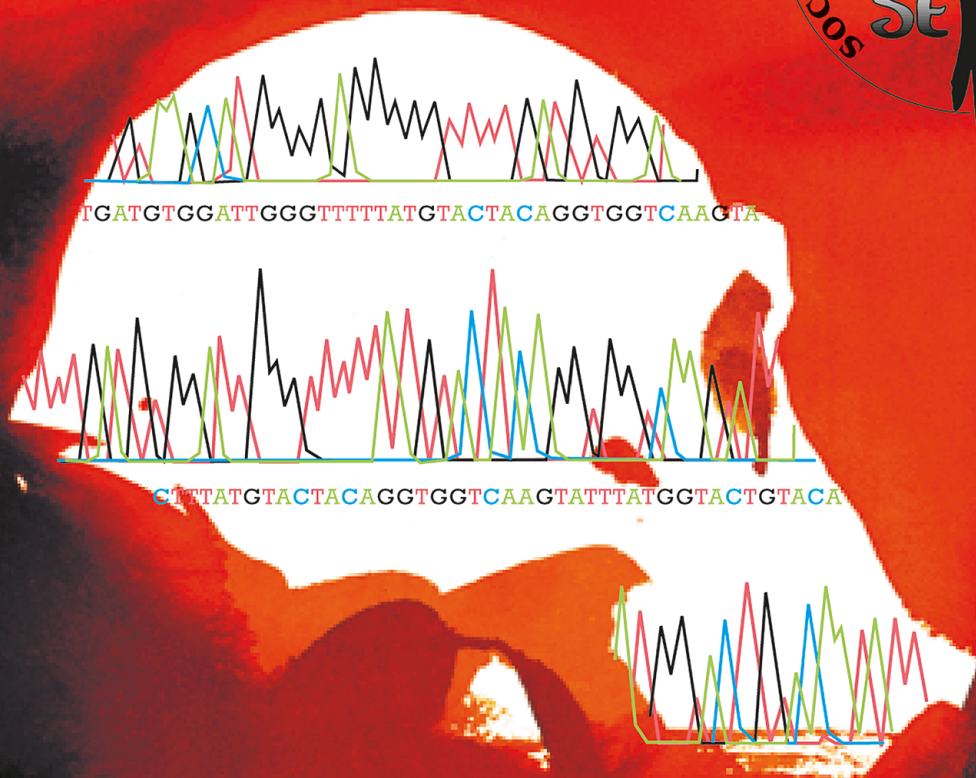


REVISTA ESPAÑOLA
DE

ANTROPOLOGIA FISICA

VOLUMEN 47-2023



ISSN 2253-9921

————— Revista Española de —————

ANTROPOLOGÍA FÍSICA



VOLUMEN 47 – 2023

ISSN 2253-9921

© **Revista Española de Antropología Física**

ISSN 2253-9921 - Depósito Legal LE-153-1995

Dirección Científica

M^a Pilar Montero López (Universidad Autónoma de Madrid) - pilar.montero@uam.es

Esther M. Rebato Ochoa (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea, UPV/EHU) - esther.rebato@ehu.eus

Dirección Técnica

Ana Isabel Mora Urda (Universidad Autónoma de Madrid) – ana.mora@uam.es

Noemí Rivaldería Moreno (Universidad de Alcalá) – noemi.rivalderia@uah.es

Impreso en Madrid, octubre 2023

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ANTROPOLOGIA FÍSICA (SEAF)

Junta Directiva 2019

Presidente: Miguel C. Botella López

Secretario: Sylvia Alejandra Jiménez Brobeil

Tesorera: Belén López Martínez

Responsables de los Fondos Bibliográficos de la SEAF:

Eduardo Sánchez-Compadre (Universidad de León) - dbaesc@unileon.es

Luis Miguel Fernández Blanco (Universidad de León) - gerlmf@unileon.es

Web de la SEAF:

<https://seaf.es/>

Diseño de la portada: Nils Burwitz



SUMARIO - Vol. 47 (2023)

- 1 **Esther Rebato, María Eugenia Ibáñez-Zamacona y Aline Jelenkovic**
Obesidad y Evolución: *from fitness to illness*
- 13 **Antonio Quesada Ramos**
Transición demográfica y cambios en la acción de la selección natural en una población andaluza
- 22 **José Gijón Puerta**
Reflexiones sobre la enseñanza, el aprendizaje y la aceptación de la teoría de la evolución
- 34 **Miguel C. Botella López**
Evolución del evolucionismo en la Antropología Física española
- 48 **Zhiyang Zhuang y María del Pilar Montero López**
Búsqueda de la evidencia científica de la “paleodietas”

Obesidad y Evolución: *from fitness to illness*

Esther Rebato¹, María Eugenia Ibáñez-Zamacona², Aline Jelenkovic¹

¹Departamento de Genética, Antropología Física y Fisiología Animal, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

²Departamento de Farmacia y Ciencia de los Alimentos, Facultad de Farmacia, Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

Corresponding Author: esther.rebato@ehu.eus

RESUMEN

La obesidad es una enfermedad crónica multifactorial caracterizada por una acumulación excesiva de grasa corporal que conlleva múltiples comorbilidades, y que afecta actualmente a gran parte de las sociedades humanas. Diversos investigadores han analizado el origen de la presente pandemia de obesidad y han formulado distintas hipótesis que tratan de explicar sus posibles antecedentes evolutivos. La primera hipótesis propuesta fue la del “genotipo ahorrador”, basada en la selección de genes diabetogénicos en nuestros ancestros, que favorecían una rápida y eficiente acumulación de grasa para poder utilizarla en los periodos de escasez, pero que en el medio actual serían perjudiciales. Por su parte, la hipótesis del “fenotipo ahorrador” considera que la principal causa de obesidad estaría relacionada con una escasa ingesta alimentaria materna que provocaría malnutrición fetal, y una serie de adaptaciones metabólicas en el feto que aumentarían su riesgo de enfermedad en la vida adulta. La llamada hipótesis “predatoria” (“gen a la deriva”) propone que la ausencia de depredación provocó un cambio en la distribución poblacional de la grasa corporal debido a mutaciones aleatorias y a la deriva genética, y a una relajación de la selección respecto al límite superior del componente graso del cuerpo. Puesto que la obesidad se considera como un estado metainflamatorio, también se ha sugerido una “coevolución de los sistemas metabólico e inmunitario” a lo largo de la evolución humana, debido a la presión no solo del ayuno sino también de las infecciones. Aunque las diferentes hipótesis tienen aspectos a favor y en contra, pueden explicar parcialmente los fundamentos evolutivos de la obesidad y su variabilidad individual y poblacional.

ABSTRACT

Obesity is a chronic multifactorial disease characterised by an excessive accumulation of body fat, associated with multiple comorbidities and currently affecting a large part of human societies. Several researchers have analysed the origin of the current obesity pandemic and have formulated different hypotheses that attempt to explain its possible evolutionary antecedents. The first hypothesis proposed was the “thrifty genotype”, based on the selection of diabetogenic genes in our ancestors, which favoured a rapid and efficient accumulation of fat to be used in periods of scarcity, but which in the current environment would be detrimental. The “thrifty phenotype” hypothesis considers that the main cause of obesity could be related to a low maternal dietary intake that would lead to foetal malnutrition and metabolic adaptations in the foetus, which would increase the risk of suffering from various diseases in adulthood in some individuals. The so-called “predatory” (“gene drift”) hypothesis proposes that the absence of predation caused a shift in the population distribution of body fat due to random mutations and genetic drift, and a relaxation of selection on the upper limit of the body fat component. As obesity is considered to be a meta-inflammatory state, a “co-evolution of the metabolic and immune systems” has also been suggested throughout human evolution, due to pressure not only from fasting but also from infections. Although the different hypotheses have both pros and cons, they may partially explain the evolutionary underpinnings of obesity and its individual and population variability.

Palabras claves:

Obesidad
Hipótesis evolutivas
Genes ahorradores
Programación Fetal
Predación
Inmunidad
Resistencia a la insulina

Recibido: 19-06-2023

Aceptado: 17-07-2023

Keywords:

Obesity
Evolutionary hypotheses
Thrifty genes
Fetal programming
Predation
Immunity
Insulin resistance.

Introducción

Muchos aspectos de nuestra salud están influidos por las variantes que contiene nuestro genoma, producto de nuestra historia evolutiva. Los patrones geográficos de la variabilidad tanto normal como patológica que se observan en los humanos modernos son fruto de dicha historia, breve en la escala temporal, ya que nuestra especie, *Homo sapiens*, es relativamente joven, aunque desde el Neolítico (≈ 10.000 años a.C.) experimentó una rápida dispersión seguida de un gran crecimiento poblacional, y de unas mezclas relativamente recientes debido a las migraciones intercontinentales. La consecuencia de esta reciente historia es una baja diversidad genética, el predominio de mutaciones “jóvenes”, y una limitada diferenciación poblacional entre grupos. Sin embargo, y a diferencia de los grandes primates, los humanos se han movido en un enorme rango de ambientes, con diferentes condiciones climáticas y geográficas, distintas fuentes de alimentos y de patógenos, por lo que las presiones selectivas han sido muy diversas y han provocado diversas adaptaciones fenotípicas (Jobling, Hurles, Tyler-Smit, 2004). Los bioantropólogos abordan el estudio de la variabilidad poblacional de los fenotipos complejos, como la obesidad, teniendo en cuenta las condiciones evolutivas en las que se desarrolló nuestra especie o, dicho de otra forma, en términos de adaptación y del conocimiento de la interacción entre la biología y la cultura que caracteriza al *Homo sapiens*.

Obesidad

La obesidad es una enfermedad crónica determinada por un excesivo almacenamiento de grasa en el cuerpo, que afecta negativamente a la calidad de vida de las personas que la padecen por un aumento del riesgo de morbilidad (Upadhyay et al., 2018). La definición de obesidad es aparentemente sencilla, pero su etiología es de naturaleza multifactorial por la intervención de factores genéticos, epigenéticos, fisiológicos, conductuales, socioculturales y ambientales, entre otros (Bray et al., 2016; Diels, Vanden Berghe, Van Hul, 2020). Su prevalencia ha aumentado mucho en las últimas décadas, tanto en los países industrializados como en aquellos en vías de

desarrollo en los que convive junto con la desnutrición, debido principalmente a los cambios producidos en el modo de vida (Mozaffarian et al., 2011). Sin soslayar las bases genéticas, numerosos estudios sobre la obesidad señalan que la causa de su elevada frecuencia poblacional es fundamentalmente ambiental, pues es poco probable que los genes hayan cambiado lo suficiente en una pocas generaciones como para originar esta epidemia (OMS, 2000).

El mapa genético de la obesidad involucra actualmente a más de 1.100 loci independientes, marcadores y regiones cromosómicas (Loos y Yeo, 2022), con presencia de posibles loci relacionados con un fenotipo obeso en todos los cromosomas excepto en el Y (Rankinen et al., 2006). Con independencia de algunos síndromes de herencia mendeliana que cursan con obesidad en sus manifestaciones clínicas, como el de Prader-Willi o el de Bardet-Biedl (Thaker, 2107), y de las obesidades monogénicas que suponen entre un 2 y un 4% de los casos de obesidad humana (Martos-Moreno et al., 2017), la mayoría de los casos de obesidad son de origen poligénico o multifactorial (Macho, Martí, Martínez, 2000). Los genes que codifican proteínas relacionadas con el gasto energético, la adipogénesis, la resistencia a la insulina (RI) o el apetito, entre otros, se consideran genes candidatos aunque, como ya se ha señalado, la influencia del ambiente en el desarrollo de la obesidad (dieta y modo de vida) es fundamental, así como la compleja interacción entre ambos tipos de factores (Reddon, Guéant, Meyre, 2016).

Bosquejo histórico sobre la obesidad humana

La obesidad es bien conocida desde la antigüedad. Los artefactos paleolíticos encontrados a lo largo de Europa, desde el sudoeste de Francia hasta el norte del Mar Negro en Rusia, con unos 2.000 km de extensión y producidos según las pruebas de ^{14}C entre los 26.000-14.000 años a.C. (aunque existe una figura en Alemania, la Venus de Hohle Fels, datada entre los 40.000-31.000 años), dan cuenta de formas femeninas redondeadas, deidades que reflejan la generosidad de la tierra, la abundancia y la fertilidad: son las denominadas “Venus paleolíticas”. Para algunos autores, estas figuras de entre 6 y 11 cm, realizadas en distintos materiales, prueban la existencia de obesidad durante el Paleolítico y posiblemente expresan los ideales estéticos de este período (caderas y senos

pronunciados), si bien pudieran también interpretarse como deidades religiosas de la sexualidad y/o fertilidad, esperanza en la supervivencia, representaciones de los antepasados, e incluso mujeres postmenopáusicas. Estas interpretaciones siguen aún en discusión pues no todas las figurillas presentan la misma tipología “obesa” (Dixon y Dixon, 2011).

Un reciente estudio (Johnson, Lanaspá, Fox, 2021) ha señalado que estas “Venus” estarían relacionadas con las hambrunas producidas durante el cambio climático de la Europa Paleolítica, ya que muchos de los ejemplares fueron tallados durante la última Gran Glaciación cuando las temperaturas se desplomaron en todo el planeta, y es posible que su aspecto robusto fuera el resultado de una respuesta al frío progresivo. Según estos autores *“...las figurillas son menos obesas a medida que aumenta la distancia a los glaciares; específicamente, las proporciones de tamaño corporal fueron mayores cuando los glaciares avanzaban, mientras que la obesidad disminuyó cuando el clima se calentó y los glaciares retrocedieron”*. En consecuencia, estas figuras serían un símbolo de supervivencia frente a un invierno implacable y periodos de hambruna prolongados. Nuestros ancestros habrían establecido como virtudes deseables para las mujeres estar bien alimentadas, con cuerpos más grandes y nutridos, en tanto que podían sobrellevar mejor las duras condiciones climáticas (Johnson, Lanaspá, Fox, 2021), si bien parece improbable que la obesidad fuera la “norma” en las sociedades paleolíticas.

Durante el Neolítico, caracterizado por la introducción de la agricultura y el establecimiento de los primeros asentamientos humanos, así como en el Calcolítico (3.000-1.700 años a.C.), también aparecen diversas figuras femeninas o maternas, principalmente en la península de Anatolia (p.ej., la figura hallada en el asentamiento de Catal Hüyük), caracterizadas por grandes pechos y extensas áreas glúteo-abdominales (esteatopigia), tal y como se observa en las mujeres de algunos grupos cazadores-recolectores actuales del Kalahari. La similitud de las figuras a lo largo del tiempo y del espacio, dan cuenta de los contactos entre los diferentes grupos humanos en el transcurso del tiempo (Beller, 1977), de cierta continuidad cultural, y de la capacidad de supervivencia de nuestra especie mediante la adaptación a diferentes tipos de dieta

(Uliaszek, Mann, Elton, 2012). Esto sugiere que en algún momento de nuestra historia pudo haber algún tipo de selección para favorecer el almacenamiento de energía en forma de grasa, como se discutirá más adelante.

Los estudios sobre las tradiciones médicas desarrolladas en diferentes culturas hasta el 1.500 d.C. demuestran que la obesidad estaba presente y era conocida en regiones geográficas tan alejadas entre sí y en diferentes periodos de la historia como Mesopotamia, Egipto, China, el Tíbet, la India, Mesoamérica, Grecia, Roma o Arabia (Bray y Bouchard, 2004). Prueba de ello son las figuras representativas de la obesidad y enfermedades relacionadas, el uso de técnicas como la acupuntura y la organoterapia para remediar la impotencia y la obesidad, o los diversos tratados sobre la obesidad en relación con la apnea del sueño que aparecen en las distintas culturas. Los conocimientos sobre la obesidad se extienden y perfeccionan en el período de la llamada “medicina científica”, es decir, desde el 1.500 d.C. hasta la actualidad, iniciándose con las disecciones anatómicas de personas obesas en el siglo XVI y con la aparición de monografías dedicadas a la obesidad; las posteriores observaciones al microscopio permitieron la aparición del concepto de “célula” como unidad anatómica y funcional (siglo XIX, aunque la primera descripción la hizo Robert Hooke el siglo XVII), y el análisis detallado de las células grasas (adipocitos) contribuyó a la elaboración del concepto de “obesidad hiperplástica” (o hiperplásica en la nomenclatura actual). Durante los siglos XVIII al XX progresan los estudios fisiológicos relacionados con la obesidad (balance entre la ingesta dietética y el gasto energético) y los análisis sobre el tracto gastrointestinal y de la digestión. En la actualidad el conocimiento sobre la obesidad ha avanzado de forma espectacular, y su análisis se realiza de forma multidisciplinar mediante estudios básicos, clínicos y aplicados, que ofrecen aspectos de tipo bioquímico, fisiológico, genético, molecular, metabólico, nutricional, psicológico y epidemiológico sobre dicha enfermedad y sus comorbilidades asociadas (González-González, San-Álvarez, García Bernardo, 2008).

Este trabajo tiene como principal objetivo exponer de forma sintética algunas de las principales hipótesis sobre los condicionantes evolutivos de la

obesidad, destacando tanto los aspectos clave como los puntos a favor y en contra de dichas hipótesis. Se trata de analizar algunas de las posibles causas que subyacen en la actual pandemia de obesidad, en particular su relación con la resistencia a la insulina desde los inicios del linaje humano.

La obesidad en perspectiva evolutiva

No es fácil saber cuándo pudo producirse la aparición de individuos obesos en las sociedades humanas, al menos antes de que se tuviera un registro escrito o conocimientos médicos. Sin embargo, se pueden hacer inferencias a través del conocimiento del registro fósil, que puede indicarnos cómo ha ido variando la alimentación y el modo de vida de nuestra especie, *Homo sapiens*, surgida en el Paleolítico hace al menos 150.000 años, así como de otras especies que nos precedieron y que forman parte de nuestro árbol evolutivo (línea Hominina). Se describen a continuación, de forma breve, algunos hitos relacionados con los cambios en la dieta de los homínidos.

Las dietas ancestrales

Hace unos 5-6 millones de años, los primeros homínidos debían subsistir a base de vegetales y frutas. Posteriormente, algunos de ellos (como los australopitecinos y sobre todo los parántropos) incorporaron otros alimentos caracterizados por su consistencia dura, como frutos secos, semillas y raíces que obtenían en los bosques y en la sabana africana. Dichos homínidos se caracterizaban por cráneos muy robustos, mandíbulas grandes y potentes que albergaban una vasta dentición (especialmente a nivel de los molares), y por el desarrollo de diversas técnicas para abrir las cáscaras de los frutos (Mateos y Rodríguez, 2010). Entre los 2-2,5 millones de años hubo una importante modificación en el clima debido a un aumento de la temperatura, lo que redujo notablemente la cantidad de alimentos vegetales que se encontraban en los bosques, selvas y sabana (que se iba imponiendo en el Este africano como ecosistema), y obligó a las distintas especies homínidas a modificar el modo y tipo de alimentación para poder sobrevivir. Esta situación hizo que la dieta dejara de ser

básicamente vegetariana para pasar a otra en la que se incluyeron algunos alimentos de origen animal, especialmente aquellos que tenían un pequeño tamaño como las hormigas, termitas, larvas y gusanos (muy similar a la alimentación actual de los chimpancés), o que se consumieran los restos de animales que habían dejado otros depredadores (Hernán, 2005). Estos cambios en las conductas de nuestros antepasados (p.ej., *Homo habilis*, *Homo rudolfensis*), que se convirtieron gradualmente en carroñeros oportunistas, les permitió obtener energía procedente de fuentes distintas a las de las frutas y vegetales; las primeras herramientas de piedra posibilitaron eviscerar las carcasas de animales, triturar los huesos y acceder a su contenido en grasas y proteínas lo que a su vez condujo a importantes cambios fisiológicos y anatómicos (Baquedano, 2016).

