laborales, la inseguridad o la falta de espacios recreativos. El poder de la publicidad, las empresas productoras de alimentos, un mercado distorsionado, el difícil acceso a la educación, la pobreza, entre otros, son determinantes sociales que conducen inevitablemente al surgimiento de la epidemia.

El determinismo es la corriente filosófica que afirma que las relaciones causales están definidas *a priori*: ya sea nuestra constitución biológica o la sociedad lo que se proponga como causas de nuestro comportamiento, el efecto será el mismo. La conducta humana se originará de manera automática y unidireccional por dichas causas. El papel del individuo y la posibilidad de ejercer decisiones autónomas en este punto parecerían ser irrelevantes²⁰.

El debate entre determinismo, azar y libre albedrío cuenta con una larga tradición. Aun cuando Ian

Hacking sugiere que «el acontecimiento conceptual más importante de la física del siglo XX fue el descubrimiento de que el mundo no está sujeto al determinismo», en las ciencias relacionadas con la biología humana, el determinismo mantiene uno de sus bastiones más sólidos, e incluso para algunos, como Ernst Cassirer, puede identificarse el origen del determinismo en la tradición biológica; específicamente, en un discurso pronunciado en 1872 por Emil Du Bois-Reymond, destacado neurofisiólogo²⁰.

La doctrina determinista permite elaborar argumentos que explican el desarrollo del sobrepeso u obesidad como consecuencia inevitable de un genotipo y un ambiente que opera y se manifiesta de manera inercial en el curso de nuestras vidas. La implicación es que permite que las personas eluden su responsabilidad y compromiso con su propia salud. Con ello, esta doctrina se hace eco, en palabras de Shakespeare, del expresivo lamento de Romeo: «soy un triste juguete del destino»²¹.

La libertad y la responsabilidad individual como alternativas definitivas de solución

El presente grupo de investigación sostiene que la explicación para el surgimiento de la pandemia de sobrepeso y obesidad basada en el determinismo biológico y social es insuficiente al excluir el papel de la responsabilidad individual. Kant afirma que toda persona es libre, y por lo tanto, responsable. Se desprende que, al ser responsable de sí misma, la persona asumirá una conducta relativa a la forma en que se alimentará y cuidará de su salud.

Es cierto que su naturaleza biológica impulsará al individuo a satisfacer deseos y preferencias elementales y básicas, y también es cierto que el entorno social ejercerá una influencia a partir del comportamiento de otros individuos. Sin embargo, dichas influencias tendrán un efecto que estará en función del nivel de desarrollo (emocional, intelectual y moral) alcanzado por la persona. Nuestra tesis es que cuanto más elemental sea dicho desarrollo, mayor influencia habrá. En contraste, en la medida en que los sujetos alcancen mayores grados de estatura racional y moral, y en consecuencia, mayor autonomía, la influencia de los factores biológicos o sociales disminuirá proporcionalmente. Por lo tanto, enfocar las causas y soluciones de esta epidemia en factores externos al individuo solamente contribuirá a subestimar y menoscabar la responsabilidad a nivel individual, que debería fomentarse por una sociedad organizada. A partir de esta

perspectiva, el fenómeno de la epidemia de obesidad no podrá entenderse, y mucho menos resolverse, sin considerar los factores que rodean a la individualidad humana, sus grados diferenciales de desarrollo y la libre toma de decisiones. La autonomía de la voluntad, de acuerdo con Kant, es la que determina o debería determinar finalmente la conducta²².

Amartya Sen realiza una distinción entre la responsabilidad individual y la social, y sostiene que, al aumentar la influencia social, disminuye la parte correspondiente a la responsabilidad individual; con ello, se pierde «la motivación, la participación y el conocimiento de uno mismo». Para Sen, es desafortunado y contraproducente cuando esto ocurre debido a que «no existe nada que sustituya a la responsabilidad individual», la cual se deriva del ejercicio de la libertad. «La responsabilidad exige libertad», y la libertad es la posibilidad de elegir entre las oportunidades que puede brindar el Estado u otras instituciones, o que se derivan de las diversas condiciones que ofrece la vida, pero, en última instancia, se ejerce siempre en forma estrictamente personal²³.