Hace 1,8-1,6 millones de años, ya bien establecido el género *Homo* (en particular las especies *Homo ergaster* y *Homo erectus* y las que surgieron posteriormente), era necesaria una elevada ingesta calórica que lograra cubrir el gran gasto de energía que suponía la caza y una forma de vida en continuo desplazamiento (modo de vida cazador-recolector), así como un cerebro cada vez mayor, aunque la energía requerida no siempre se obtenía, ya fuera por una caza fallida o por una ingesta insuficiente (Mateos, 2012). Los homínidos comenzaron a trabajar conjuntamente en grupos con el fin de aumentar las probabilidades de éxito y permitirse cazar animales de mayor tamaño, por lo que la ingesta de carne supuso hasta el 50% de la dieta. Estos homínidos, miles de años después de su aparición, desarrollaron ciertas habilidades que les permitieron defenderse de las posibles amenazas, como el riesgo de ser depredados, y aprendieron a obtener el fuego y a controlarlo (entre hace 1,2 millones y 800.000 años), aunque su uso para cocinar data de unos 400.000 años, lo que se considera un acontecimiento transformador en la evolución humana (Copeland y Hardy, 2018). Precisamente, el aumento de las tasas de digestión oral del almidón, debido a la evolución de la variación del número de copias del gen *AMY1*, se solapa con la adopción del fuego para cocinar por parte de nuestros ancestros (Hardy et al., 2015). Sin embargo, todavía existe un gran debate sobre las adaptaciones alimentarias de los homínidos, sobre todo durante los primeros estadios evolutivos, y no siempre hay concordancia entre las interpretaciones dietéticas

basadas en datos isotópicos, como los del ^{13}C , que indican un consumo de vegetales en entornos abiertos, y los datos de textura y desgaste oclusal que apuntan hacia el consumo de dietas más blandas y no tan coriáceas como se pensaba, por ejemplo, para el género *Paranthropus* (Martínez et al., 2016).

Como ya se ha indicado, no parece que en el Paleolítico hubiera muchas personas con obesidad, salvo quizá algunas mujeres reflejadas en las tallas paleolíticas y posteriores, cuya interpretación aún es dudosa. El modo de vida y los tipos de dieta no parece que favorecieran la obesidad en estas etapas evolutivas, pero sí es posible que se desarrollara bajo determinadas circunstancias una rápida capacidad de acumular grasa (Johnson, Lanaspa, Fox, 2021). Hasta ese momento, los humanos no tenían la capacidad de producir los alimentos por sí mismos y almacenarlos para poder disponer de ellos, hecho que cambió gracias al desarrollo de la agricultura y la ganadería, que se inició durante el periodo Neolítico. A partir de esta etapa, las diferentes poblaciones humanas fueron capaces de cultivar plantas, así como criar y domesticar distintos animales, y se produjo en ellas un importante cambio en su consumo diario. La principal fuente de alimentos volvió a ser de origen vegetal, adquiriendo una gran importancia los cereales que llegaron a formar una gran parte de la dieta (en torno al 50-90%, dependiendo de las poblaciones geográficas) (Haile, Neme, Belachew, 2017). La ingesta de proteínas animales quedó en un segundo plano, suponiendo tan solo un 10% del consumo diario, aunque se introdujo progresivamente el consumo de leche al que se adaptaron genéticamente muchos grupos ganaderos. Dicha adaptación se ha relacionado con la presión por la escasez de alimentos o por las consecuencias de una mayor exposición a agentes patógenos (en relación con animales, cultivos, o por vivir en proximidad con otros individuos sin un saneamiento adecuado) (Evershed et al., 2022).

El patrón alimentario neolítico fomentó una ingesta de proteínas y grasas insuficiente, se redujo la esperanza de vida aproximadamente 5 años y disminuyó la estatura media debido a una nutrición reducida y/o una mayor carga de enfermedades infecciosas (Marciniak et al., 2022); es posible que a lo largo de este periodo pudieran presentarse ya casos de sobrepeso y obesidad, o al menos de RI, como consecuencia del excesivo consumo de carbohidratos

(Hernán, 2005; Martínez, 2009). Además, durante el Neolítico se produjo un incremento incipiente del sedentarismo, aunque no como el que se conoce en la actualidad, pues la agricultura implicaba un importante gasto energético, hecho que se extendería prácticamente hasta el inicio de la primera Revolución Industrial de finales del siglo XVIII y mediados del XIX, iniciada en Inglaterra. Durante el siglo XIX este proceso histórico de transformaciones socioeconómicas se fue extendiendo a otros países de Europa occidental, así como a los EE.UU y a Japón. Cabe destacar que los desplazamientos se fueron mecanizando principalmente por la aparición de la bicicleta, la motocicleta, los carromatos tirados por caballos y los vehículos a motor (Lieberman, 2011). Además, las máquinas fueron capaces de producir alimentos a gran escala para el consumo de la población a precios bajos y asequibles (“revolución agrícola”), y tras las dos guerras mundiales aumentó notablemente el consumo de alimentos que no habían tenido un gran protagonismo en las épocas anteriores, como los azúcares simples y los aceites vegetales. Todos estos cambios tuvieron lugar inicialmente en las sociedades occidentales, introduciéndose en otros grupos humanos posteriormente, aunque existen aún muchas sociedades en transición demográfica, epidemiológica y nutricional.

En la actualidad, una de las principales causas que está modificando la cultura alimentaria de las sociedades humanas es el consumo cada vez mayor de alimentos procesados, caracterizados por tener una elevada cantidad de grasas saturadas, grasas trans, sal y azúcares (Vizmanos, Hunot, Capdevila, 2006), lo que está produciendo importantes desequilibrios en la dieta y un incremento del sobrepeso y la obesidad (Aguirre, 2016). Otro de los principales motivos del incremento de peso es la gran reducción de la actividad física debido a la urbanización, con un acceso de la población cada vez mayor al transporte, la creación de nuevas tecnologías y la realización de actividades muy sedentarias, como ver la televisión, jugar a videojuegos y trabajar con el ordenador (López de Blanco y Carmona, 2005; Gaesser y Angadi, 2021). El cambio de hábitos no sólo se ha producido por una modificación en el patrón de la alimentación, sino por un conjunto de modificaciones a nivel socioeconómico, cultural, en el modo de vida y muchos

comportamientos individuales, parte de los cuales están implicados en el creciente aumento de la obesidad. Por ello, existe un consenso bastante generalizado sobre que la elevada prevalencia actual de obesidad no ha sido generada tanto por una modificación en los genes (mutaciones en sentido estricto), como ya se ha señalado anteriormente, sino por cambios en el estilo de vida de las poblaciones (Bray et al., 2016; Reddon, Guéant, Meyre, 2016) que han interactuado con nuestros genes por diferentes vías (incluidas las epigenéticas), y que han conducido a una respuesta en forma de acumulación excesiva de la grasa, a numerosas enfermedades de tipo crónico y a un aumento de la morbilidad (Kivimäki et al., 2022).

Hipótesis sobre los antecedentes evolutivos de la obesidad

Desde un punto de vista evolutivo, han sido varios los autores (principalmente desde el ámbito de la medicina, la antropología y la biología) que se han interesado por el llamado “desajuste evolutivo” de nuestro organismo a nivel morfofisiológico y metabólico y han propuesto diversas explicaciones en forma de hipótesis (p.ej., Neel, 1962; Hales y Barker, 1992; Fernández-Real y Ricart, 1999; Gluckman, Hanson, Spencer, 2005; Speakman, 2007, 2008; Stöger, 2008). Según Lieberman (2011) *“...este desajuste se puede aplicar a las interacciones cambiantes entre genes y ambiente, de forma que todos los humanos hemos heredado miles de genes (alelos) que han ido interactuando con su ambiente, y se han seleccionado diversas variantes genéticas a lo largo de las generaciones porque mejoraban la capacidad de nuestros antepasados para sobrevivir y reproducirse bajo determinadas condiciones ambientales”*. Sin embargo, debido al continuo y rápido cambio del ambiente de las últimas décadas se ha podido producir una “mala respuesta” de nuestros genes ante dichos cambios provocando enfermedades, como la obesidad y sus comorbilidades asociadas (p.ej., hipertensión, DM2, enfermedad coronaria, tumores, etc.). A continuación, se describen algunas de las principales hipótesis sobre los posibles antecedentes evolutivos de la obesidad; casi todas ellas tienen como factor común la resistencia a la insulina (RI).

El genotipo ahorrador (o eficiente)

En 1962 Neel sugirió que la DM2 era el resultado de un “genotipo ahorrador” o “eficiente” que se había vuelto perjudicial debido al progreso (Neel, 1962). La hipótesis señalaba en que la rápida descarga de insulina, en respuesta a la hiperglucemia posterior a la ingesta de alimentos (similar a lo que ocurre en los carnívoros), fue ventajosa para nuestros ancestros, permitiéndoles acumular grasa con el objeto de utilizar la energía sobrante durante los periodos de escasez de alimentos, probablemente habituales en diversas fases de nuestra evolución. Sin embargo, en un ambiente de comida abundante como el actual, esta respuesta resultaría nociva, ya que un exceso de producción de insulina conduciría a la RI y a la diabetes. Esta hipótesis se ha usado para explicar la alta incidencia de DM2 en poblaciones “aculturadas”, como los indios Pima (especialmente en los asentados en EE.UU.), los aborígenes australianos, los Inuit, los habitantes de las islas del Pacífico (Micronesia, Melanesia, etc., como los Nauru) y algunos grupos subsaharianos, entre otros, donde hay elevadas frecuencias de DM2 (p.ej., más del 30% en individuos mayores de 15 años en Micronesia; Zimmet, 2011). Se supone que estas poblaciones se asentaron en estas zonas en pequeños grupos, y que vivían en circunstancias ambientales difíciles, lo que favoreció la persistencia (o la aparición) de variantes genéticas ahorradoras o “diabetogénicas” (Chacín et al., 2011). Por otra parte está documentado que, a pesar de la agricultura, las poblaciones neolíticas y otras más recientes sufrieron periodos de hambruna recurrentes (Prentice, 2005) y que, como ya se ha señalado, los primeros agricultores tenían una dieta menos adecuada que los cazadores-recolectores, por lo que el “genotipo ahorrador” pudo ser favorable hasta tiempos relativamente recientes. En definitiva, esta hipótesis se basa en que el desarrollo actual de la obesidad es consecuencia de genes heredados de nuestros antepasados, que ahora responden ante el exceso de energía, provocando una gran acumulación de grasa y numerosas patologías concomitantes.

No obstante, la hipótesis de Neel ha sufrido diversas críticas. La principal es debida a que la misma presupone la existencia de periodos de hambruna lo suficientemente severos como para seleccionar estos “genes ahorradores” durante los 2,5 millones de años

de duración del Paleolítico, lo cual ha sido rechazado por algunos autores (Speakman, 2007; Prentice, Hennig, Fulford, 2008). Además, muchas de las poblaciones que han desarrollado altas tasas de obesidad y diabetes, como los habitantes de las islas del Pacífico, no parece que hayan tenido una historia de hambrunas y carencias alimentarias (Baschetti, 1998). Existen también evidencias de que en los indios Pima, los individuos más sensibles a la insulina (no resistentes) son los que tienen una mayor tendencia a ganar peso, si bien la hiperinsulinemia que acompaña a la RI podría contrarrestar el aumento de peso mediante un incremento de la termogénesis (Carrasco y Galgani, 2012). Por el contrario, las poblaciones de origen europeo no tienen unas tasas tan elevadas de diabetes, lo que podría explicarse por una adaptación a algunos alimentos diabetogénicos, para los que el resto de seres humanos no está equipado genéticamente, ya que habrían empezado a ingerirlos más recientemente, como es el caso del azúcar (Eaton y Konner 1985; Eaton, Konner, Shostak, 1988). Finalmente, según la hipótesis de Neel, los actuales cazadores-recolectores y los agricultores de subsistencia deberían acumular reservas grasas y desarrollar sobrepeso u obesidad entre los periodos de escasez de alimentos, lo cual no ha sido comprobado; de hecho, mantienen índices de masa corporal (IMC) medios con valores de 19 kg/m² (Speakman, 2007).

En respuesta a estas y otras críticas se han propuesto diversas alternativas para explicar las bases evolutivas de la obesidad y enfermedades relacionadas (ver siguientes hipótesis), y el propio Neel revisó posteriormente su hipótesis original (Neel, 1992, 1999), señalando que la diabetes causada por genes adaptados específicamente a la inanición intermitente, era parte de una teoría más compleja de diversas patologías relacionadas entre sí (obesidad, DM2 e hipertensión), que tendrían lugar en organismos fisiológicamente adaptados a entornos alejados de la modernidad y llevados a sus límites debido a los recientes cambios ambientales.

El fenotipo ahorrador

La hipótesis del “fenotipo ahorrador” se refiere a la asociación que existe entre el bajo peso al nacimiento y el aumento del riesgo de desarrollar

enfermedades cardiometabólicas en la vida adulta. Este término fue acuñado inicialmente por Hales y Barker (1992) que basaron su hipótesis en el papel que jugaba la malnutrición materna en las primeras etapas de la vida fetal y neonatal (ver Wilson, 1999). En 2001, estos autores actualizaron la hipótesis postulando que el fenotipo ahorrador podía ser una adaptación metabólica y fisiológica: dicho fenotipo respondería a la malnutrición fetal preservando selectivamente los órganos más vitales del cuerpo, como el cerebro, preparando al feto para un entorno postnatal en el que los recursos serían escasos. Hipotéticamente, el entorno nutricional fetal adapta al embrión para sobrevivir a largo plazo en un entorno postnatal de similares características. La hipótesis afirma que los cambios permanentes en el metabolismo de la insulina-glucosa durante las primeras etapas de la vida ayudan a la supervivencia del organismo (Hales y Barker, 2001), al seleccionar una trayectoria adecuada de crecimiento en respuesta a las señales ambientales. Así, en condiciones de un suministro anormal de macro y sobre todo de micronutrientes, el feto se volvería nutricionalmente ahorrador, lo que conllevaría una disminución de su crecimiento, diversas adaptaciones metabólicas y hormonales, y una alteración en el crecimiento y funcionalidad de las células β del páncreas, responsables de la secreción de insulina. La posterior transición del individuo hacia una nutrición normal (o a una sobre-nutrición) provocaría que las adaptaciones que le permitieron sobrevivir en condiciones adversas fueran ahora desventajosas, aumentando el riesgo de desarrollar DM2, bien por una reducida secreción de insulina o por una resistencia a la misma.

Aunque los mecanismos de estas adaptaciones no están totalmente claros, las modificaciones epigenéticas de la expresión génica parecen desempeñar un papel importante. Así, Gluckman Hanson y Spencer (2005) señalaron en su “Predictive Adaptive Response Hypothesis”, que un feto que se desarrolla en un entorno nutricional adverso se adapta metabólicamente (programación o *imprinting* metabólico) de tal modo que, en el futuro, en condiciones de exceso de aporte energético, emergen la obesidad y el síndrome metabólico como consecuencia de una inadecuación con el entorno nutricional existente (Rickard y Lummaa, 2007). Los neonatos de bajo peso representan por tanto “fenotipos de supervivencia” con una serie de

características que aumentan su probabilidad de supervivencia inmediata después de una experiencia nutricional deficiente en el útero. Stöger (2008) propuso la “hipótesis epigenómica ahorradora” o del “epigenotipo ahorrativo”, que señala la existencia de una herencia epigenética del riesgo de enfermedad. Esta hipótesis postula la existencia de un antiguo sistema fisiológico canalizado para ser ahorrador y codificado genéticamente (aproximándose a la hipótesis de Neel), y sostiene que el riesgo de enfermedad de cada individuo está determinado por eventos epigenéticos (secundando la del fenotipo ahorrador). Así, pequeñas modificaciones epigenéticas en muchos *loci* genómicos (redes de regulación genética) podrían alterar la forma de los distintos canales como respuesta a las influencias ambientales y de ese modo establecer una predisposición a enfermedades complejas, tales como el síndrome metabólico (ligado a la obesidad y a la RI). En definitiva, la susceptibilidad a la enfermedad vendría determinada por variaciones epigenéticas y los epigenotipos correspondientes tendrían el potencial de heredarse de generación en generación, siendo el gen de la leptina candidato para la adquisición de un epigenotipo ahorrador (Stöger, 2008).

Estas hipótesis “ahorradoras” parecen probables, ya que es conocido que las alteraciones nutricionales durante el embarazo desencadenan respuestas adaptativas que pueden llevar a la pérdida de células (nefronas, cardiomiocitos, células pancreáticas, células de músculo esquelético, etc.) en diferentes órganos, a expensas de mantener el desarrollo de otros órganos, como el cerebro. Estos cambios son necesarios para la supervivencia del feto en un ambiente nutricional adverso, pero condicionan o “programan” en los individuos una menor capacidad metabólica funcional para su vida adulta cuando se exponen a un ambiente nutricional desfavorable (alimentación rica en carbohidratos y grasas saturadas) y a la falta de ejercicio (Aguilera Méndez, 2020). Los cambios ambientales durante el desarrollo temprano pueden hacer que la trayectoria seleccionada se vuelva inadecuada, con los consiguientes efectos adversos para la salud. Esta paradoja genera dudas sobre si el fenotipo ahorrador es adaptativo para la descendencia humana (Wells, 2007; Vaag et al., 2012). Hay que considerar también que el bajo peso al nacer por sí solo

no significa necesariamente una manifestación del fenotipo ahorrador, pues hay evidencias de que otros factores influyen en la relación bajo peso al nacer-enfermedad. Factores como la edad de la madre, la insuficiencia placentaria, el estrés, el tabaquismo o el consumo de diversas drogas y alcohol también aumentan la probabilidad de bajos pesos al nacimiento (Martínez et al., 2017).

La hipótesis predatoria o del gen a la deriva

Una hipótesis alternativa a la del genotipo ahorrador es la denominada “predatoria” o del “gen a la deriva” (Speakman, 2007, 2008), basada en los patrones actuales de distribución de la obesidad, que indican que la acumulación de grasa no ha sido objeto de una fuerte selección positiva ni durante un período de tiempo tan prolongado como propone Neel. Según esta hipótesis, la obesidad se debería a la fijación al azar de una serie de genes que durante la evolución humana controlaban el límite superior de la grasa corporal. Inicialmente, se trataría de un escenario evolutivo en el que el organismo tenía unos límites inferior y superior de grasa, que estarían bajo el efecto de una doble selección: el límite inferior se habría establecido (como en otros animales) por el riesgo de morir por hambre y el superior por el riesgo de depredación, al ser individuos más pesados y lentos. El riesgo de ayuno promovería la acumulación de grasa y, en consecuencia, individuos masivos, y el riesgo de ser depredado promovería individuos ágiles y delgados (Speakman, 2007).

En los últimos 2 millones de años la selección contra el límite superior se habría relajado debido a la caza cooperativa, al uso de las armas y del fuego, es decir, se habría ido eliminando el riesgo que suponían los depredadores, y los genes que controlaban dicho límite podrían haber mutado aleatoriamente y experimentado deriva genética. También podría decirse que al desaparecer progresivamente la presión de la depredación, la evolución se habría desplazado hacia la defensa del déficit energético (Speakman, 2014; Castillo, Orlando, Garver, 2017). Según esta hipótesis en las poblaciones en las que no hay depredadores naturales habría mayores tasas de obesidad, como puede ser en los grupos del Pacífico. Todo lo anterior, junto con el desarrollo y perfeccionamiento de la

marcha bípeda y un mayor cerebro que permitía anticiparse a los acontecimientos y tener un buen conocimiento de su hábitat, hizo que ya no fuera tan necesario mantener una buena condición física (que nuestros ancestros paleolíticos tendrían mayoritariamente), por lo que el almacenamiento de grasa en el cuerpo aumentó, aunque también se consumía en sus actividades diarias (Speakman, 2007, 2008).

Este escenario se complementa con la idea de que los seres humanos nunca estuvieron expuestos a elevados consumos de grasa durante su evolución. Las mutaciones que afectaron a la función de los genes que regulan la oxidación de las grasas pudieron estar sometidas igualmente a la deriva genética. De hecho, esta capacidad varía entre los individuos, pero no habría consecuencias negativas siempre que los niveles dietéticos de grasa se mantuvieran bajos. Sin embargo, en cuanto aumentaron los niveles de consumo de grasa los portadores de ciertos alelos quedarían expuestos y serían susceptibles a una predisposición a la obesidad (Speakman, 2007, 2008). En resumen, la predisposición genética a desarrollar obesidad no es un aspecto beneficioso obtenido gracias a la selección de variantes genéticas de tipo ahorrador o muy eficaces a la hora de almacenar grasa, sino un efecto sin ninguna ventaja, debido a una alteración genética completamente aleatoria que habría tenido como consecuencia que algunos individuos hubiesen mantenido genes para no aumentar excesivamente su masa corporal y otros hubiesen perdido estas variantes (o hubieran adquirido genes más ahorrativos). Por ello, solo algunas poblaciones presentan obesidad, siendo las prevalencias muy diferentes entre los distintos grupos humanos (Speakman, 2007, 2008).