Ante un entorno y un mercado que ofrecen alimentos de manera desmedida y una sociedad predominantemente hedonista y propensa al consumo, no han surgido en el contexto social los mecanismos que permitan promover el desarrollo individual, reflexivo, crítico y racional en una atmósfera ética que impulse el ideal aristotélico: cada individuo debe buscar la plenitud de su desarrollo a partir de su potencial racional y moral. El determinismo en cualquiera de sus formas contribuye a obstaculizar este empeño y tiende a perpetuar sociedades dependientes, frágiles y carentes de sentido moral. De acuerdo con Aristóteles, «la salud depende del equilibrio de los hábitos de vida»²⁴. La solución definitiva al problema de la obesidad, así como de otros graves problemas sociales en el mediano y largo plazo, depende de políticas que impulsen el desarrollo de mecanismos sociales que fortalezcan a los individuos a nivel personal²⁵. La práctica moderna de la ciencia no contribuye a elaborar soluciones definitivas para estos problemas de salud en función de las posturas filosófica e ideológica que subyacen a su práctica actual.

La meta social debe ser contribuir al desarrollo de «personas razonables», de acuerdo con el concepto de Rawls²⁶, basado en individuos que cuentan con madurez intelectual y emocional, educación sólida, autodirección, sensatez en la toma de decisiones, con una vida armónica interna, un nivel suficiente de empatía hacia otros y un profundo sentido de responsabilidad para consigo mismos y para con los demás. Esa

clase de personas no estarán determinados por su herencia biológica ni por hábitos, reglas o creencias adquiridos, ni cederán ante ninguna influencia mediática. Por el contrario, tendrán los conocimientos, valores morales y las herramientas indispensables para entender, prevenir y sortear los peligros de un ambiente desfavorable.

No solo es necesaria la construcción de un contrato social racional y eficiente que optimice las redes de convivencia, sino fundamentalmente se requiere el desarrollo de mecanismos sociales que fortalezcan los individuos en el nivel personal. La continua búsqueda de satisfactores para necesidades elementales, la falta de propósitos elevados de vida, la escasa disciplina personal, una baja autoestima, insuficientes niveles de educación y, en general, una falla generalizada para promover y alcanzar los ideales de desarrollo individual, exceptuando pequeños éxitos esporádicos y aislados a través de la historia, han contribuido a conformar personas con serias limitaciones en su desarrollo o con graves distorsiones en su evolución personal, lo que suele asociarse con un arraigado y prevalente cinismo.

Es necesario reconocer que esta solución es difícil y de largo plazo, además de que se basa en una educación de elevada calidad, en la mejoría en los estándares de vida y en una reorientación de los objetivos sociales. El problema es que una solución así no se encuentra entre los propósitos de nuestra comunidad. Las plataformas conceptuales en las que se basan la mayor parte de estrategias que se han propuesto no solo no contemplan el fortalecimiento individual, sino que van en sentido opuesto. Desafortunadamente, en el medio académico, el enfoque actual sigue siendo el del reduccionismo biológico, y en el de la política pública en salud, el del determinismo social.

Las ciencias médicas requieren incorporar la libertad y la responsabilidad en el nivel individual como variables de estudio. Es necesario que estos instrumentos alcancen legitimidad científica. Esto no ha sucedido debido a las implicaciones ideológicas asociadas con el reduccionismo, tanto biológico como social. Libertad y responsabilidad son variables de difícil abordaje instrumental, aunque, en función del significado de la vida humana, no podrán eludirse por más tiempo. El estudio de la estructura biológica, o desde el punto de vista estadístico y social, el de las personas promedio, es metodológicamente más accesible, pero su significado para la explicación de la existencia humana es claramente insuficiente.

La eugenesia es una filosofía social que representa un riesgo latente en nuestros tiempos, peligro que

seguramente aumentará en el curso del presente siglo. Las posibilidades de manipulación del genotipo aumentan día con día y constituirán una tentación permanente, cuyas consecuencias podrían alterar el sentido mismo de la naturaleza humana. La búsqueda febril de alteraciones genómicas o moleculares que se observa actualmente entre las comunidades de científicos en el mundo será útil para fines explicativos, no instrumentales; es decir, se podrán entender mejor la base biológica y los mecanismos a partir de los cuales se presentan los trastornos de salud y comportamiento, pero no surgirán soluciones prácticas que vayan a liberar al individuo de las responsabilidades que le pertenecen como persona: la responsabilidad de tomar las riendas de su propia vida y de asumir enteramente las consecuencias de sus decisiones personales. El genotipo ahorrador es una hipótesis que permite recordar la necesaria e imprescindible reflexión sobre el papel y las limitaciones de nuestra constitución biológica como un elemento sustutivo y suficiente en la conformación de la naturaleza humana.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