Coevolución de los sistemas metabólico e inmunitario

Es sabido que la RI es parte esencial de la respuesta inflamatoria, necesaria para la reparación de los tejidos y la destrucción de los patógenos, y que la inflamación crónica de bajo grado asociada a la obesidad es un importante mecanismo etiológico en la disminución de la señalización de la insulina (Cachofeiro et al., 2006; de Luca y Olefsky, 2008). En este sentido, la inflamación causa resistencia celular autónoma a la insulina en el músculo, el hígado y en las células

adiposas, e intenta mantener el flujo de energía hacia los órganos fundamentales para la supervivencia de la especie como por ejemplo el cerebro, la placenta, la glándula mamaria, sistema de defensa, etc. (Fernández-Real, 2002; Ricart y Fernández-Real, 2010). Es decir, durante la inflamación se intentarían cubrir las necesidades energéticas de los órganos fundamentales cuyo metabolismo no depende de la insulina periférica (Fernández-Real y Ricart, 1999; Ricart y Fernández Real, 2010).

Las hipótesis anteriores se basan principalmente en las hambrunas sufridas a lo largo de la evolución humana y su impacto sobre el metabolismo energético. Sin embargo, algunos autores han señalado el papel de las infecciones como presión evolutiva, y han propuesto una interacción entre los sistemas metabólico e inmunológico, resultado de una coevolución de ambos promovida por las presiones desencadenadas por el ayuno, la infección y el tipo de ingesta (Fernández-Real y Ricart, 1999; Ricart y Fernández-Real, 2010). Uno de los principales promotores de esta hipótesis, basada en la RI como un hecho ventajoso desde un punto de vista evolutivo para luchar contra las infecciones, ha señalado que “Diferentes variantes genéticas que predisponen al desarrollo de RI pueden haber sido históricamente ventajosas en el contexto de una poderosa respuesta inmune innata. De hecho, las enfermedades infecciosas y los traumatismos han constituido las mayores presiones evolutivas en el pasado” (Fernández-Real, 2012). Por tanto, una respuesta inmunitaria incrementada sería beneficiosa en este contexto, pero al reducirse la sensibilidad a la insulina por parte de determinados tejidos se incrementaría el riesgo de desarrollar DM2 en un ambiente modernizado. Un ejemplo que señala el autor para apoyar esta hipótesis sería el de los indios Pima y otras poblaciones nativas americanas, donde algunos individuos fueron seleccionados tras sobrevivir a las infecciones después del contacto con los europeos a partir del siglo XVI. Dichas infecciones se produjeron por la transmisión de patógenos desconocidos hasta el momento y por los traumatismos sufridos durante las contiendas, lo que produjo una gran mortalidad poblacional. Los portadores de variantes genéticas que les hacían resistentes a las infecciones y que desarrollaron RI sobrevivieron, lo que podría explicar las elevadas frecuencias de DM2 observadas

actualmente en estas poblaciones (Fernández-Real, 2012). Como ya habían indicado previamente Fernández-Real y Pickup (2007, 2012), la respuesta inmunitaria podría estar relacionada y regulada tanto por una predisposición genética y/o programación fetal, como por presiones evolutivas causadas por infecciones agudas a nivel poblacional (pandemias), o por una exposición crónica de escasa intensidad a los agentes infecciosos.

Conclusiones

Nuestra especie es fruto de un éxito evolutivo por lo que resulta difícil entender la existencia de algunas patologías, como la obesidad, sin considerar que sus causas están vinculadas a una situación que ya no existe o que está cambiando. La capacidad de supervivencia de *Homo sapiens* es una clara evidencia de que nuestro genoma, tal y como se ha ido conformando, nos ha permitido un excelente nivel de adaptación a distintos ambientes, incluso a los más desfavorables, como los representados por las largas épocas de frío, hambrunas e infecciones que ha sufrido la Humanidad. Las hipótesis de los seres “metabólicamente ahorrativos”, seleccionados a lo largo de la historia, especialmente dotados para sobrevivir en estados de carencia, cobran visos de realidad al observar algunos aspectos de la variabilidad humana en las últimas décadas, en las que estamos asistiendo al crecimiento universal de la obesidad, junto con la RI y la concomitante DM2.

Los recientes cambios en la forma de vida, principalmente a través de las modificaciones en la dieta y el aumento del sedentarismo, subyacen en las elevadas tasas de obesidad observadas en muchas poblaciones; nuestro diseño evolutivo parece que no está siendo capaz de asimilar dichos cambios, lo que está produciendo una serie de desajustes que han desembocado en el desarrollo de numerosas enfermedades de tipo crónico cuya etiología es compleja. Probablemente no hay una única explicación sobre los antecedentes evolutivos de la obesidad, por qué son más habituales en algunos grupos humanos y no en otros, pero las distintas hipótesis expuestas, con sus puntos a favor y en contra, pueden arrojar luz sobre este tema.

Financiación. Este trabajo ha sido apoyado por el Proyecto IT1693-22, 2022/2025 (Grupo Consolidado de Investigación del Gobierno Vasco) y por el Proyecto Food-EQUITY US21/22 (UPV/EHU Empresa-Universidad-Sociedad).

Referencias

- Aguilera Méndez A. (2020). La nutrición materna y la programación metabólica: el origen fetal de las enfermedades crónicas degenerativas en los adultos. *CIENCIA Ergo Sum Rev Cient Multidis Univ Auton Estad Mex* 27(3). doi: <https://doi.org/10.30878/ces.v27n3a7>
- Aguirre P. (2016). Alimentación humana: el estudio científico de lo obvio. *Salud colect* 12(4): 463-472. doi: 10.18294/sc.2016.1266.
- Baquedano E. (2016) Homínidos y carnívoros. El debate caza v/s carroñeo a la luz de las técnicas tafonómicas. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid. Valladolid (España)
- Baschetti R. (1998). Diabetes epidemic in newly westernized populations: is it due to thrifty genes or to genetically unknown foods? *J R Soc Med* 91 (12): 622-625. doi: 10.1177/014107689809101203.
- Beller A.S. (1977). *Fat and Thin. A Natural History of Obesity*. New York (US): Farrar, Straus and Giroux.
- Bray G.A., Bouchard C. (2004). *Handbook of Obesity. Etiology and Pathophysiology*. New York (US): Marcel Dekker.
- Bray G.A., Frühbeck G., Ryan D.H., Wilding, J.P.H. (2016). Management of obesity. *Lancet (British edition)* 387(10031): 1947-1956. doi: 10.1016/S0140-6736(16)00271-3
- Cachofeiro V., Miana M., Martín-Fernández B., de las Heras N., Lahera V. (2006). Obesidad, inflamación y disfunción endotelial. *Rev Esp Obes* 4(4): 195-204.
- Carrasco F., Galgani J. (2012). Etiopatogenia de la obesidad. *Rev Med Clin Condes* 23(2): 129-135. doi: 10.1016/S0716-8640(12)70289-4
- Castillo J.J., Orlando R.A., Garver W.S. (2017). Gene-nutrient interactions and susceptibility to human obesity. *Genes Nutr* 12(1): 29. doi:10.1186/s12263-017-0581-3
- Chacín MC., Rojas J., Pineda C., Rodríguez D., Núñez Pacheco ML., Márquez Gómez M., Leal N., Añez R., Toledo A., Bermúdez Pirela V. (2011). Predisposición humana a la Obesidad, Síndrome Metabólico y Diabetes: El genotipo ahorrador y la incorporación de los diabetógenos al genoma humano desde la Antropología Biológica. *Rev Síndrome Metabólico* 1(1).

- Copeland L., Hardy K. (2018). Archaeological Starch. *Agronomy* 8: 4. doi:10.3390/agronomy8010004
- de Luca C., Olefsky J.M. (2008). Inflammation and insulin resistance. 2007 Federation of European Biochemical Societies. *FEBS Letters* 582 (2008) 97-105. doi:10.1016/j.febslet.2007.11.057
- Diels S., Vanden Berghe W., Van Hul W. (2020). Insights into the multifactorial causation of obesity by integrated genetic and epigenetic analysis. *Obes Rev* 21 (7). <https://doi.org/10.1111/obr.13019>
- Dixon A.F., Dixon B.J. (2011). Venus figurines of the European Paleolithic: symbols of fertility or attractiveness? *J Anthropol Article ID* 569120. doi:10.1155/2011/569120.
- Eaton S.B., Konner M. (1985). Paleolithic nutrition. A consideration of its nature and current implications. *N Engl J Med* 312: 283-289. doi:10.1056/NEJM198501313120505.
- Eaton S.B., Konner M., Shostak M. (1988). Stone agers in the fast lane: Chronic degenerative diseases in evolutionary perspective. *Am J Med* 84(4): 739-749. [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(88\)90113-1](https://doi.org/10.1016/0002-9343(88)90113-1)
- Evershed R.P., Davey Smith, G., Roffet-Salque M., Timpson A., Diekmann Y., Kyon M.S., et al. (2022). Dairying, diseases and the evolution of lactase persistence in Europe. *Nature* 609: E9. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05227-6>
- Fernández-Real J.M. (2012). Lucha por sobrevivir, diabetes tipo 2 y obesidad. *Av Diabetol* 28(2): 55-58. doi:10.1016/j.avdiab.2012.03.002
- Fernández-Real J.M., Pickup J.C. (2007). Innate immunity, insulin resistance and type 2 diabetes. *Trends Endocrinol Metab* 19 (1): 10-15. doi:10.1016/j.tem.2007.10.004
- Fernández-Real J.M., Pickup J.C. (2012). Innate immunity, insulin resistance and type 2 diabetes. *Diabetologia* 55: 273-278. doi:10.1007/s00125-011-2387-y
- Fernández-Real J.M., Ricart W. (1999). Insulin resistance and inflammation in an evolutionary perspective: the contribution of cytokine genotype/phenotype to thriftiness. *Diabetologia* 42: 1367-1374. <https://doi.org/10.1007/s001250051451>
- Gaesser G.A., Angadi, S.S. (2021). Obesity treatment: Weight loss versus increasing fitness and physical activity for reducing health risks. *iScience* 24: 102995. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2021.102995>
- Gluckman P.D., Hanson M.A., Spencer H.G. (2005). Predictive adaptive responses and Human evolution. *Trends Ecol Evol* 20(10): 527-533. doi: 10.1016/j.tree.2005.08.001
- González-González J.J., San-Álvarez L., García Bernardo C. (2008). La obesidad en la historia de la cirugía. *Cir Esp* 84(4): 188-195.
- Haile B., Neme K., Belachew T. (2017). Evolution of human diet and effect of globalization on regional diet with emphasis to the Mediterranean diet. *Nutr Food Sci* 47(6): 869-883. doi: 10.1108/NFS-02-2017-0017
- Hales C.N., Barker D.J. (1992). Type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus: the thrifty phenotype hypothesis. *Diabetologia* 35(7): 595-601. doi:10.1007/BF00400248.
- Hales C.N., Barker D.J. (2001). The thrifty phenotype hypothesis. *Br Med Bull* 60(1): 5-20. doi:10.1093/bmb/60.1.5.
- Hardy K., Brand Miller J., Brown K.J., Thomas M.G., Copeland L. (2015). The importance of dietary carbohydrate in human evolution. *Q Rev Biol* 90: 251-268. doi: 10.1086/682587.
- Hernán C. (2005). La selección genética programó nuestra alimentación ¿Deberíamos volver a la comida del hombre del Paleolítico? *Rev Argent Cardiol* 73(3): 244-248.
- Jobling M.A., Hurles M.E., Tyler-Smit C. (2004). *Human Evolutionary Genetics. Origins, peoples and disease.* New York (US): Garland Science.
- Johnson R.J., Lanaspa M.A., Fox J.W. (2021). Upper Paleolithic Figurines Showing Women with Obesity may Represent Survival Symbols of Climatic Change. *Obesity* 29(1): 11-15. doi: 10.1002/oby.23028
- Kivimäki M., Strandberg T., Pentti J., Nyberg S., Frank Ph., Jokela M., et al. (2022). Body-mass index and risk of obesity-related complex multimorbidity: an observational multicohort study. *Lancet Diabetes Endocrinol* 10: 253-263. doi: 10.1016/S2213-8587(22)00033-X
- Lieberman D.E. (2011). *La historia del cuerpo humano. Evolución, salud y enfermedad.* Barcelona: Editorial Pasado y Presente.
- Loos R.J.F., Yeo G.S.H. (2022). The genetics of obesity: from discovery to biology. *Nat Rev* 23: 121-133. <https://doi.org/10.1038/s41576-021-00414-z>
- López de Blanco M., Carmona A. (2005). La transición alimentaria y nutricional: Un reto en el siglo XXI. *An Venez Nutr* 18(1): 90-104.
- Macho T., Martí A., Martínez J.A. (2000). Estudios genéticos de la obesidad en humanos. *Med Clin (Barcelona)* 115: 103-109.
- Marciniak S., Bergey CM, Silva AM, Hałaszkó A, Furmanek M, Veselka B, et al. (2022). An integrative skeletal and paleogenomic analysis of stature variation suggests relatively reduced health for early European farmers.

- Proc Natl Acad Sci USA 119(15): e2106743119. doi: 10.1073/pnas.2106743119.
- Martínez L.M., Estebaranz-Sánchez F., Galbany J., Pérez-Pérez A. (2016). Testing Dietary Hypotheses of East African Hominines Using Buccal Dental Microwear Data. *PLoS One* 11(11): e0165447. doi:10.1371/journal.pone.0165447
- Martínez R.M., Jiménez A.I., González H., Ortega R.M. (2017). Prevención de la obesidad desde la etapa perinatal. *Nutr Hosp* 34(4): 53-57. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.1572>
- Martínez S.M. (2009). La alimentación humana: Una perspectiva biológica y médica. *Medicina (B. Aires)* 69(4): 487-488.
- Martos-Moreno G.A., Serra-Juhé C., Pérez-Jurado L.A., Argente J. (2017). Aspectos genéticos de la obesidad. *Rev Esp Endocrinol Pediatr* 8 (Supl): 21-32.
- Mateos A. (2012). Los orígenes de la alimentación humana: una perspectiva evolutiva. CENIEH 2012. Disponible en: <https://cir.cenieh.es/handle/20.500.12136/2393>
- Mateos A., Rodríguez J. (2010). Los orígenes evolutivos de la alimentación humana: una perspectiva evolutiva. CENIEH 2010: 1-63. Disponible en: <http://cir.cenieh.es/handle/20.500.12136/2394>
- Mozaffarian D., Hao T., Rimm E.B., Willett W.C., Hu F.B. (2011). Changes in Diet and Lifestyle and Long-Term Weight Gain in Women and Men. *N Engl J Med* 364(25): 2392-2404. doi: 10.1056/NEJMoa1014296.
- Neel J.V. (1962) Diabetes mellitus: a "thrifty" genotype rendered detrimental by "progress"? *Am J Hum Genet* 14(4): 353-362.
- Neel J.V. (1992). The thrifty gene revisited. En: J. Kobblerlong y R. Tattersall (Eds.). *The Genetics of Diabetes Mellitus*: 283-293. Academic Press. London (UK).
- Neel JV. (1999). The "Thrifty Genotype" in 1998. *Nutr Rev* 57(5 Pt2): S2-S9. doi: 10.1111/j.1753-4887.1999.tb01782.x.
- OMS (2000). Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic: report of a WHO consultation. Geneva, Switzerland: WHO Technical Report Series; 2000.
- Prentice A.M. (2005). Starvation in humans: Evolutionary background and contemporary implications. *Mech Ageing Dev* 126: 976-981. doi: 10.1016/j.mad.2005.03.018.
- Prentice A.M., Hennig B.J., Fulford A.J. (2008). Evolutionary origins of the obesity epidemic: natural selection of thrifty genes or genetic drift following predation release? *Int J Obes* 32 (11): 1607-1610. doi: 10.1038/ijo.2008.147.
- Rankinen T., Zuberi A., Chagnon Y.C., Weisnagel S.J., Argyropoulos G., Walts B., Pérusse L., Bouchard, C. (2006). The Human Obesity Gene Map: The 2005 update. *Obesity* 14(4): 529-644. doi: 10.1038/oby.2006.71.
- Reddon H., Guéant J-L., Meyre D. (2016). The importance of gene-environment interactions in human obesity. *Clin Neurosci Res* 130(18): 1571-1597. doi:10.1042/CS20160221
- Ricart W., Fernández-Real J.M. (2010). La resistencia a la insulina como mecanismo de adaptación durante la evolución humana. *Endocrinol Nutr* 57(8): 381-390. doi: 10.1016/j.endonu.2010.05.003
- Rickard I.J., Lummaa V. (2007). The Predictive Adaptive Response and metabolic syndrome: Challenges for the hypothesis. *Trends Endocrinol Metab* 18(3): 94-99. doi: 10.1016/j.tem.2007.02.004.
- Speakman J.R. (2007). A nonadaptive scenario explaining the genetic predisposition to obesity: the "predation release" hypothesis. *Cell Metab* 6(1): 5-12. doi: 10.1016/j.cmet.2007.06.004.
- Speakman J.R. (2008). Thrifty genes for obesity, an attractive but flawed idea, and an alternative perspective: the "drifty gene" hypothesis. *Int J Obes* 32(11): 1611-1617. doi: 10.1038/ijo.2008.161.
- Speakman J.R. (2014). If body fatness is under physiological regulation, then how come we have an obesity epidemic? *Physiology* 29(2): 88-98. doi: 10.1152/physiol.00053.2013.
- Stöger R. (2008). The thrifty epigenotype: An acquired and heritable predisposition for obesity and diabetes? *Bioessays* 30(2): 156-166. doi: 10.1002/bies.20700.
- Thaker V.V. (2017). Genetic and epigenetic causes of obesity. *Adolesc Med State Art Rev* 28(2): 379-405.
- Ulijaszek S.J., Mann N., Elton S. (2012). *Evolving Human Nutrition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Upadhyay J., Farr O., Perakakis N., Ghaly W., Mantzoros C. (2018). Obesity as a Disease. *Med Clin North Am* (1): 13-33. doi: 10.1016/j.mcna.2017.08.004.
- Vaag A.A., Grunnet L.G., Arora G.P., Brøns C. (2012). "The thrifty phenotype hypothesis revisited". *Diabetologia* 55(8): 2085-2088. doi:10.1007/s00125-012-2589-y.
- Vizmanos B., Hunot C., Capdevila F. (2006). Alimentación y obesidad. *Investigación en salud* 8(2): 79-85.
- Wells J.C. (2007). "The thrifty phenotype as an adaptive maternal effect". *Biol Rev Camb Philos Soc* 82(1): 143-172. doi:10.1111/j.1469-185X.2006.00007.x.
- Wilson J. (1999). The Barker Hypothesis. An analysis. *Aust NZ J Obstet Gynecol* 39(1): 1-7. doi: 10.1111/j.1479-828x.1999.tb03432.x.
- Zimmet P. (2010). Nauru and Mauritius: Barometers of a Global Diabetes Epidemic. *J Med Sci* 3(2): 78-81.

Transición demográfica y cambios en la acción de la selección natural en una población andaluza

Antonio Quesada Ramos¹

¹Laboratorio de Antropología. Depto. Medicina Legal, Toxicología y Antropología Física. Universidad de Granada

Corresponding Author: quesadaramos@gmail.com

RESUMEN

La selección natural es uno de los principales factores que modulan la evolución, actuando a través de la mortalidad y la fecundidad diferenciales. La mejora en las condiciones sanitarias ha aumentado la supervivencia de las personas, especialmente en las etapas pre-reproductoras, y ha reducido los tamaños familiares. Estos cambios definen la transición demográfica, y se postula que han reducido el impacto de la selección natural en las poblaciones humanas.

En Valdepeñas de Jaén (Jaén, España), los cambios que dan lugar a la transición demográfica se inician a partir de la década de 1870-1880, cuando se alcanzan las tasas máximas de natalidad y mortalidad, y culminan en torno a 1930. La oportunidad de acción de la selección natural, medida mediante el índice de Crow, alcanza un valor máximo en torno a 1871-1900, adoptando a partir de entonces una tendencia descendente, principalmente debido a la reducción de la componente de la mortalidad. Aunque los tamaños familiares medios se han reducido durante el siglo XX, la componente de la fecundidad no ha presentado grandes variaciones, siendo el factor mediante el que la selección natural sigue operando principalmente en esta población.

La transición demográfica no ha eliminado por completo la capacidad de actuación de la selección natural sobre las poblaciones humanas. Elementos como la contaminación y sus efectos, las epidemias emergentes, la reproducción asistida o los nuevos modelos familiares imponen nuevos escenarios a través de los cuales la selección natural de Darwin continuará modulando el devenir evolutivo de la especie humana.

ABSTRACT

Natural selection is one of the main factors that modulate evolution, acting through differential mortality and differential fecundity. The improvement in health conditions has increased people survival, specially in stages previous to reproductive maturity, and has also reduced the family sizes. These changes define the demographic transition and it is postulated that it has reduced the impact of natural selection on human populations.

In Valdepeñas de Jaén (Jaén, España) the changes that gave rise to demographic transition began in the decade 1870-1880, with the highest natality and mortality rates, and culminated around 1930. The opportunity of action of natural selection, measured by Crow's index, took the maximum value in the years between 1871 and 1900. From then on, a declining trend was observed, mainly due to the reduction in the component of mortality. Although average family size has reduced during the twentieth century, fecundity component doesn't have significant variations, constituting the most important factor through which natural selection keeps acting on this population.

Demographic transition hasn't eliminated the capacity of action of natural selection on human populations completely. Elements like pollution effects, emerging epidemics, assisted reproduction or new family models, set new scenarios throughout which Darwin's natural selection will modulate the evolutionary future of the human species.

Palabras claves:

Selección natural
Transición demográfica
índice de Crow
Valdepeñas de Jaén
Mortalidad
Fecundidad
Microevolución

Recibido: 27-09-2023

Aceptado: 18-10-2023

Keywords:

Natural selection
Demographic transition
Crow's index
Valdepeñas de Jaén
Mortality
Fertility
Microevolution.

Introducción

Aunque la evolución darwiniana es un proceso de cambio lento, cada vez existen más evidencias de que la microevolución, entendida como el conjunto de cambios heredables que se puede dar entre generaciones sucesivas podría dar lugar a modificaciones detectables en los fenotipos de los seres humanos en plazos tan cortos como décadas o incluso años, siendo la selección natural uno de los principales motores implicados en ello (Milot et al. 2011).

Hoy día es factible valorar los efectos de la selección natural en las poblaciones humanas actuales gracias a la información contenida en bases de datos genómicas y epidemiológicas; su estudio permite una estima precisa de los efectos de aquella sobre determinados caracteres de interés médico que dan lugar a patologías que reducen la supervivencia de las personas o que afectan al resultado de la reproducción (Byars et al. 2010; Stearns et al. 2010). Sin embargo, la disponibilidad de este tipo de datos no se remonta atrás en el tiempo lo suficiente como valorar tendencias a largo plazo, algo que sí permiten los registros vitales. Milot et al. (2011) subrayan la importancia de los estudios demográficos y de ecología reproductora para valorar los efectos del proceso evolutivo reciente en los seres humanos. De este modo, el análisis de las poblaciones del pasado permite comprender el funcionamiento de las del presente así como aventurar los cambios que podrían ocurrir en el futuro (Nowak et al. 2009).

La selección natural actúa en las poblaciones humanas a través de la fecundidad diferencial -la variación en el tamaño de la descendencia con la que una generación contribuye a la siguiente-, la supervivencia diferencial de los individuos o el efecto combinado de ambos procesos, el denominado éxito reproductor a lo largo de la vida (Stearns et al. 2010). La fecundidad diferencial sería indicativa de la probabilidad con la que determinadas combinaciones alélicas se transmitirían a la descendencia en función de su eficacia. Paralelamente, la mortalidad diferencial, principalmente la previa a la madurez reproductora, eliminaría de la población aquellas combinaciones desfavorables de modo que no se *transmitiesen* a la prole. Cuando únicamente se dispone de datos

demográficos se puede asumir que, a través del análisis de la fecundidad y de la mortalidad, indirectamente se valora la eficacia biológica de los fenotipos regulados por los múltiples genes que intervienen en estos procesos (Nowak et al. 2009).

Son precisamente esos procesos mediante los que actúa la selección natural los que han definido el proceso de cambio en la dinámica biológica de las poblaciones humanas conocido como la transición demográfica. Ésta se considera que, en las sociedades industrializadas, comenzó en las últimas décadas del siglo XIX y culminó en las primeras del XX, y vino definida por una reducción importante de la mortalidad seguida de un descenso en la fecundidad. La transición demográfica, por tanto, podría afectar al proceso evolutivo humano al modificar el efecto de la selección natural (Milot y Pelletier, 2013).

La modificación de los patrones de mortalidad se ha explicado por factores culturales tales como la mejora en las condiciones de vida y el control de las enfermedades, principalmente las infecciosas; es lo conocido como la transición epidemiológica. Entre los factores responsables de la reducción de la fecundidad se pueden citar el acceso tardío a la reproducción, la menor duración de los periodos reproductores o la limitación voluntaria de la natalidad.

Desde una perspectiva evolutiva, la reducción de la mortalidad ha dotado de una mayor eficacia biológica a los individuos e incrementa la probabilidad de transmisión genética a la descendencia. Respecto a la fecundidad, las mejoras en las condiciones de vida debieran haber repercutido en una mayor expresión de la potencialidad reproductora de las personas y en mayores tamaños familiares, circunstancia contraria a la observada en las poblaciones actuales. Mulder (1998) propone varias hipótesis para explicar la relación entre la adopción de medidas limitantes de la natalidad y la eficacia biológica. Una de ellas sugiere que el tamaño de la descendencia obedecería a un compromiso entre la cantidad de descendientes y la calidad de vida de los mismos. Otra hipótesis expone que la reducción de la fecundidad es la consecuencia de un mecanismo de herencia similar al darwiniano aunque de naturaleza cultural, no genética; otra posibilidad sería que caracteres que no supongan incremento en la eficacia biológica puedan extenderse a través de la población a través de un proceso de

imitación. Sea como fuere, tanto la transición epidemiológica como la de la fecundidad han estado moduladas por fenómenos culturales.

La transición demográfica, al modificar los patrones de fecundidad y mortalidad, puede llevar a cabo cambios en la estructura demográfica y genética de la población sobre los que pudiera actuar la selección natural. En este sentido, es objeto de debate si la intensidad con la que la selección natural afecta a nuestra especie ha cambiado por cuanto los seres humanos muestran una capacidad excepcional de adecuación al medio a través de adaptaciones sociales y culturales. En este sentido, y tan solo una década tras la publicación de *El Origen de las especies*, ya tomó cuerpo la idea de que la higiene y la medicina habrían reducido la acción de la selección natural sobre las poblaciones humanas (Stearns et al., 2010).

Valorar en qué medida la selección natural actúa sobre las poblaciones humanas no es una tarea fácil, especialmente en las poblaciones del pasado de las que únicamente se pueden conocer los hechos vitales de las personas que las componen. En estos casos, existen procedimientos, como el índice de Crow (1958), que permiten estimar la oportunidad de actuación de la selección natural en las poblaciones humanas. Este parámetro establece el límite superior de actuación de la selección natural en una población, circunstancia que se daría en el caso de que la heredabilidad de la eficacia biológica fuese completa y las frecuencias de nacimientos y fallecimientos estuviesen totalmente determinadas por factores genéticos. A pesar de sus limitaciones, este índice ha sido ampliamente usado en los estudios poblacionales por cuanto permite obtener una estima cuantitativa indirecta de la selección a partir del análisis de los registros demográficos de nacimientos y fallecimientos para poblaciones del pasado (Alfonso-Sánchez et al., 2004).

El principal objetivo de este trabajo es valorar en qué medida los cambios asociados a la transición demográfica pueden haber afectado al papel de la selección natural en la microevolución humana analizando los cambios en el comportamiento reproductor y en los patrones de mortalidad en la población de Valdepeñas de Jaén (Jaén, España), ampliamente estudiada desde un punto de vista biodemográfico (Quesada, 2002).

Material y métodos

El presente estudio se ha llevado a cabo en la población de Valdepeñas de Jaén para el periodo de tiempo comprendido entre 1841 y 1990. Se encuentra localizada en la comarca agraria de la Sierra sur de Jaén (Andalucía, España), en un valle entre dos importantes alineaciones montañosas, la Sierra de la Pandera (situada al norte, con una altitud de 1872 m) y la Sierra de Alta Coloma (en dirección sudeste-nordeste, 1763 m). La localización y la distancia a las poblaciones más cercanas hacen que la población se pueda considerar un aislado, con poco flujo genético entre localidades cercanas, principalmente antes de la mejora en las comunicaciones. Durante el tiempo estudiado, la población experimentó un crecimiento desde los 4023 habitantes que tenía en 1840 hasta alcanzar un máximo de 8012 en 1930. A partir de ahí se ha producido un descenso hasta llegar a 4568 habitantes a finales de 1990, en el que la emigración ha tenido un papel importante (Quesada, 2002).

Los datos utilizados para el presente trabajo provienen del archivo parroquial de Valdepeñas de Jaén, complementados con los del Registro Civil para los años que van desde 1930 a 1940; en éstos el primero es incompleto y presenta lagunas, especialmente durante la Guerra Civil. En total se ha analizado la información contenida en 33391 actas de bautismo o de nacimiento, 21008 actas de defunción y 7777 de matrimonio. Para su análisis temporal, el periodo total se ha dividido en cinco subperiodos de treinta años.

Con estos datos se llevó a cabo un proceso de interrelación de registros que permitió asignar la fecha de boda y/o de fallecimiento a 25869 individuos del total de los nacidos, a partir de los cuáles se ha valorado la supervivencia de los mismos a la madurez reproductora. La asignación de la descendencia a los matrimonios ha permitido la reconstrucción de 4207 familias en las que se ha tenido constancia de que la mujer ha finalizado su periodo reproductor, bien por haberse registrado su defunción o por tener una edad igual o superior a los 45 años en el momento en que finaliza este estudio (Quesada, 2002). A partir de aquéllas se han valorado los cambios en la fecundidad a lo largo de los periodos estudiados.

A partir de los datos demográficos familiares se ha valorado la oportunidad de actuación de la selección natural mediante el índice de Crow (1958). Éste se calcula en base a dos componentes, una debida a la fecundidad diferencial y la otra, a la supervivencia a la madurez reproductora. La componente debida a la fecundidad (If) se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$If = V/\bar{x}^2$$

Donde V es la varianza del tamaño de la descendencia y $\bar{x}^2$ el cuadrado de la media de número de nacimientos por familia.

La selección debida a la mortalidad diferencial (Im) se expresa así:

$$Im = Pd/Ps$$

Siendo Pd la proporción de individuos que fallecen antes de alcanzar la madurez reproductora y Ps la proporción de los que sobreviven a ella.

El valor total del índice se calcula con la siguiente ecuación:

$$It = Im + If/Ps$$

Los cálculos estadísticos se han llevado a cabo con el paquete estadístico SPSS, versión 15.0.

Resultados

Para este estudio se ha dispuesto de un total de 4207 familias cuyos matrimonios se celebraron entre 1841 y 1990 en las que hay constancia de que la mujer ha concluido su periodo reproductor, de las que 3576 han sido fértiles. En conjunto, han tenido 18291 hijos, lo que da un tamaño familiar medio de 4.35 hijos para el periodo total.

El análisis por subperiodos muestra una reducción notable de la fecundidad, pasando de un

tamaño familiar medio de 5.34 hijos en los primeros años estudiados a 2.60 en las familias reconstruidas entre 1961 y 1990. Los valores se mantienen altos durante los primeros 90 años del periodo de estudio, comenzando un descenso importante a partir de la década de 1930 (Tabla 1).

La mortalidad, tanto infantil como juvenil, ha mostrado un descenso progresivo a lo largo de los periodos estudiados, siendo especialmente importante en los más recientes. La Figura 1 muestra la evolución de la mortalidad por meses durante los primeros quince años de la vida, la mortalidad pre-reproductora, estimada para el total de individuos nacidos en la población. En todos los periodos, la probabilidad de fallecer es máxima durante el primer mes de vida, aunque se observa una reducción muy importante de la mortalidad en esta etapa a medida que nos acercamos a la época final de este estudio. En los dos primeros periodos estudiados se aprecia un pico de mortalidad en torno a los primeros meses del segundo año de vida, cuya importancia también decrece en los siguientes.

La evolución de los valores del índice total de Crow, así como la de sus componentes, a lo largo de los años estudiados se muestra en la Tabla 3. Se puede apreciar cómo se alcanza un valor máximo en la oportunidad de acción de la selección natural en el periodo comprendido entre 1871 y 1900 para descender de una manera pronunciada hasta los años sesenta y de una manera más mantenida hasta los últimos años estudiados. A pesar de la mencionada reducción de los tamaños familiares, la componente de la fecundidad del índice no presenta cambios importantes en los periodos manteniéndose en valores en torno a 0.5. Considerando la mortalidad en el seno de las familias reconstruidas, y de modo paralelo al índice global, la componente

Tabla 1. Características de la descendencia en familias reconstruidas de Valdepeñas de Jaén.

Periodo	Núm. familias	Nacimientos	Tamaño familiar medio	Varianza
1841-1870	1031	5510	5.34	12.75
1871-1900	1200	5409	4.51	11.21
1901-1930	1009	4451	4.41	10.85
1931-1960	710	2254	3.18	4.99
1961-1990	257	667	2.60	3.55
1841-1990	4207	18291	4.35	10.65

Tabla 2. Fallecimientos y supervivencia a la madurez reproductora en familias reconstruidas de Valdepeñas de Jaén.

Periodo	Def <1 año	Prob def < 1	Def < 15 años	Prob def < 15	Prob sup <15
1841-1870	999	0.18	2402	0.44	0.56
1871-1900	1083	0.20	2303	0.43	0.57
1901-1930	772	0.17	1474	0.33	0.67
1931-1960	178	0.08	251	0.11	0.89
1961-1990	15	0.02	19	0.03	0.97
1841-1990	3407	0.19	6449	0.35	0.65

correspondiente se ha mantenido en valores altos durante los periodos del siglo XIX iniciándose un descenso al entrar en el siglo XX.

Tabla 3. Evolución del índice de oportunidad de acción de la selección natural y de sus componentes de fecundidad y mortalidad en los periodos estudiados.

Periodo	I _f	I _m	I _{total}
1841-1870	0.45	0.77	1.56
1871-1900	0.55	0.74	1.70
1901-1930	0.56	0.50	1.33
1931-1960	0.50	0.13	0.68
1961-1990	0.53	0.03	0.57
1841-1990	0.56	0.55	1.42

La Figura 2 muestra la evolución a lo largo del tiempo de las componentes del índice de oportunidad de la selección natural. A lo largo de los cinco periodos estudiados, se aprecia poca variación en la componente I_f, mientras que se produce una reducción muy importante del componente de la supervivencia I_m. La tendencia descrita hacia una menor oportunidad de acción de la selección natural se ha debido principalmente a la reducción de la mortalidad.

Discusión

La población de Valdepeñas de Jaén ha experimentado cambios notables en su dinámica

demográfica a lo largo de los años comprendidos entre 1841 y 1990 que han afectado tanto a la natalidad como a la mortalidad. La tasa bruta de mortalidad alcanza su valor máximo en la década de 1871 a 1880 (41.62‰) mientras que la tasa de natalidad lo hace en la década siguiente, 1881-1890 (59.33‰) (Quesada y García, 1997; Quesada, 2002). Considerando las tasas globales, y según postula la teoría de la transición demográfica, se confirma cómo la reducción de la mortalidad antecede al descenso de la natalidad. En los años siguientes se producen cambios en la estructura de la mortalidad por edades, en las causas y en la estacionalidad (Quesada y García, 1997, 1999) así como una reducción importante de la mortalidad epidémica (Quesada, 2020); paralelamente, se producen cambios en la natalidad, como los que afectan a la estacionalidad de la misma aunque sin afectar a su eficacia biológica (Quesada et al. 2022). Todos estos cambios son indicativos de una mayor independencia del medio. Considerando estos resultados en conjunto, se ha estimado que la transición demográfica culmina en Valdepeñas de Jaén en torno a 1930, el momento histórico en el que la población alcanza un mayor número de efectivos (Quesada, 2002).

Considerando el modelo reproductor familiar, y agrupando los datos por periodos de treinta años, se ha observado cómo los tamaños familiares medios se han ido reduciendo, y de un modo muy acentuado en los últimos sesenta años estudiados (Tabla 1). Un comportamiento similar sigue la mortalidad pre-reproductora en la descendencia de las familias, que se mantiene en valores elevados durante los dos primeros periodos analizados para iniciar un descenso

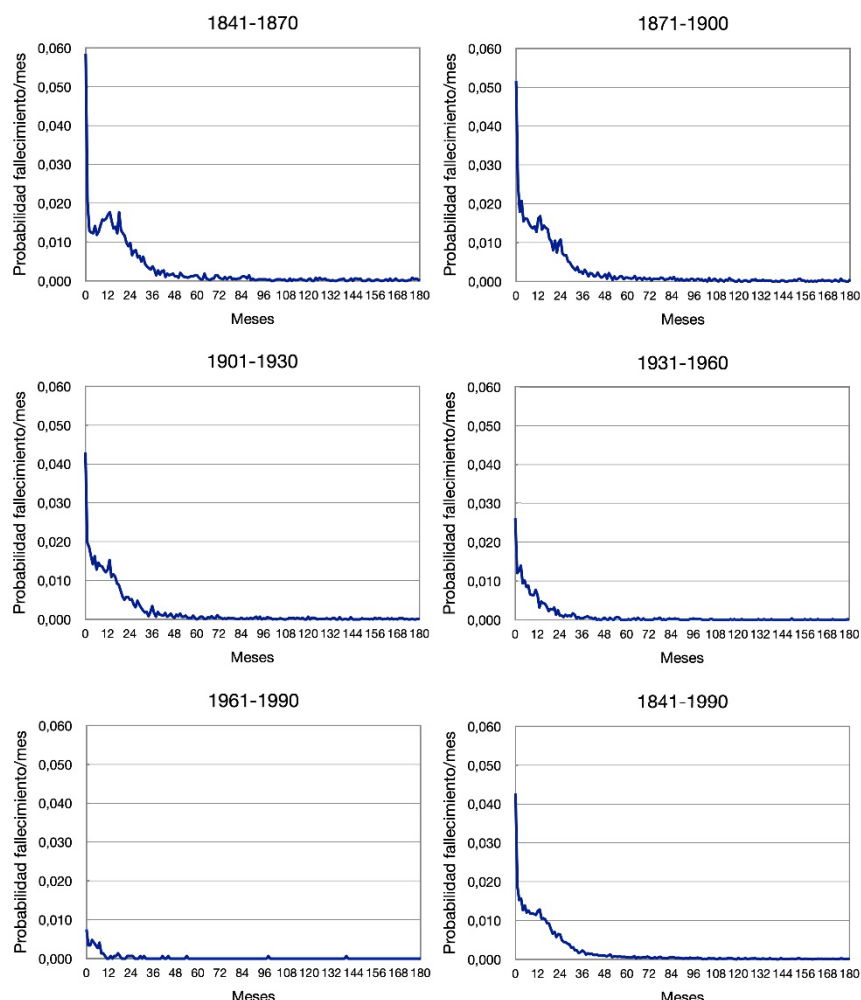


Figura 1. Cambios en la mortalidad pre-reproductora en los periodos estudiados en Valdepeñas de Jaén

importante, que lleva a registros muy bajos en los últimos años estudiados (Tabla 2). Analizando la supervivencia por meses durante los quince primeros años de la vida en el total de la población, se puede ver cómo la reducción afecta principalmente a la mortalidad que se produce durante el primer mes, consecuencia de los avances en la higiene y en los cuidados médicos (Figura 1). También desaparece el repunte que se observa en torno a los doce meses de vida durante los primeros periodos de este estudio. Estos picos se han relacionado con diversos factores, como el cese de la lactancia, en determinados casos debida a nuevos embarazos, o la alimentación inadecuada una vez que la leche materna no es suficiente para proporcionar los recursos alimenticios que los niños necesitan, todo ello sin olvidar la

mortalidad infecciosa. En cualquier caso, todos ellos pierden importancia con la mejora en las condiciones de vida (Quesada y García, 1999).