Bibliografía

- Organización Mundial de la Salud [Internet]. Obesidad y sobrepeso. México; 2014.
- Kelly T, Yang W, Chen CS, Reynolds K, He J. Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32:1431-7.
- Instituto Nacional de Salud Pública. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012: Resultados Nacionales. Adultos. Sobre peso y obesidad. Cuernavaca, Morelos, México: Instituto Nacional de Salud Pública; 2012. p. 180-6.
- Instituto Nacional de Salud Pública. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012: Resultados Nacionales. Niños. Sobre peso y obesidad. Cuernavaca, Morelos, México: Instituto Nacional de Salud Pública; 2012. p. 149-51.
- Instituto Nacional de Salud Pública. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012: Resultados Nacionales. Adolescentes. Sobre peso y obesidad. Cuernavaca, Morelos, México: Instituto Nacional de Salud Pública; 2012. p. 167-70.

6. Hume DW. Anthropological Niche of Douglas W. Hume. Manuscript Collection No. 89. The Papers of James V. Neel; 2012. Disponible en: http://anthroniche.com/darkness_documents/0056.htm.
7. Salzano FM. James V. Neel and Latin America—or how scientific collaboration should be conducted. *Genet Mol Biol*. 2000;23:557-61.
8. Weiss KM, Ward RH. James V. Neel, M.D., Ph.D. (March 22, 1915–January 31, 2000): Founder Effect. *Am J Hum Genet*. 2000;66:755-60.
9. Chagnon NA. Noble savages. My life among two dangerous tribes—The Yanomamo and the anthropologists. New York: Simon & Schuster; 2013.
10. Neel JV. Diabetes mellitus: a “thrifty” genotype rendered detrimental by “progress”? *Am J Hum Genet*. 1962;14:353-62.
11. Arvelo Jiménez N. La saga de los Yanomamo. Reflexiones en torno al libro *Darkness in El Dorado*. Interciencia. 2001;26:32-8.
12. Chacín M, Bermudez V, Rojas Quintero JJ, Núñez PM, Añez R. Predisposición humana a la obesidad, síndrome metabólico y diabetes: el genotipo ahorrador y la incorporación al genoma humano desde la antropología biológica. *Diabet Int*. 2012;3:11-23.
13. Diamond J. The world until yesterday. What can we learn from traditional societies? New York: Penguin Group; 2012.
14. Lindsay R, Bennett P. Type 2 diabetes, the thrifty phenotype—an overview. *Br Med Bull*. 2001;60:21-32.
15. Neel JV. The Thrifty Genotype Revisited. En: The genetics of diabetes mellitus. New York: Academic Press; 1982.
16. Spielman R, Fajans SS, Neel JV, Pek S, Floyd JC, Oliver WJ. Glucose tolerance in two inacculturated Indian tribes of Brazil. *Diabetologia*. 1982;23:90-3.
17. Cohen M. Health and the rise of civilization. New Heaven: Yale University Press; 1989.
18. Neel JV. The study of natural selection in primitive and civilized human populations. *Hum Biol*. 1989;61:811-23.
19. Neel JV. The “thrifty genotype” in 1998. *Nutr Rev*. 1989;57:S2-9.
20. Hacking I. La domesticación del azar. Barcelona: Editorial Gedisa; 1990.
21. Shakespeare W. Romeo and Juliet. New York: Penguin Group; 1982.
22. Copleston F. Historia de la filosofía. Volumen 3. De la filosofía Kantiana al Idealismo. Barcelona: Ariel; 2011.
23. Sen A. Development as freedom. New York: Anchor Books; 1999.
24. Jaeger W. Aristóteles. Bases para la historia de su desarrollo intelectual. México: Fondo de Cultura Económica; 1984.
25. Wolff J. An introduction to political philosophy. New York: Oxford University Press, Inc.; 2001.
26. Hauser MD. Moral minds, the nature of right and wrong. New York: Ecco; 2007.