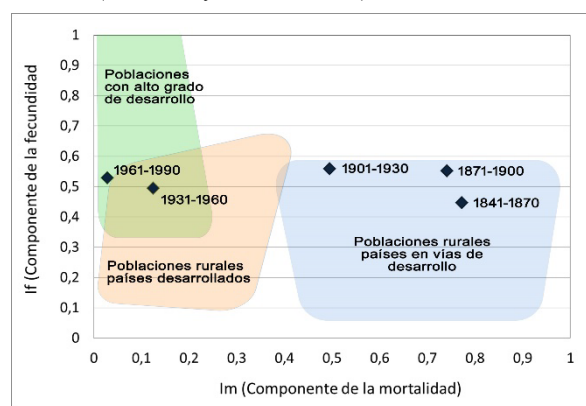


Figura 2. Evolución de los valores de I_f e I_m a largo de los periodos estudiados en Valdepeñas de Jaén según los modelos descritos por Luna y Moral (1999).

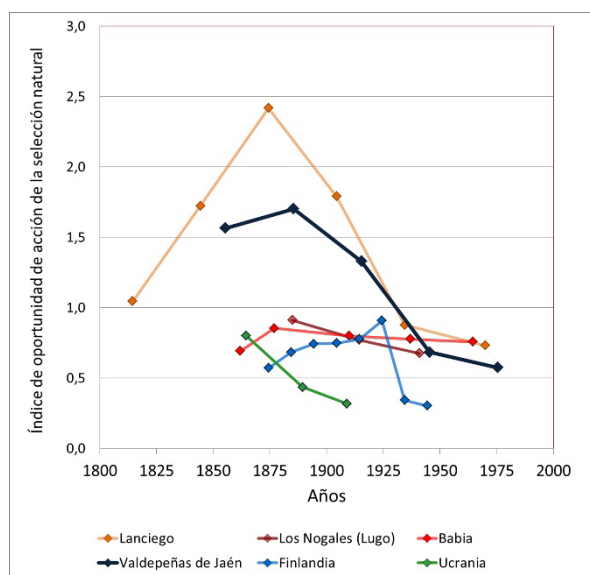


Figura 3. Evolución del índice de oportunidad de actuación de la selección natural en distintas poblaciones: Lanciego (Alfonso-Sánchez et al., 2004), Los Nogales (Fuster, 1989), Babia (Sánchez-Compadre, 1989), Finlandia (Korpelainen, 2003) Ucrania (Nowak et al., 2009) y Valdepeñas de Jaén (presente estudio).

Puesto que la transición demográfica supone cambios en la supervivencia y en la fecundidad de los individuos y estos son los factores mediante los que actúa la selección natural sobre las poblaciones humanas, se ha planteado en qué medida el cambio demográfico experimentado en la población de Valdepeñas de Jaén puede haber afectado a la capacidad de actuación de la selección natural en la misma. Para ello se ha valorado la evolución del índice de Crow y de sus componentes a lo largo del periodo estudiado.

La oportunidad de actuación de la selección natural ha presentado una tendencia ascendente en los primeros años estudiados, hasta alcanzar su máximo en el periodo comprendido entre 1871 y 1900; es precisamente en estos años en los que, como se ha descrito antes, la población muestra valores máximos en las tasas de natalidad y mortalidad, y en los que se inician los cambios que darán lugar a la transición demográfica. Desde entonces y hasta el final de este estudio, la oportunidad de actuación de la selección natural se reduce de una manera importante (Figura 3). Comportamiento similar al descrito se ha registrado en poblaciones españolas tales como Lanciego (Alfonso-Sánchez et al., 2004), Babia (Sánchez-Compadre, 1989) o extranjeras, como Finlandia (Korpelainen, 2003).

Otros estudios llevados a cabo en periodos más recientes confirman la tendencia descendente como sucede en Los Nogales (Fuster, 1989), en poblaciones de Italia (Terrenato et al. 1979) o de Ucrania (Nowak et al. 2009). En el caso de Valdepeñas de Jaén, la máxima oportunidad de actuación de la selección natural parece tener lugar justo cuando las tasas de natalidad y mortalidad son máximas, momento en el que se inician los cambios que van a dar lugar a la transición demográfica. Un hecho común en las poblaciones descritas es que la transición demográfica determina una menor capacidad de actuación de la selección natural.

La evolución de los valores de las componentes del índice de Crow a lo largo del tiempo muestra patrones completamente diferentes en la población de Valdepeñas de Jaén. Aquí, la componente de la fecundidad se ha mantenido, sin grandes variaciones, en valores que oscilan en torno a 0.5. Un comportamiento similar se ha observado en Lanciego (Alfonso-Sánchez et al., 2004), mientras que Fuster (1989) y Sánchez-Compadre (1989) describen tendencias ascendentes en Lugo y en Babia respectivamente. Ulizzi et al (1979) describen en diversas poblaciones italianas una línea ascendente en los valores de la componente de la fecundidad hasta alcanzar valores máximos en torno a 1900, para iniciar un descenso en los años posteriores que los autores relacionan con la adopción de métodos de control de la natalidad. Comportamientos similares a éste, aunque con valores muy diferentes de los índices se han descrito en Finlandia (Korpelainen, 2003) o Ucrania (Nowak et al. 2009).

Respecto a la supervivencia a la edad reproductora, los valores de Im se mantienen altos en Valdepeñas de Jaén durante los primeros periodos estudiados observándose a partir de entonces una reducción importante hasta alcanzar un valor muy cercano a 0 en el periodo más reciente (Tabla 3). El descenso de la mortalidad debido a la mejora en las condiciones higiénicas y sanitarias es una pauta común en las poblaciones de países desarrollados durante las últimas décadas del siglo XIX y el siglo XX y es el principal responsable de la reducción en la oportunidad de acción de la selección natural en las mismas.

Esta pérdida de capacidad de actuación de la selección natural a través de la mortalidad no conlleva

que aquélla deje de actuar; su efecto en los periodos más recientes está determinado principalmente por la contribución de la fecundidad diferencial. En poblaciones con una alta natalidad y poca variación en los tamaños familiares, la posibilidad de acción de la selección natural a través de la fecundidad diferencial es baja, puesto que los genes se pueden transmitir de generación en generación en un gran número de combinaciones alélicas. Por el contrario, el control de la natalidad reduce la posibilidad de transmisión hereditaria lo que favorece la actuación de la selección natural, especialmente si la varianza en los tamaños familiares es alta. Esta limitación de la natalidad, no biológica sino cultural, ha pasado a ser el factor que más contribuye a la componente de la fecundidad. Alfonso-Sanchez et al. (2004) añaden a éste la esterilidad determinada genéticamente y la incompatibilidad parental.

Considerando la variación de los valores de las componentes del índice de Crow en distintas poblaciones en las que se conoce su grado de desarrollo socioeconómico se han propuesto tres modelos microevolutivos para la actuación de la selección natural en las poblaciones humanas (Luna y Moral, 1990; Luna et al. 1999). En uno de ellos, representado por poblaciones muy dependientes del medio, como las preindustriales del pasado o las indígenas aisladas actuales, la selección natural opera casi exclusivamente a través de la elevada mortalidad infantil y juvenil, ya que la fecundidad es muy alta. Un segundo modelo caracterizaría a las poblaciones rurales actuales de países desarrollados, que han reducido de modo importante la mortalidad pre-reproductora debido a los avances higiénicos y sanitarios, aunque mantienen una fecundidad alta. El tercer modelo corresponde a poblaciones desarrolladas, con una reducción drástica de la mortalidad y una baja fecundidad debida a un control efectivo de la natalidad.

Acorde con los modelos anteriores, el cambio histórico de Valdepeñas de Jaén desde una población rural propia de un país en desarrollo hasta otra rural de un país desarrollado ha mostrado una evolución de la oportunidad de acción de la selección natural en el sentido que cabría esperar. La mejora en las condiciones sanitarias y la reducción de la mortalidad en las primeras etapas de la vida condujo a un nuevo escenario, en el que la mayor necesidad de recursos

para mantener tamaños familiares elevados condujo a la adopción de conductas encaminadas a un control consciente de la natalidad, pasando este último factor a ser preponderante en la actuación de la selección natural en la población. La transición demográfica, y los cambios que ha conllevado en la dinámica de la población, se demuestra en Valdepeñas de Jaén como un fenómeno que ha modificado la oportunidad de actuación de la selección natural en dicho grupo humano.

La mejora en las condiciones de vida, sus efectos sobre la mortalidad y la natalidad y la consecuente pérdida de la capacidad de actuación de la selección natural tras la transición demográfica, han llevado a plantear en qué medida se puede estar limitando la capacidad evolutiva de los seres humanos. El efecto de la mortalidad diferencial se podría perder en el caso de que todos los individuos sobreviviesen a la madurez reproductora y fuesen capaces de transmitir sus combinaciones alélicas a la descendencia. Pero aún en este caso, seguiría existiendo una variación substancial entre los individuos en el componente reproductor. En este supuesto, el potencial de actuación de la selección natural únicamente desaparecería cuando todos los individuos mantuviesen modelos reproductores similares o cuando ningún rasgo se correlacionara con la variación en el éxito reproductor (Stearns et al. 2010). Sin embargo, existen caracteres con cierta heredabilidad correlacionados con la eficacia biológica, como la edad con la que se accede a la reproducción o la duración del periodo reproductor, sobre los que se ha demostrado que actúa la selección natural favoreciendo que los hijos se tengan a edades cada vez más tempranas o aumentando la duración de los periodos reproductores (Milot et al. 2011; Byars et al. 2010), tanto en poblaciones históricas como contemporáneas (Tropf et al. 2015).

Los datos biodemográficos, tanto los de Valdepeñas de Jaén como los de las poblaciones citadas, confirman que el factor con más peso en la microevolución humana actual es el componente reproductor. Y a todo ello hay que añadir el factor cultural. La cultura, cambiante en lo referente al desarrollo de la salud pública, la higiene y los cuidados médicos, y también en cuanto al control de la reproducción, está modificando la naturaleza humana.

La transición demográfica se ha demostrado como un hecho importante en el proceso de la microevolución humana modificando la actuación de la selección natural. Pero a ese cambio en la dinámica demográfica de las poblaciones se han unido nuevos escenarios que el estilo de vida moderno conlleva, como son la movilidad a gran escala, las alteraciones del clima, la mayor exposición a sustancias tóxicas y contaminantes, epidemias emergentes, el desarrollo de las técnicas de reproducción asistida o los cambios en los modelos familiares. Y mientras ante este ambiente altamente cambiante las poblaciones respondan de modo distinto en sus modelos reproductores y de supervivencia, la selección natural de Darwin continuará modulando el devenir evolutivo de la especie humana.

Referencias

- Alfonso-Sánchez M.J., Calderón R., Peña J.A. (2004). Opportunity for natural selection in a Basque Population and its secular trend: evolutionary implications of epidemic mortality. *Hum Biol* 76(3): 361-381.
- Byars S.G., Ewbank D., Govindaraju D.R., Stearns S.C. (2010). Colloquium papers: Natural selection in a contemporary human population. *PNAS USA* 107 (Suppl 1): 1787-1792.
- Courtiol A., Pettay J.E., Jokela M., Rotkirch A., Lummaa V. (2012). Natural and sexual selection in a monogamous historical human population. *PNAS*, 109: 8044-8049. <https://doi.org/10.1073/pnas.1118174109>
- Crow J.F. (1958). Some possibilities for measuring selection intensities in man. *Hum Biol* 30(1): 1-13.
- Fuster V. (1989). Estructura antropogenética de la población de nueve parroquias del municipio de Los Nogales, Lugo (1871-1977). Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Korpelainen H. (2003). Human life histories and the demographic transition: a case study from Finland, 1870-1949. *Am J Phys Anthropol* 120(4): 384-390. <https://doi.org/10.1002/ajpa.10191>
- Luna F., Moral P. (1990). Mechanisms of natural selection in human rural populations, survey of a Mediterranean region (La Alpujarra, SE Spain). *Ann Hum Biol* 17(2): 153-158.
- Luna F., Fernández-Juricic E., Moral P. (1999). La oportunidad de la selección natural en las poblaciones humanas: La Alpujarra (España). *Estudios de Antropología Biológica* 9: 177-191.
- Milot E., Mayer F.M., Nussey D.H., Boisvert M., Pelletier F., Réale D. (2011). Evidence for evolution in response to natural selection in a contemporary human population. *PNAS* 108(41): 17040-17045. doi: 10.1073/pnas.1104210108.
- Milot E., Pelletier F. (2013). Human evolution: new playgrounds for natural selection. *Curr Biol* 23(10): 446-448. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.04.040>
- Mulder M.B. (1998). The demographic transition: are we any closer to an evolutionary explanation? *Trends Ecol Evol* 13(7): 266-270. doi: 10.1016/s0169-5347(98)01357-3.
- Nowak O., Piontek J., Rewekant A. (2009). Opportunity for natural selection in the rural population of Podbereze (Ukraine) in the 19th and 20th centuries. *Anthropologie* 47(1-2): 81-88.
- Quesada A. (2002). Biodemografía de una población andaluza: Valdepeñas de Jaén 1841-1990. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Quesada A., García C.J. (1997). Contribución al estudio de la mortalidad en Andalucía: Valdepeñas de Jaén, 1841-1990. *Rev Esp Antrop Biol* 18:211-229.
- Quesada A., García C.J. (1999) Mortalidad infantil en una población andaluza: Valdepeñas de Jaén, 1841-1990. *Rev Esp Antrop Biol* 20:163-180.
- Quesada A. (2020). Mortalidad epidémica en Valdepeñas de Jaén durante los siglos XIX y XX. *Rev Esp Antrop Fis* 42: 32-43.
- Quesada-Ramos A., Quesada-Díaz A. García C.J., Botella M.C. (2022). Estacionalidad de la reproducción humana y eficacia biológica. En: M.C. Botella, I. Alemán, C.J. García, S. Jiménez-Brobeil, R.M. Maroto, F. Navarro (Eds.). *Miradas actuales a la Antropología*. Sociedad Española de Antropología Física. Universidad de Granada.
- Sánchez-Compadre E. (1989). *Babia. Demografía y estructura familiar*. Universidad de León. Secretariado de publicaciones.
- Stearns S.C., Byars S.G., Govindaraju D.R., Ewbank D. (2010). Measuring selection in contemporary human populations. *Nat Rev Genet* 11(9): 611-22. doi: 10.1038/nrg2831.
- Terrenato L., Ulizzi L., San Martini A. (1979). The effects of demographic transition on the opportunity for selection: changes during the last century in Italy. *Ann Hum Genet* 42(3): 391-399. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1809.1979.tb00671.x>
- Tropf F.C., Stulp G., Barban N., Visscher P.M., Yang J., Snieder, H., Mills M.C. (2015). Human fertility, molecular genetics, and natural selection in modern societies. *PLoS ONE* 10(6): e0126821. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126821>
- Ulizzi L., San Martini, A., Terrenato L. (1979). Changes of selection opportunities with a changing environment: regional heterogeneity in Italy. *Ann Hum Genet* 43(2): 137-141. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1809.1979.tb02006.x>

Reflexiones sobre la enseñanza, el aprendizaje y la aceptación de la teoría de la evolución

José Gijón Puerta¹

¹Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada.

Corresponding Author: josegp@ugr.es

RESUMEN

La teoría de la evolución sigue siendo, después de ciento sesenta y cinco años de su presentación pública, el núcleo central de la biología. Sin embargo, los estudios recientes sobre el conocimiento de la teoría evolutiva muestran que estudiantes y docentes de muy distintas áreas no la conocen de forma suficiente y, a pesar de ello, el nivel de aceptación es elevado. Conociendo el valor de la educación formal para la enseñanza a las teorías científicas, presentamos en este artículo una reflexión sobre aspectos clave de la enseñanza y el aprendizaje de la teoría evolutiva en la enseñanza no universitaria, y planteamos cuáles son los problemas principales que, desde nuestra experiencia académica y profesional, impiden una mayor presencia de los contenidos sobre la teoría de la evolución en los currículos, así como de las acciones de política educativa que podrían revertir esta situación. Concretamente, el desarrollo de modelos educativos basados en competencias -que han sustituido a los modelos estructurados a partir de contenidos-, así como la inclusión en los currículos de gran cantidad de contenidos relacionados con valores sociales más o menos aceptados o las lagunas en la formación científica de maestros y profesores, pueden explicar las dificultades para la comprensión y aceptación de la teoría evolutiva expuestas en investigaciones realizadas a nivel internacional.

Palabras claves:

Teoría de la evolución
(conocimiento y aceptación)
Enseñanza de valores
Currículos
Modelos educativos
Enseñanza de las ciencias

Recibido: 11-12-2023

Aceptado: 12-01-2024

ABSTRACT

The theory of evolution continues to be, one hundred and sixty-five years after its public presentation, the central core of biology. However, recent studies on knowledge of evolutionary theory show that students and teachers from very different areas do not know it sufficiently and, despite this, the level of acceptance is high. Knowing the value of formal education for teaching scientific theories, we present in this article a reflection on key aspects of the teaching and learning of evolutionary theory in non-university teaching. We propose what are the main problems that, from our academic and professional experience, prevent a greater presence of content on the theory of evolution in curricula, as well as educational policy actions that could reverse this situation. Specifically, the development of educational models based on competencies, which have replaced models structured based on content, as well as the inclusion in curricula of a large amount of content related to accepted social values and gaps in scientific training of teachers, can explain the difficulties in understanding and accepting evolutionary theory exposed in international research.

Keywords:

Evolutionary Theory
(knowledge and acceptance)
Teaching of Values
School Curricula
Educational models
Science Teaching

Introducción

La evolución mediante selección natural, propuesta por Charles R. Darwin y Alfred R. Wallace, y presentada con gran profundidad en la obra del primero *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life* (Darwin, 1859), es un hecho avalado por una inmensa cantidad de evidencias científicas que provienen de disciplinas como la geología, la paleontología, la bioquímica, la genética o la anatomía comparada. En su desarrollo y posterior formulación, conocida como la síntesis moderna (Dobzhansky, 1937; Ayala y Dobzhansky, 1974; Mayr, 1978; Ayala y Valentine, 1983) tenemos hoy el referente para su transmisión a las nuevas generaciones no sólo de científicos y docentes, sino del conjunto de los ciudadanos.

Por supuesto, la ciencia no es estática y continúan las controversias entre académicos que proponen nuevas hipótesis para explicar algunas situaciones que no han sido resueltas completamente por la síntesis moderna. Autores como Laland se decantan por una *síntesis evolucionista extendida*, que recoja los «procesos olvidados» por la síntesis moderna, como el de *construcción del nicho* (Odling-Smee et al., 2003) o los aspectos epigenéticos. Este proceso de verificación y reformulación entra en la dinámica general de la ciencia, que no avanza mediante debates democráticos en los que se alcanzan acuerdos, sino con aportaciones continuadas de evidencias que refuerzan o debilitan las teorías científicas, verificando su consistencia interna y su capacidad de explicar los fenómenos naturales (Dennett, 1995, 2006).

La teoría evolutiva sigue siendo hoy el núcleo central de la biología como ciencia y ha impregnado todas las disciplinas, tanto de las ciencias naturales como de las ciencias sociales. Hoy estas disciplinas no pueden entenderse si no es a la luz de la teoría de la evolución, como ya expresara Dobzhansky en su famoso artículo *Nothing in Biology Makes Sense except in the Light of Evolution*, publicado en la revista *American Biology Teacher* (Dobzhansky, 1973). En el mundo occidental la teoría darwinista debiera ser un pilar de la educación de una ciudadanía bien informada, para dotar a los individuos de ese tan deseado *pensamiento crítico* que les haga menos vulnerables a

los fenómenos de inculcación pseudocientíficos y muchas veces cuasi-religiosos que estamos viviendo en los momentos actuales, en los que lo políticamente correcto está cercenando las bases del pensamiento libre -esencial para la ciencia- y atacando a quienes siguen pensando que la evidencia -previa a la inferencia y alejada de la ocurrencia- es la base del desarrollo científico.

Las reflexiones que haremos en este texto se referirán a la teoría de la evolución por selección natural de Darwin (como *síntesis moderna*) y a la necesidad de su comprensión y aceptación por ciudadanos bien informados, así como a los retos y dificultades con los que se encuentra hoy su enseñanza y aprendizaje en España, a la luz de las últimas investigaciones realizadas (Gefaell et al., 2020) y en relación con las normas educativas promulgadas recientemente.

El problema de los valores, clave para entender la enseñanza de la teoría evolutiva

Cuando hablamos no sólo de conocimiento, sino de aceptación de la teoría evolutiva, entramos en el ámbito de los valores sociales y de la cultura como conjunto de símbolos compartidos. Como argumentaremos a continuación, la enseñanza de la teoría de la evolución no puede desligarse de aquellos ni del conocimiento que, en su conjunto, una sociedad desea transmitir a la siguiente generación.

Los valores religiosos y la teoría de la evolución

Como fenómeno humano cultural, pero con fuertes raíces evolutivas (Dennett, 2006), la religión fue sacudida con la publicación de *El origen de las especies* en 1859, primero en la Inglaterra victoriana y después en el resto del mundo occidental, siendo motivo de controversia para las distintas confesiones (Botella López, 2023). Estas controversias siguen hoy, en mayor o menor grado, y han sido descritas a nivel mundial por autores como Deniz y Borgerding (2018), quienes muestran que las relaciones entre religión y evolución siguen siendo complejas, pero diferentes en función de los países y, sobre todo, de la influencia de las religiones en la acción política. Así, la religión como fenómeno político tiene más peso que la religiosidad de los individuos para conocer y aceptar la teoría de la

evolución (Fouad, 2018). En recientes estudios hemos podido verificar que el nivel de religiosidad expresada por estudiantes universitarios no se relaciona de forma inversa con el nivel de conocimiento ni de aceptación de la teoría evolutiva de forma significativa (Gijón Puerta et al., 2020), sin que conocimiento y aceptación puedan relacionarse tampoco entre ellos de forma clara, lo que apoya la idea de que la inculcación (Caduto, 1985) puede ser la base de la aceptación de la teoría evolutiva, como argumentaremos más adelante. Sin embargo, son diferentes las trayectorias de las distintas confesiones, y nos centraremos en las cristianas, dejando fuera los regímenes teocráticos islámicos o con gran influencia del islam, en los que la teoría de la evolución no suele tener relevancia educativa ni social (Taşkin, 2020).

Por una parte, las diversas confesiones protestantes han batallado y siguen haciéndolo legalmente en el contexto norteamericano, incluyendo aspectos pseudocientíficos en el debate, como las teorías relacionadas con el denominado *Diseño Inteligente* (Rutjens, van der Pligt y van Harreveld, 2010). En América Latina también vemos ataques a la teoría de la evolución con ejemplos tan llamativos como la apertura del museo de la creación -*Origins. Museum of Nature*- en la Avenida Charles Darwin de Puerto Ayora, Isla Santa Cruz (Galápagos). Por otra parte, en dirección contraria, la Iglesia católica -fundamentalmente a través de científicos católicos como T. Dobzhansky o Francisco J. Ayala- ha intentado conciliar ciencia y religión, después de unos inicios de oposición radical a la teoría. A la vez que perdía paulatinamente su influencia para imponer los currículos educativos, la publicación en la Biblioteca de Autores Cristianos del libro *La evolución* (Crusafont et al., 1966), en el que participan científicos cristianos, pero también otros sin ninguna vinculación religiosa, puede considerarse el punto de partida de una nueva relación entre la teoría de la evolución y el catolicismo, que se mantiene con altibajos hasta hoy en un sentido positivo.

La transmisión de los valores en el ámbito educativo

Si queremos entender los retos que supone la transmisión a las nuevas generaciones del funcionamiento de la ciencia y del «paradigma» de la teoría de la evolución, debemos detenernos en un

aspecto esencial de la educación: la transmisión de los valores sociales que determinan la cultura de una nación o un grupo social. Estos valores -implícitos o explícitos- están presentes en la enseñanza y el aprendizaje de cualquier objeto relacionado con el ser humano, y no sólo en contextos de educación religiosa.

Para los investigadores educativos Reigeluth y Stein, en el desarrollo y aplicación de su *teoría de la elaboración* para la enseñanza de las ciencias físicas (Pérez et al., 2004; Reigeluth, 2016) los conceptos van siempre asociados procedimientos o habilidades -matemáticos en la mayoría de los casos- y los valores no tienen cabida. Sin embargo, para cuestiones científicas que afectan al ámbito humano, la cuestión de los valores en la enseñanza se modifica sustancialmente. Hace ya cinco décadas que Lawrence Stenhouse, influyente investigador y filósofo de la educación, propuso un currículo para las humanidades en el que los valores tenían un papel fundamental (Stenhouse, 1968), lo que argumentó nuevamente en su informe para el primer *curriculum* nacional del Reino Unido, que se elaboró durante el mandato de Margaret Thatcher: ningún concepto ni descripción histórica o social puede separarse de los valores de quienes los enseñan.

En el caso de la evolución, conceptos como la «genética de poblaciones» pueden desligarse inicialmente de valores y enseñarse asociados exclusivamente a procedimientos matemáticos, como el desarrollo del binomio de Newton para las frecuencias de un gen mendeliano con dos alelos - $(a+b)^2 = a^2 + b^2 + 2ab$ -. Sin embargo, sus implicaciones para el desarrollo de políticas sociales como los procesos eugenésicos que pueden derivarse del conocimiento generado a partir de análisis de frecuencias genéticas en las poblaciones, no pueden escapar a los valores que se asocian al concepto en sí mismo. Así, en el contexto general de la teoría de la evolución, las implicaciones sociales y los valores están siempre presentes.

Caduto sistematizó ocho grandes estrategias para la enseñanza de valores (Caduto, 1985) entre las que se encuentran *laissez faire*, *desarrollo moral*, *inculcación*, *análisis o clarificación de valores*, o *modificación de conducta*, vinculándolas al estado de desarrollo cognitivo y moral de los estudiantes, desde la heteronomía a la autonomía postulada por Piaget o

en el tránsito por los cinco estadios de desarrollo moral de Kohlberg (Hersh et al., 1984). Caduto nos invita a reflexionar sobre la forma en que transmitimos estos valores y el papel del conocimiento frente a los modelos basados en inculcación, utilizados frecuentemente en las religiones y en la política y que, en nuestra opinión, se han introducido desde hace ya décadas en muchas disciplinas científicas, especialmente en las ciencias sociales. Los modelos que incorporan información científica relevante -que podríamos incluir en el *laissez faire*- o la someten a discusión crítica -como los de *análisis o clarificación de valores*-, se oponen así a los que presentan las ideas de manera dogmática y sin el cuestionamiento crítico necesario para una comprensión significativa.

Como afirma Caduto (1985), el conocimiento es un vehículo para despertar la curiosidad y el interés genuino por los valores que se pretenden transmitir. Así mismo, proporciona el contexto y las herramientas necesarias para que los individuos puedan internalizar y asimilar los valores de manera consciente y coherente. Además, el conocimiento también permite que cada persona se convierta en modelo a seguir en la promoción de los valores. Al tener una comprensión profunda y actualizada sobre el tema, los educadores y líderes pueden inspirar a otros y generar un impacto positivo en la sociedad.

Los valores y la teoría de la evolución

Centrándonos ahora en la enseñanza de la teoría de la evolución, que implica tanto su conocimiento por parte de los estudiantes como su aceptación, debemos destacar que las investigaciones recientes a nivel internacional indican que estos dos elementos -conocimiento y aceptación- no están correlacionados, ni directa ni inversamente (Brown y Scott, 2016; Gefaell et al., 2020; Gijón Puerta et al., 2020; Kuschmierz et al., 2020) y que la religiosidad tampoco es un factor determinante para la aceptación, teniendo en cuenta que cada vez más personas se declaran no religiosas (Gijón Puerta et al., 2020). Debemos reconocer que, en relación con los modelos de transmisión de valores descritos por Caduto, son los que usan la inculcación los que mayor impacto tienen en la población, también en el caso de la teoría evolutiva, cuya aceptación no parece sustentarse en un conocimiento profundo de la misma, ni por los

ciudadanos en general ni por los docentes encargados de enseñarla.

Nuestro sistema educativo -también el universitario- está transitando cada vez más hacia la creación de escenarios en los que se promueve compartir valores, mostrar y compartir emociones y desarrollar *competencias blandas* como la creatividad o la competencia emocional (OCDE, 2018; European Commission. Education and Training, 2019; Sala et al., 2020; Monteiro et al., 2022). Los conocimientos quedan así -al menos en la teoría- en un segundo plano (como medios para desarrollar las competencias y no como fines propios de la enseñanza), por lo que encontramos cada vez más estudiantes y nuevos docentes que no han tenido en su trayectoria académica ni una sola referencia a la teoría de la evolución o a la genética mendeliana. Así, aceptar una teoría que no se conoce pareciera más un acto de fe que una reflexión razonada.

La teoría de la evolución en la educación

Si bien la ciencia y el método científico no responden exactamente al concepto de paradigma en el sentido que Kuhn le dio (Kuhn, 1962) ni al falsacionismo de Popper (1983), sí es cierto que cada sociedad genera estructuras de gestión y difusión de los conocimientos científicos y técnicos que se explican de forma clara desde la perspectiva de estos autores (Sequeiros, 2001), creando un «paradigma» que podríamos denominar científico-social. Como ejemplo, podemos citar el actual «paradigma» de *emergencia climática*, que tiene su origen en estudios científicos como los de Wallace S. Broecker (1975, 1994) pero que, con el auge de los estudios climáticos y su enorme financiación, son filtrados y seleccionados por un órgano internacional (el Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático -IPCC-), cuyos criterios no responden al método científico, sino a prioridades políticas. Los científicos siguen aportando argumentos a favor o en contra de estas hipótesis sobre el origen antropogénico de los cambios en el clima, su velocidad y sus posibles consecuencias, pero los argumentos contrarios a las tesis del Panel -como los recientes del premio Nobel de física John Clauser-, son silenciados, desprestigiados o *cancelados* con argumentos *ad verecundiam*, *ad hominem* y *ad*

baculum, que recuerdan más al mundo medieval que a la sociedad moderna. De esta forma, los ciudadanos reciben una información y una valoración que parecen establecidas a partir de un «paradigma» científico, o que al menos se percibe como tal, pero que se basan en el consenso en las publicaciones científicas, revisado por los representantes políticos de los estados en el Panel (Gijón Puerta et al., 2023).

Al contrario que los temas climáticos, que se han convertido en tema del momento, la teoría de la evolución como paradigma central de la biología, no está en las agendas de la política educativa. Más allá de la discusión científica y académica, la teoría que define nuestra posición en el mundo orgánico y que completó el *giro copernicano* que sacó a la Tierra del centro del Universo, no acapara titulares en los medios ni ocupa un lugar relevante en los currículos. Sin embargo, conocer y aceptar la teoría central de la biología no puede dejar de ser considerado un objetivo básico de cualquier sistema educativo y de toda sociedad que desee tener una ciudadanía informada en los conceptos científicos esenciales (Wilson, 1998).

Pero, ¿cómo puede tener sentido una educación en la que gran parte de los ciudadanos no reciban enseñanza de la teoría central de la biología que, entre otras cuestiones, ayudará a tomar decisiones fundamentadas sobre el estilo de vida o la acción política? (Vázquez-Ben y Bugallo-Rodríguez, 2018). A pesar de haberse promulgado desde la *transición* varias leyes orgánicas relacionadas con los currículos escolares desde (LOGSE, LOCE, LOE, LOMCE y LOMLOE) y los universitarios (LRU, LOU y LOSU) la presencia de la teoría de la evolución en estos no ha sido una cuestión prioritaria, sobre todo en cuanto a su inclusión temprana en el currículo y a su progresión en las distintas etapas educativas, incluida la educación superior universitaria.

Si hablamos de la enseñanza no universitaria, de forma general podemos decir que los contenidos referidos a la evolución se reservan a estudiantes del último curso de ESO en una materia que suele denominarse Biología y Geología. En algunos casos esta materia ha formado parte de otra denominada Ciencias Naturales –junto a Física y Química– y en otros se ha considerado de forma independiente. En todos los casos, la posibilidad de no cursar esta materia hace que, cuando se pregunta a los estudiantes de

Magisterio, Pedagogía y carreras afines, la gran mayoría de ellos indiquen que no se matricularon en esta materia, por lo no pudieron aprender contenidos relacionados con la teoría darwiniana. Esto no quiere decir que no hayan escuchado algo sobre Darwin, el ADN..., pero sin un esquema significativo de relaciones, implicaciones y conceptos estructurantes o, lo que es lo mismo, sin una estructura curricular fundamentada.

En resumen, la planificación de las enseñanzas no universitarias y universitarias en relación con la teoría de la evolución en España, se puede definir como una pérdida paulatina del protagonismo, relegando la evolución a la citada materia de Biología y Geología de cuarto curso de ESO, materia siempre de elección voluntaria para el alumnado, y retomándola en la materia Biología de primer curso de Bachillerato, pero muy reducida y diluida entre los contenidos relativos a la diversidad de los seres vivos. Además, dado que el Bachillerato se orienta a la preparación de las pruebas de acceso a la universidad, y que los temas evolutivos no suelen incluirse en dicha prueba, los profesores tienden a centrarse en otros contenidos cuya probabilidad de formar parte de las pruebas de selectividad son mayores (González García, 2023).

Pasando ahora a los grados universitarios, la presencia de la teoría de la evolución en los programas de los títulos de grado y posgrado se constata en muy pocas titulaciones. Si tomamos como ejemplo la Universidad de Granada, además de referencias tangenciales o de introducción de contenidos sobre la teoría de la evolución por parte de profesores concretos (lo que también ocurre en el Bachillerato), los contenidos sobre la teoría de la evolución se encuentran en muy pocos grados y másteres. En el grado de Antropología Social y Cultural, se incluyen en la asignatura troncal *Antropología y evolución* dos temas de doce, relativos a la teoría evolutiva (*teorías y conceptos evolutivos y fundamentos de la evolución*), lo que supone dos sesiones de clase teórica para una asignatura de seis créditos. En el grado de Arqueología, la asignatura optativa *Evolución humana* dedica dos temas de diez a la teoría de la evolución (*El marco biológico de la especie humana. Teorías y conceptos evolutivos y Fundamentos de la Evolución*), lo que supone unas dos sesiones de clases teóricas. Es en el grado de Biología, donde encontramos más referencias

para el tratamiento de la teoría evolutiva: La asignatura troncal *Desarrollo conceptual de la biología* (un tema de diez, lo que supone una sesión teórica y tres sesiones prácticas sobre la selección natural); La asignatura optativa *Antropología biológica*, de seis créditos, que dedica uno de catorce temas (una sesión teórica) a los fundamentos de la evolución; y, como elemento de referencia de la teoría evolutiva, la asignatura troncal *Biología evolutiva*, que dedica dos temas de dieciocho a los fundamentos de la teoría evolutiva (*Evidencias de la evolución* y *La selección natural*), lo que reduce la enseñanza de la teoría a una o dos sesiones teóricas más la aplicación de estos contenidos en el trabajo de campo que se lleva a cabo como parte práctica de la asignatura. Finalmente, en el máster de Antropología Física y Forense, la asignatura *La Evolución Humana. Bases Conceptuales*, de cuatro créditos, dedica tres temas de diez a la teoría de la evolución (*Teorías evolucionistas*, *Cambios en la concepción de la naturaleza* y *El paradigma de la selección*), por lo que sería el temario más completo sobre esta teoría, pero dirigido a un número muy limitado de estudiantes. Más adelante hablaremos con más detalle de la formación sobre la teoría de la evolución en los grados y posgrados dirigidos a futuros maestros y profesores de enseñanzas medias.

Los problemas actuales para enseñar, aprender y apropiarse de la teoría de la evolución en el sistema educativo

Podemos reflexionar ahora sobre los problemas que están obstaculizando la formación en aspectos tan cruciales como el funcionamiento de la ciencia, sus teorías centrales y sus implicaciones sociales. Hablaremos de los *contenidos* sobre la teoría de la evolución en el sistema educativo, de otros contenidos que compiten con ellos, de las *ideas previas* que dificultan el manejo adecuado de los conceptos evolutivos, del reto de la *formación del profesorado* y de la *apropiación cultural* de la teoría de la evolución, como claves del déficit de conocimiento detectado en estudiantes sobre la teoría de la evolución.

El problema de los contenidos en el sistema educativo

Uno de los problemas a los que nos enfrentamos cuando hablamos de la enseñanza de la teoría de la

evolución es, sin duda, el del contenido científico del currículo escolar, entendido en sentido amplio y en todas sus etapas, incluida la educación universitaria. La escasez de los contenidos referidos a la teoría de la evolución y su desconexión y falta de progresión entre las etapas son elementos clave para entender la situación de los contenidos sobre evolución.

En nuestra ordenación educativa, se ha transitado en las últimas décadas desde un modelo curricular planificado a partir de contenidos, hacia modelos organizados en función de los resultados de aprendizaje (objetivos redactados como capacidades o, actualmente, competencias redactadas como saberes puestos en acción). De esta forma, los contenidos (actualmente denominados *saberes* en el currículo oficial) se han convertido en medios para el desarrollo de competencias, que son las que definen -al menos formalmente- la calificación de los estudiantes.

De esta forma, el contenido ha pasado de eje articulador de la enseñanza a medio para el desarrollo de competencias. Estas, en la LOMLOE, son de dos tipos: por una parte, competencias clave (antes denominadas «básicas»), derivadas de las recomendaciones de la Unión Europea (UE) para un aprendizaje a lo largo de toda la vida (*lifelong learning* - LLL) y, por otra, competencias específicas para cada materia. Las primeras definen el denominado *perfil de salida* para cada etapa educativa; las segundas definen la superación de cada materia. En el caso de los contenidos relativos a la evolución, la teoría darwiniana pasa de ser el objeto directo del aprendizaje (aprenderla y comprenderla) a medio para desarrollar un nivel adecuado de las competencias. Dentro de la materia Biología y Geología de cuarto curso, se vincularían los contenidos sobre la teoría de la evolución a la *Competencia específica 1: Interpretar y transmitir información y datos científicos, argumentando sobre ellos y utilizando diferentes formatos, para analizar conceptos y procesos de las ciencias biológicas y geológicas*. En el marco general de la ESO, la teoría evolutiva serviría para promover aspecto de la competencia clave *Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería*.

El problema de esta visión competencial es la dificultad de concretar y aplicar por parte del profesorado los criterios de evaluación asociados a las competencias, para evaluar los conocimientos sobre la

teoría evolutiva. Sobre el papel, la teoría de la evolución debe ser conocida para poder analizar aspectos de la vida humana, pero la dificultad de valorar competencias a través de la conexión de los saberes -que no sólo incluyen conceptos, sino habilidades y actitudes o valores-, en mi experiencia es muy elevada.

Este mismo problema se observa en la educación superior universitaria, en la que también -al menos formalmente- se establecen para cada título una serie de resultados de aprendizaje, redactados a veces como objetivos y a veces como competencias (una redundancia difícil de comprender desde el punto de vista de la planificación docente, pero que no es homogénea en todos los títulos), siendo las competencias de carácter genérico o de carácter específico. A esto se añade un programa de contenidos teóricos y prácticos.

Tomando como ejemplo la asignatura antes descrita *Biología evolutiva* del grado de Biología de la Universidad de Granada, su guía docente incluye diecinueve competencias generales y treinta y cuatro específicas, junto a diez temas (contenidos teóricos, entre los que encontramos los anteriormente citados *Teorías evolucionistas*, *Cambios en la concepción de la naturaleza* y *El paradigma de la selección*). Todo ello para una asignatura de seis créditos.

El problema de las fuentes curriculares

Tradicionalmente se ha hablado de cuatro fuentes curriculares (Coll, 1987, 1994): la fuente *epistemológica*, derivada de los contenidos científicos de cada área de conocimiento; la fuente *pedagógica*, derivada de los modelos que sustentan las estrategias didácticas de los profesores; la fuente *psicológica*, que presenta las teorías sobre el aprendizaje que servirán de base para el diseño curricular; y la fuente *sociológica*, que deriva de las demandas sociales que en cada momento se hacen a los sistemas educativos para que prioricen determinados contenidos de la enseñanza.

Hasta la denominada *reforma de las enseñanzas* en los años ochenta del siglo XX, los programas formativos en España partían de los contenidos científicos, ordenados en materias o asignaturas. Aunque la ordenación en materias de los currículos se sigue manteniendo, la adopción de teorías

constructivistas del aprendizaje, la inclusión de modelos de formación basados en competencias y las fuertes demandas sociales relacionadas con los temas que en cada momento son más difundidos en los medios (la paz, la sostenibilidad, el conocimiento de lenguas extranjeras, las *teorías de género*, etc.) han hecho que la fuente epistemológica haya perdido preponderancia y con ello el volumen de contenidos científicos se ha reducido o, al menos, modulado, sirviendo ahora para el desarrollo de competencias que definen los currículos (Jefatura del Estado, 2020).

Esta deriva hacia la fuente sociológica y la inclusión de contenidos cada vez más diversos comenzó con la LOGSE con los llamados temas transversales, como la educación para la paz y la resolución pacífica de los conflictos, la educación ambiental, la educación afectivo-sexual, etc. Las prioridades han variado a lo largo de los años, pasando de la *educación ambiental* a la *resolución pacífica* de conflictos, de ahí hacia el *bilingüismo* y la *igualdad* entre hombres y mujeres, y actualmente a las teorías de *género*, al desarrollo de las *emociones* y a la *emergencia climática*, en el contexto de la LOMLOE, que luchan por hacerse un hueco junto a los saberes tradicionales, como es la teoría de la evolución. También la educación superior universitaria ha recogido este modelo y trata de llevarlo a las guías docentes de los títulos, que debemos suponer que se trasladan a la docencia. Así, la asignatura de Biología Evolutiva que estamos utilizando como ejemplo, incluye entre sus competencias genéricas la Sensibilidad por temas de índole social y medioambiental (CG12), el Reconocimiento a la diversidad y multiculturalidad (CG22) o el Conocimiento de otras culturas y costumbres (CG23).

La cuestión que no se puede discutir es que la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos ocupa un espacio y un tiempo didáctico, y que este tiempo escolar no ha aumentado desde que se introdujeron los temas transversales y las competencias de tipo general, por lo que podemos colegir que se dispone de menos tiempo para abordar los saberes tradicionales, aunque los preámbulos de las leyes no lo reconozcan y presenten la solución al problema de los contenidos como una mejor gestión del tiempo que debe llevar a cabo el profesor.

El problema de las ideas previas

Las «ideas previas», entendidas como construcciones personales de carácter implícito, incorrectas desde el punto de vista científico y resistentes al cambio (De Vecchi y Giordan, 2006), son muy importantes para entender la dificultad de la apropiación (conocimiento, aceptación, interiorización y uso referencial) de la teoría de la evolución por selección natural. Conceptos relacionados con la generación espontánea, el manejo de los tiempos geológicos o el azar y la necesidad como clave de los cambios en los seres vivos, pueden ser elementos que limitan su aprendizaje. Como ejemplo, mi experiencia con la explicación de la generación espontánea y la demostración de Pasteur de su inexistencia me ha llevado a comprobar con mis propios estudiantes de secundaria que, con un intervalo de dos años entre la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO) y el Bachillerato, la gran mayoría de ellos no consiguieron asimilar las ideas correctas sobre la generación espontánea.

Para salvar estos errores conceptuales o preconceptos debe existir una progresión y profundización de los conceptos evolutivos a lo largo del currículo (Pérez et al., 2004) -en todas las etapas educativas- que permita un asentamiento de los nuevos conceptos evolucionistas sobre la recurrencia de las ideas previas, que están más relacionadas con el concepto lamarckiano de la evolución o con el catastrofismo de Cuvier que con el uniformismo de Lyell o la evolución mediante selección natural de Darwin.

La desconexión de contenidos sobre evolución en los currículos de la educación básica y del Bachillerato, especialmente su ausencia en la Educación Primaria, ha sido expuesta claramente en estudios recientes realizados en España (Vázquez-Ben y Bugallo-Rodríguez, 2018), y también se ha detectado en países como Ecuador (Datos preliminares -aún no publicados- del proyecto «Conocimiento y aceptación de la teoría de la evolución en Ecuador: un estudio comparativo interregional», llevado a cabo desde la UNAE, cód. VIP-UNAE-2021-1), contrariamente a lo que ocurre en países como Suecia, Francia, Reino Unido o Estados Unidos. En la educación superior ya es tarde para iniciar un proceso de enseñanza de contenidos con un nivel básico, lo que podría ser una

de las causas de un aprendizaje no significativo de los contenidos evolutivos.

El problema de la formación de los maestros y profesores

Con carácter general, la teoría de la evolución no es un contenido relevante en los currículos de formación de los maestros y profesores de secundaria (máster MAES) -excepto en cierta medida en la especialidad de Biología y Geología-. Si tomamos como ejemplo el MAES de la Universidad de Granada, en el módulo específico de Aprendizaje y Enseñanza de la Biología y Geología, con doce créditos, se asigna un tema entre quince sobre el conocimiento didáctico de la herencia biológica y evolución. Adicionalmente, el módulo Complementos de Formación de la Biología y Geología, con seis créditos, introduce un tema entre diecinueve sobre los procesos de evolución en los seres vivos. En el resto de las titulaciones relacionadas con la educación, la teoría de la evolución o el darwinismo no aparece ni como contenido ni como referente general. Por último, no se encuentran referentes científicos relativos a la naturaleza biológica del hombre, con carácter general, y a la teoría de la evolución en particular, en los currículos de los pedagogos y educadores sociales. Esta laguna formativa de los futuros educadores y docentes en cuanto a la evolución puede ser un problema, sin duda, para la apropiación de estos contenidos por los futuros docentes y su uso como referente personal en la enseñanza.

Como hemos indicado anteriormente, el conocimiento disciplinar del futuro profesor de educación secundaria debe adquirirse en su formación académica preuniversitaria y en el grado que haya cursado. La cuestión que se plantea es que, aunque admitamos una adecuada formación en los grados de Biología o Ciencias Ambientales en sus distintas denominaciones, que incluyen contenidos asociados a la teoría de la evolución -genética, embriología, geología, etc.-, el acceso a la docencia en el sector público (que incluye en el conjunto de España el 67,5 % de los centros educativos no universitarios) se realiza mediante oposición para la que se exige un grado, licenciatura o ingeniería, sea esta cual sea. Esto implica que muchos profesores que acceden a la especialidad de Biología y Geología no habrán estudiado la teoría evolutiva nunca en su formación inicial. El MAES

(Máster Universitario de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas) en la especialidad de Biología y Geología sí es una exigencia para el acceso a la función docente de quienes quieren adquirir esa especialidad, pero este máster no se ha diseñado para ofrecer contenidos disciplinares a los estudiantes, sino para ofrecerles una introducción a los aspectos didácticos para la enseñanza de la Biología y la Geología.

No se trataría de especializar al profesorado desde la formación inicial, para el acceso a la función pública, en la que tendrán que impartir materias diversas para las que tendrán que formarse probablemente como parte de su desarrollo profesional. Al contrario, perfiles abiertos para las enseñanzas medias pueden ser interesantes de cara a dar a los estudiantes distintas perspectivas del mundo. Se trataría de incluir contenidos científicos básicos -como lo es sin duda la teoría de la evolución- en las enseñanzas medias y en las carreras universitarias. Al menos, en las carreras que llevan normalmente al acceso a la función pública en áreas relacionadas con las ciencias sociales y las ciencias naturales.

En el caso de los profesores universitarios, también el problema de la progresión de los contenidos en las distintas etapas educativas les afecta. Porque un profesor universitario no puede, con carácter general, retrotraerse a los contenidos de las enseñanzas medias antes de desarrollar los contenidos propios de cada asignatura, por lo que debe suponer que los estudiantes ya tienen aprendidos estos conceptos. Pero, si esto no es así, nos encontraremos con una laguna conceptual que no permitirá un aprendizaje significativo y funcional de los nuevos conceptos.

El problema de la apropiación cultural de la teoría de la teoría de la evolución

Lo que llamamos *apropiación cultural* de una teoría, se puede referir a individuos o a instituciones. En cuanto a los individuos, esta apropiación supone el conocimiento, la aceptación y la interiorización como parte fundamental de sus esquemas de conocimiento, lo que permite utilizar esa teoría como referente general para la visión que cada persona tiene el mundo que le rodea y aplicarla en el trabajo con los estudiantes de muy distintas áreas de conocimiento. Si hablamos de

las instituciones, la apropiación cultural implica que esa teoría forma parte importante de los conocimientos que se transmiten en ellas, es parte del «sello» que caracteriza a sus estudiantes y pervive más allá de las generaciones de profesores y líderes. El problema es que la teoría de la evolución no suele formar parte del «sello» de las instituciones educativas ni, por supuesto, de la mayoría de los maestros y profesores porque, aunque aceptada, no se conoce con la profundidad y exactitud suficiente y, por tanto, no puede integrarse en la actuación diaria de los profesores ni como referente científico en la vida de las instituciones.

Propuestas para abordar el futuro inmediato en la enseñanza de la teoría de la evolución

Como hemos indicado anteriormente, un cúmulo de contenidos relacionados con los valores está muy presente en el currículo de las enseñanzas no universitarias -y también en muchos títulos de grado y posgrado- sin que los contenidos relacionados con el funcionamiento de la ciencia y sus grandes teorías -entre ellas la teoría de la evolución- se hayan considerado de importancia suficiente para darles un papel relevante en la educación de los ciudadanos y de los futuros docentes de todas las etapas educativas. Pero la ciencia derivada de la Ilustración y con raíces profundas en la Modernidad, se cuestiona hoy como elemento clave para la transmisión de la cultura a las nuevas generaciones. En este contexto, el conocimiento y aceptación reflexiva de la teoría evolutiva por parte de los ciudadanos se torna una misión ardua para el profesorado de las enseñanzas no universitarias, lo que podría ser modificado con la inclusión de algunas de las propuestas siguientes en los programas escolares.

La *revalorización* del esfuerzo, la modernidad y el conocimiento como base de la enseñanza y el aprendizaje y como plataforma para el desarrollo de competencias y el trabajo emocional. Es decir, recuperar la ciencia como el pilar más valioso de la educación y proyectar este valor en los currículos tanto de la educación básica como de la posobligatoria y, por supuesto, en los títulos universitarios.

La *recuperación* de la memoria como la base del aprendizaje significativo -comprendido y retenido por el estudiante a largo plazo y aplicable a nuevas situaciones y contextos-, más allá de los dispositivos

tecnológicos de almacenamiento de datos y de la ayuda de las nuevas inteligencias artificiales. Modelos de enseñanza como el que se encuentra bajo la metáfora *leapfrog* -procedentes de la economía- (Lee, 2021), para el crecimiento y desarrollo acelerado de países en desarrollo a través del uso de la tecnología-, colocan en la base de la enseñanza y del aprendizaje la memoria (enseñanza basada en lecciones del profesor y memorización y comprensión de los conceptos por parte los estudiantes) y nos dan la oportunidad de, a partir de la memorización y la comprensión, llevar a cabo análisis y aplicación de conceptos, hasta llegar a la capacidad evaluativa y al a creación de nuevos contenidos (Instance y Paniagua, 2019).

El *abandono* de los modelos de inculcación y la *adopción* de modelos *laissez faire* con contenidos abundantes y suficientes para que los estudiantes puedan valorarlos y seleccionarlos en función de las evidencias que aporten quienes los presentan.

La *apuesta* del sistema educativo por una educación que no sólo atienda a las masas, sino que contemple la formación de las élites del conocimiento, entre las que se encuentran -o deberían encontrarse- los futuros docentes de todos los niveles educativos, incluidos los profesores universitarios.

La *beligerancia* de los académicos y profesores que conocen bien la teoría de la evolución y cómo enseñarla. Su papel debe ser esencial en la transmisión de un conocimiento basado en la evidencia científica, independientemente de las leyes educativas de turno o de los modelos pedagógicos mejor considerados en cada momento. Conocer, aceptar y transmitir estos conocimientos a la generación siguiente es una obligación ineludible.

Como colofón a estas reflexiones, no debemos dejar de pedir una revisión de los currículos de la educación básica y posobligatoria no universitaria y de los títulos de grado y posgrado relacionados con la formación de futuros maestros y profesores, para la inclusión de contenidos científicos relevantes basados en las evidencias, más allá de consensos políticos en torno a los paradigmas de moda aceptados por una parte de la sociedad. Sin embargo, esto sólo podría suceder si se modifica sustancialmente la visión que tienen los políticos de nuestro país a la hora de hacer política educativa, basados en la confrontación y la utilización para fines partidistas. La necesaria tranquilidad del

profesorado para impartir sus materias con profesionalidad y dedicación pasa inevitablemente por un gran pacto nacional por la educación (Gijón Puerta, 2008) que aborde la inclusión de contenidos científicos altamente relevantes, como es, sin duda, la teoría de la evolución. Un pacto educativo por la educación parece muy lejano en nuestro país, pero no es menos necesario por ello. Sin ese gran acuerdo nacional y sin esos contenidos científicos relevantes, nos dirigiremos sin duda hacia una educación de ciudadanos cada vez menos formados en los aspectos esenciales de la ciencia y, por tanto, más manipulables y menos partícipes de las grandes decisiones sociales, económicas y culturales.

Bibliografía

- Ayala F.J., Dobzhansky T. (1974). Estudios sobre la filosofía de la biología. Barcelona: Ariel.
- Ayala F.J., Valentine J.W. (1983). La evolución en acción. Madrid: Alhambra Logman.
- Botella López M.C. (2023). Introducción. En: El origen de las especies: mediante selección natural: 12-35. Alianza Editorial. Madrid.
- Broecker W.S. (1975). Climatic change: Are we on the brink of a pronounced global warming? Science 189(4201): 460-463. <https://doi.org/10.1126/science.189.4201.460>
- Broecker W.S. (1994). Massive iceberg discharges as triggers for global climate change. Nature 372(6505): 421-424. <https://doi.org/10.1038/372421a0>
- Brown J., Scott J.A. (2016). Measuring the acceptance of evolutionary theory in Texas 2-year colleges. Res High Educ 31: 1-11.
- Caduto M.J. (1985). A guide on environmental values education. Environmental Education Scences 13. Unesco: Division of Science, Technical and Environmental Education. ED/85/WS-94.
- Coll C. (1987). Psicología y currículum. Buenos Aires: Paidós.
- Coll C. (1994). Fundamentos del Currículum. En C. Coll (Ed.). Psicología y currículum. Una aproximación psicopedagógica a la elaboración del currículum escolar. Paidós. Barcelona.
- Crusafont M., Meléndez B., Aguirre E. (1966). La Evolución. Madrid: Biblioteca de Autores Cristianos (BAC). La Editorial Católica SA.
- Darwin C.R. (1859). On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life. London: John Murray.
- De Vecchi G., Giordan A. (2006). Guía práctica para la enseñanza científica. Serie Fundamentos nº 22.

- Colección Investigación y Enseñanza. Sevilla: Díada Editora, S.L.
- Deniz H., Borgerding L.A. (2018). Evolutionary theory as a controversial topic in science curriculum around the globe. En: H. Deniz y L.A. Borgerding (Eds.). *Evolution education around the globe*: 3-11. Springer Verlag Editions.
- Dennett D.C. (1995). Darwin's Dangerous Idea. *The Sciences* 35(3): 34-40. <https://doi.org/10.1002/j.2326-1951.1995.tb03633.x>
- Dennett D.C. (2006). *Breaking the spell: Religion as a natural phenomenon*. New York: Viking. The Penguin Group.
- Dobzhansky T. (1937). *Genetics and the Origin of Species*. New York: Columbia University Press.
- Dobzhansky T. (1973). Nothing in Biology Makes Sense except in the Light of Evolution. *Am Biol Teach* 35(3): 125-129. <https://doi.org/10.2307/4444260>
- European commission. Education and Training. (2019). *Key Competences for Lifelong Learning*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Fouad K.E. (2018). Pedagogical implications of American muslims' views on evolution. En: H. Deniz y L. Borgerding (Eds.). *Evolution Education Around the Globe*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-90939-4_2
- Gefael J., Prieto T., Abdelaziz M., Álvarez I., Antón J., Arroyo J., et al. (2020). Acceptance and knowledge of evolutionary theory among third-year university students in Spain. *PLoS One* 15(9): e0238345. [10.1371/journal.pone.0238345](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238345)
- Gijón Puerta J. (2008). El necesario pacto por la educación en España. Prólogo. En: *El pacto educativo en España. Argumentos para el debate: (bases para un pacto educativo de Estado de la Fundación ECOEM)*: 1-3. Fundación ECOEM. Sevilla.
- Gijón Puerta J., Botella López M.C., Lizarte Simón E.J. (2020). Validation of the KEE (Theory of Evolution knowledge) and MATE (Theory acceptance) questionnaires in students of the University of Granada. *Evolution of and by humans. VII Biennial Congress of SESBE*: 157. Sevilla: SESBE.
- Gijón Puerta J., Gijón M.K., Lizarte Sión E.J., Perán Mesa G., Camacho M.M. (2023). Nada tiene sentido en educación si no es a la luz de la teoría de la evolución. En: M.C. Botella, M.K. Gijón y J. Gijón Puerta (Eds.). *Después del origen de las especies: la teoría darwiniana, paradigma de hoy*: 225-243. Editorial Universidad de Granada. Granada.
- González García F. (2023). Tratamiento curricular e investigaciones educativas sobre la teoría de la evolución. En: M.C. Botella, M.K. Gijón y J. Gijón Puerta (Eds.). *Después del origen de las especies: la teoría darwiniana, paradigma de hoy*: 195-209. Editorial Universidad de Granada. Granada.
- Hersh R.H., Reimer J., Paolitto D.P. (1984). *El crecimiento moral: de Piaget a Kohlberg*. Madrid: Narcea S.A. de Ediciones.
- Instance D., Paniagua A. (2019). *Learning to Leapfrog: Innovative Pedagogies to Transform Education Policy Brief Summary Findings*. Washington D.C.: Center for Universal Education at Brookings.
- Jefatura del Estado. Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Pub. L. No. 3/2020. B.O.E. no 340 Miércoles 30 de diciembre de 2020 (2020). España.
- Kuhn T. (1962). *Teoría de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Kuszmierz P., Meneganzin A., Pinxten R., Pievani T., Cvetković D., Mavrikaki E., et al. (2020). Towards common ground in measuring acceptance of evolution and knowledge about evolution across Europe: a systematic review of the state of research. *Evo Edu Outreach* 13(1):1-24. <https://doi.org/10.1186/s12052-020-00132-w>
- Lee K. (2021). Economics of technological leapfrogging. En: L. Jeong-Dong, K. Lee, D., Meissner, S. Radosevic y N. Vonortas (Eds.). *The Challenges of Technology and Economic Catch-Up in Emerging Economies*: 123-159. Oxford Academic. Oxford. <https://doi.org/10.1093/oso/9780192896049.001.0001>,
- Mayr E. (1978). *Evolution*. *Sci Educ* 26: 6-17.
- Monteiro S., Almeida L., Gomes C., Sinval J. (2022). Employability profiles of higher education graduates: a person-oriented approach. *Stud High Educ* 47(3): 499-512.
- OCDE. (2018). *Preparing our Youth for an Inclusive and Sustainable World. The OECD PISA global Competence Framework*. Paris: OCDE.
- Odling-Smee J., Laland K.N., Feldman M.W. (2003). *Niche construction. The neglected process in evolution*. Princeton: Princeton University Press.
- Pérez Á.L., Suero M.I., Montanero M., Pardo P.J. (2004). Aplicaciones de la Teoría de la Elaboración de Reigeluth y Stein a la Enseñanza de la Física. Una Propuesta en la Utilización del Programa Informático CmapTools. En: A.J. Cañas, J.D. Novak y F.M. González García (Coords.). *Concept maps: theory, methodology, technology: proceedings of the first International Conference on Concept Mapping*: 519-526. ISBN 84-9769-064-8 Vol. 1.
- Popper K.R. (1983). *Conjeturas y Refutaciones*, 2ª ed. Barcelona: Paidós.
- Reigeluth C.M. (2016). *Instructional Theory and Technology for the New Paradigm of Education*. RED.

- Revista de Educación a Distancia (RED) 50(1b).
<https://doi.org/10.6018/red/50/1b>
- Rutjens B.T., van der Pligt J., van Harreveld F. (2010). Deus or Darwin: Randomness and belief in theories about the origin of life. *J Exp Soc Psychol* 46(6): 1078-1080.
<https://doi.org/10.1016/j.jesp.2010.07.009>
- Sala A., Punie Y., Garkov V., Cabrera M. (2020). *LifeComp: The European Framework for Personal, Social and Learning to Learn Key Competence*. Brussels: Publications Office of the European Union.
<https://doi.org/10.2760/302967>
- Sequeiros L. (2001). Popper y Kuhn: Veinte años después. Reflexión didáctica en el Centenario (1902-2002) del nacimiento de Karl R. Popper. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra* 9(1): 2-12.
- Stenhouse L. (1968). The Humanities Curriculum Project. *J Curric Stud* 1(1): 26-33. <https://doi.org/10.1080/0022027680010103>
- Taşkın Ö. (2020). Teaching Evolution in Muslim Countries : Is Constructivism a Solution or a Threat ? *J Educ Life* 34(2): 561-578. <https://doi.org/10.33308/26674874.2020342202>
- Vázquez-Ben L., Bugallo-Rodríguez Á. (2018). El modelo de evolución biológica en el curriculum de Educación Primaria: Un análisis comparativo en distintos países. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*. 15(3): 3101.https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3101
- Wilson E.O. (1998). *Consilience. The Unity of Knowledge*. New York: Vintage Books.

Evolución del evolucionismo en la Antropología Física española

Miguel C. Botella López¹

¹Laboratorio de Antropología. Universidad de Granada. Facultad de Medicina. PTS. 18016 Granada.

Corresponding Author: mbotella@ugr.es

RESUMEN

Se analiza el recorrido del evolucionismo en la antropología física española, desde su introducción a mediados del siglo XIX hasta el momento presente, con especial acento en el contexto político y en la influencia de la educación religiosa, que en España reviste características específicas. Entró de la mano de los sectores más liberales, krausistas y masones, y desde el principio contó con la violenta oposición de los sectores más conservadores de la sociedad, alineados con los elementos más reaccionarios de la Iglesia católica y avalados por la más alta jerarquía, que se opusieron de manera radical al cambio de paradigma, peligroso por su inherente materialismo. Tras distintos altibajos, relacionados con los gobiernos de uno u otro signo, las polémicas bajaron de tono con la Restauración; entonces se trató de armonizar en una mezcla imposible el creacionismo con las diferentes teorías. A partir de ese momento, casi se pasó de puntillas por el tema y se cayó en numerosos errores de concepto, hasta el momento presente cuando se habla mucho de evolución como el pilar básico de la Biología, y por supuesto de la Antropología, pero en realidad se conoce poco y mal.

Palabras claves:

Antropología física
Evolución
Darwinismo
Catolicismo
Neodarwinismo

ABSTRACT

The itinerary of evolutionism in Spanish physical anthropology is analysed, from its introduction in the mid-19th century to the present, with special emphasis on the political context and the influence of religious education, which in Spain has specific characteristics. Evolutionism was introduced hand in hand with the most liberal sectors, krausists and masons, and from the beginning it had the violent opposition of the most conservative sectors of society, aligned with the most reactionary elements of the Catholic Church and endorsed by the highest hierarchy, who radically opposed the paradigm shift, dangerous due to its inherent materialism. After different ups and downs, related to governments of one kind or another, the controversies subsided with the Restoration of the monarchy; so they tried to harmonize creationism with the different theories in an impossible mix. From that moment on, he almost tiptoed around the topic and fell into numerous misconceptions, until the present moment when there is a lot of talk about evolution as the basic pillar of Biology, and of course Anthropology, but in reality is little and poorly known.

Keywords:

Physical Anthropology
Evolution
Darwinism
Catholicism
Neodarwinism

Introducción

Al estudiar el mundo que nos rodea, y por supuesto el de los seres vivos, resulta imprescindible articular los conocimientos en torno a un núcleo de ideas fundamentales para tratar de explicar lo que vemos o creemos ver. Aun si se quiere ampliar el límite de lo biológico, y para el caso del ser humano se presta atención a otras vertientes sociales, ideológicas o metafísicas, también se precisa contar con sistemas explicativos que, al menos, sirvan para dar cohesión al pensamiento y ofrezcan una justificación a la manera de conducirse en un momento determinado.

Cada sistema explicativo responde a una circunstancia específica y se produce en una sociedad concreta, no surge de la nada como algo espontáneo, que de pronto revoluciona el pensamiento y se acepta sin discusión. Al contrario, es el resultado de muchas incertidumbres previas, de alfilerazos poco importantes en apariencia, que calan en la sociedad y crean un ambiente propicio para alcanzar en un momento dado una nueva manera de comprender el mundo que rompa con lo anterior. Y solo podrá contemplarse cuando el terreno esté abonado y concurren las condiciones adecuadas. La norma general es que esa ruptura tenga lugar después de muchas discusiones y enfrentamientos entre las viejas y las nuevas ideas. Y la teoría de la evolución responde a la perfección a lo indicado.

Durante milenios, seres superiores han organizado la Naturaleza desde el principio al final, han fiscalizado todas las actividades humanas y sus relaciones con el medio circundante; han decidido sobre su fortuna o su desgracia, y han decretado hasta su salvación o condena después de muertos. Para que la teoría de la evolución haya sido aceptada en Occidente, y todavía no de manera completa, ha sido necesario romper con dogmas y prejuicios arrastrados desde los inicios mismos de la civilización. El argumento teleológico continúa arraigado de una u otra manera en la mayor parte de las sociedades, y en la española en particular, por unas especiales circunstancias heredadas de antiguo.

Lamarck y Darwin ¿cuál de los dos?

Juan Bautista de Monet, caballero de Lamarck (1744-1829), fue el primer personaje en construir la

primera teoría completa en torno a los cambios continuos en la Naturaleza. Aportó una avanzada visión materialista, a partir de ese momento de enorme influencia en la percepción y en la manera de interpretar los fenómenos en torno a la vida. Abrazó la causa de la Revolución francesa y contó con fama y prestigio, pero su fortuna mudó en desgracia al instaurarse el I Imperio con Napoleón Bonaparte.

Cincuenta años antes de que *El origen de las especies* saliese de la imprenta, Lamarck había trazado los fundamentos de la teoría de la evolución, la manera moderna de organizar en su derredor los conocimientos en torno a la vida. Él articuló por primera vez una teoría positiva de la evolución. Inició un ancho camino, diversificado más tarde en nuevos senderos, de los que el darwinismo ha sido el continuador con mayor personalidad y fortuna.

Lamarck estimó, con razón, que en la Naturaleza no existen órdenes, géneros o especies, sino seres vivos que se suceden unos a otros; aquellos son meros artificios derivados del pensamiento aristotélico y cartesiano, creados para poder aprehender la inmensidad de la materia viva. Bautizó el estudio científico de los seres vivos como Biología, y aplicó el término de invertebrados para los animales sin columna vertebral, el 95%, o más, de las especies zoológicas. Aunque ya en 1800 había expresado las bases de su pensamiento evolucionista, fue nueve años después, al publicar el libro *Filosofía zoológica*, cuando expuso de manera metódica su teoría, ampliada en obras posteriores (Lamarck, 1911). De acuerdo con Haeckel: (A Lamarck) «le corresponde la gloria imperecedera de haber sido el primero en elevar la teoría de la descendencia al rango de teoría científica independiente, y de haber hecho de la filosofía de la Naturaleza la base sólida de la Biología toda entera.» (Haeckel, 1912).

La caída en desgracia, su progresiva ceguera, los errores cometidos y el renombre cada vez mayor de otros estudiosos con doctrinas opuestas, como el influyente y engreído Cuvier, compañero y director en el *Muséum National d'Histoire Naturelle* de París creador de otra teoría, el catastrofismo, relegaron su figura a un plano de escasa relevancia y que esta permaneciese casi desconocida durante más de un siglo. Pero si el prohombre resultó anulado por el poder de otros, no sucedió así con su obra, que trascendió sin

pretenderlo. La época y el lugar eran los adecuados para abordar la sistematización de la ciencia, algo en lo que participó también Lamarck. En aquellos años se llegaron a reunir en el *Muséum* los más considerados especialistas de las diversas ramas de las ciencias, unos como profesores y otros como estudiantes. Ellos trataron de recoger todo lo conocido hasta entonces acerca de sus respectivas materias para colocarlas en un orden inteligible, y para eso echaron mano de las clasificaciones de la obra de Buffon, tan influyente en Diderot para estructurar *La Enciclopedia*.

Así pues, la manera de ordenar la gradación de los seres vivos podía estar clara, al menos hasta cierto punto; consistía en disponer de manera sucesiva los diferentes animales y plantas conocidos, como ladrillos en una obra; se podía saber qué se ponía y cómo había de colocarse, de acuerdo con las clasificaciones de Buffon o Linneo. Pero faltaba algo de enorme importancia: el cemento con que unir entre sí los ladrillos para dar solidez y coherencia a lo construido, o sea, el justificar de modo convincente por qué se hacía en ese orden y de esa manera. Y ese cemento, esa explicación, fue la propuesta evolucionista de Lamarck. A menudo esas minuciosas obras de recopilación derivaron en tratados monumentales, elaboradas en su mayoría por autores franceses, a modo de nuevas enciclopedias específicas de cada materia. Estas se han mantenido en el tiempo por la dificultad de reelaborar algo tan complejo. Eso permitió a los postulados de Lamarck mantenerse hasta ahora; aún se aceptan y sostienen en no pocos estudios relacionados con las ciencias de la vida, tal vez deslizados de modo inconsciente.

Si bien Charles Darwin (1809-1882) no fue el primero en enunciar la teoría de la evolución porque ya se habían dado antes pasos en ese sentido, el de Lamarck el principal, la llevó al nivel explicativo más alto, gracias sobre todo a la brillante introducción del concepto de selección natural. Tal como indicó Ayala (2009), con Darwin se cierra la revolución iniciada por Copérnico en el siglo XVI, ese radical cambio de paradigma que transformó el mundo cuando colocó a la Tierra como un planeta más en constante giro alrededor del sol. Kepler, Galileo y Newton continuaron el paso a una concepción del universo como un sistema de materia en permanente movimiento regido por leyes naturales. Darwin propuso al ser humano como una

forma más de vida, resultado de un proceso natural, descendiente de otras anteriores y origen de otras nuevas, sin necesidad de la intervención de algún factor ajeno a la propia naturaleza. Ni la Tierra es el centro del universo, ni los humanos somos la cúspide de la vida o el centro de lo viviente.

Con la teoría de Darwin de la evolución por selección natural, «el origen y la adaptación de los organismos en su profusión y su maravillosa diversidad fueron así traídos al dominio de la ciencia.» (Ayala, 1977). El impacto de la teoría de la evolución mediante selección natural ha sido extraordinario; tal vez Darwin haya sido el personaje que más ha influido en el mundo occidental en los últimos siglos. La Biología logró ya su sentido con la teoría de la evolución, al fin y al cabo, el núcleo basal donde se construye a día de hoy el edificio de las ciencias de la naturaleza y de la vida. Pero, con ser fundamental, no es eso solo lo importante de la teoría de la evolución darwiniana. Se formuló en el momento y en el lugar precisos, cuando se crearon los nuevos modelos ideológicos que dan soporte al mundo actual; sus paradigmas se incorporaron para conformar y justificar los nuevos comportamientos, los mismos que todavía mueven a las sociedades industrializadas de ahora.

Si la *Filosofía zoológica* es un texto obligado para quien se dedica a las ciencias de la vida, entre otras cosas porque fue el primer intento organizado de explicación de los cambios continuos en los organismos, *El origen de las especies* de Darwin es una obra esencial, imprescindible de leer y conservar en cualquier biblioteca. Ese libro configuró en gran medida la cosmovisión actual de occidente, aunque para unos el resultado sea bueno y para otros funesto, guste o no guste. Nuestra visión no sería la misma si no se hubiese escrito *El origen de las especies*.

Con ser esenciales esas obras y sus autores, en nuestro sistema educativo no se trata de manera adecuada la teoría de la evolución, ya sea en las enseñanzas medias o en las aulas universitarias. Eso se traduce a menudo en una falta de auténtica comprensión del evolucionismo; se suele reducir a toscos clichés superficiales repetidos una y otra vez, más como anécdotas que como un cuerpo de conocimiento científico.

Cuando se trata de Lamarck, muchas veces no se tiene en cuenta el enorme valor de sus aportaciones

a la taxonomía, ni su primacía en elaborar una teoría coherente de la evolución ni, por supuesto, las circunstancias de la época en la que la concibió. Por lo general se hace hincapié en banalidades, reveladoras casi siempre del desconocimiento de su obra, como la inquina con la que le trató Cuvier, quien publicó la teoría del catastrofismo tres años después de la *Filosofía zoológica* (Cuvier, 1850). Llegó a atacarle con crueldad por su ceguera, y se ensañó con descalificaciones en el discurso de elogio pronunciado a su muerte en 1832, un episodio en verdad indigno (Cuvier, 1861).

Se critican y ridiculizan con desdén sus famosas leyes e, incluso, se llega a reprobar con presunción a quien pone en tela de juicio algún postulado mal digerido. El estigma cae sobre aquel que ha sido tachado de lamarckista, y este es un sambenito muy mal considerado en medios académicos de nuestro país. Pero en realidad el caer en ideas lamarckistas resulta mucho más frecuente de lo que pudiera parecer, incluso cuando se pretende lo contrario. La transmisión inconsciente de sus postulados, como caballos de Troya dentro de escritos de consulta obligada, a veces complejos, y voluminosos, repletos de descripciones prolijas, no da facilidades para el necesario análisis crítico pausado y termina por asumirse sin discusión. Sería pedir demasiado a un estudiante, quien debe asimilar en un curso textos áridos con varios miles de páginas, llenos de nombres y detalles, que pueda tener tiempo suficiente como para discutir lo adecuado de tal o cual sistema explicativo. Asuntos como el uso y el desuso de los órganos, o la necesidad como motor para los cambios, son moneda corriente para atacar o defender con pasmosa superficialidad las diferentes posturas. Tal vez uno de los más socorridos sea el de la necesidad.

En las clases de anatomía humana, muchos profesores han bebido hasta ahora en las extraordinarias y detalladas fuentes francesas del XIX, algo que no se debe olvidar, y caen con frecuencia en la trampa de utilizar el uso y el desuso, o la necesidad en sentido lamarckiano, porque lo han estudiado así. Se emplean a modo de comodines y así no se necesita entrar en más profundidades conceptuales añadidas a la morfología estudiada. Un buen ejemplo de ello es el conocido, y por otra parte espléndido, *Tratado de Anatomía* de Testut y Latarjet (1984). Son de manejo

vulgar afirmaciones equivocadas pero muy corrientes, como que se pierden por falta de uso el rabo, la muela del juicio, el apéndice o el dedo pequeño del pie; la mano contribuye a desarrollar el cerebro cuando se usa o al revés, el corazón estaría ahí porque se necesita para mover la sangre, igual que los ojos para ver o el cerebro para pensar.

Pero en Biología, y en general en las ciencias de la naturaleza sucede lo mismo: tal o cual órgano aparece o desaparece si se usa o no, la aguda visión de las rapaces se debe al uso para buscar a las presas, mientras que los ojos de los topos están casi atrofiados por falta de uso. A los felinos les salieron las garras que necesitan para cazar, una planta gira hacia el sol porque necesita sus rayos, las ballenas fabricaron esa gruesa capa de grasa para protegerse en las aguas frías o las bacterias crean resistencias ante la necesidad de defenderse de los antibióticos que las atacan. Y la herencia de caracteres adquiridos comienza a ser tenida en consideración, porque la epigenética enseña que la barrera puede ser más permeable de lo que se imaginaba. Pero en otros ámbitos de la ciencia aparecen errores conceptuales aún más grandes, en todas partes cuecen habas. Baste examinar la asunción, sin crítica, del catastrofismo como dogma de fe explicativa en determinadas disciplinas científicas muy próximas.

No deja de resultar sorprendente que la *Filosofía zoológica* de Lamarck haya sido editada en España solo seis veces: una en gallego, otra en catalán y cuatro en castellano; la primera data de 1911 y era solo de una parte, y otra una edición facsímil de la primera. Muy pobre conjunto de traducciones cuando de alguien tan notable y tan decisivo se trata. Darwin, por el contrario, tuvo mucha mejor suerte. El momento y el lugar donde desarrolló su trabajo fueron la tierra fértil donde pudo fructificar la semilla, no sin agrias controversias. Tuvo el apoyo de buena parte de la élite intelectual británica del momento y nunca pasó apuros económicos, pues vivió de las considerables rentas familiares, de los negocios e inversiones y de la venta de sus catorce exitosos libros.

Lo más avanzado de la burguesía de su tiempo participó en el cambio de paradigmas, provocados en última instancia por la revolución industrial; muchos aportaron las bases ideológicas para la consolidación del expansivo imperio británico y de la sociedad industrial desde diferentes campos. Entre ellos estuvo

Charles Darwin. Su más importante aportación a la teoría de la evolución fue el haber creado un marco conceptual sin recurrir a fábulas, basado en los cambios de los seres vivos a través de la selección natural (Darwin, Otero-Piñeiro trad., 2023).

En los años treinta del pasado siglo, se conjuntó la teoría de la evolución darwiniana con los conocimientos en genética, la cual explica una parte de los mecanismos evolutivos, y de ahí surgió la teoría sintética de la evolución o neodarwinismo. A partir de entonces, cuando se habla de teoría de la evolución no se hace sino de la teoría sintética.

De todos es conocido el enorme impacto de la obra de Darwin, sobre todo de *El origen de las especies* (Botella, 2023a), no es momento de entrar en ello; sin embargo, de nuevo nos encontramos con que a menudo se trata al personaje de un modo demasiado superficial, ajeno a la realidad y reducido a unos cuantos tópicos. En muchas ocasiones, el discurso se limita a exponer generalidades, anécdotas de su vida sacadas de contexto y rasgos de su personalidad que desfiguran la sustancia de su pensamiento.

Sabemos bien el alto nivel de consanguinidad de su familia, sus historias de primos y tíos, su carácter poco sociable, hipocondríaco y las interminables dolencias que le afectaron durante cuarenta y cinco años. También conocemos que era rico, racista, eugenista, enemigo de la esclavitud y sin embargo justificaba la superioridad de la raza blanca civilizada sobre las demás, mucho mejor si encima era británica. Podemos destacar las equivocaciones en un número apreciable de sus propuestas, lo farragoso y enrevesado de su estilo literario, característico de la era victoriana, o que su teoría se expuso junto con la tan semejante de Alfred Russel Wallace. Tomó la exitosa expresión “supervivencia del más apto” de Herbert Spencer, y treinta años antes, ya Patrick Mathew había anticipado la misma noción de la selección natural expresada por él y por Wallace; pero el mismo Darwin lo reconoció y citó hasta una veintena de predecesores en la Nota histórica de la sexta edición, la definitiva, de *El origen de las especies*.

Dejó escrito: «Lamarck fue el primer hombre cuyas conclusiones sobre la materia despertaron un gran interés», aunque señaló los para él fundamentos erróneos de su pensamiento (Darwin, Otero-Piñeiro trad., 2023).

Resulta pobre en extremo reducir la magna obra de Darwin a esos estereotipos, y poco razonable juzgar con los postulados de hoy las circunstancias, ideología y opiniones de lo que sucedió hace 165 años. No fue un chispazo científico nacido de modo espontáneo, sino al revés; Darwin surgió como fruto maduro de una época, de un escenario y de unas circunstancias únicas en la historia de la humanidad. Fue producto de su momento histórico, y al mismo tiempo uno de los protagonistas que contribuyeron a modelar un nuevo mundo en construcción.

El contexto general

Es necesario explicar algunas de las complejas circunstancias que concurrieron para ocasionar un gran número de conflictos en Europa, si bien en España cursaron con rasgos peculiares que han condicionado el devenir del país hasta el presente, todo ello con un obligado ejercicio de reduccionismo por el escaso espacio disponible.

La segunda mitad del siglo XIX estuvo marcada por importantes turbulencias políticas y sociales en Europa, ya arrastradas de antes. La victoria de Francia en la guerra de Crimea provocó un auge de la influencia de ese país en todos los terrenos, incluido el científico. La ciencia francesa impuso sus modelos, hasta que el conflicto franco-prusiano acabó con la dolorosa derrota francesa en Sedán, la abdicación del emperador Napoleón III, la instauración de la república y el inicio de interminables conflictos en ese país (Botella, 2024). A partir de entonces tomaron el relevo Gran Bretaña y la Alemania unificada en el II Reich. Sobre todo, el influjo de esta última se hizo notar mucho en España durante gran parte del siglo XX. La relativa estabilidad española se quebró con la muerte de Fernando VII. El rey, en sus últimos momentos, impuso la jura como heredera de la corona de la princesa Isabel, “la de los tristes destinos” como la llamaría Galdós, con menos de tres años; fue ineludible la regencia, primero de su madre, María Cristina, y más tarde de Baldomero Espartero. Accedió al trono como reina y con plenos poderes tan solo con trece años; eso dio inicio a un problema dinástico largo y enconado, pues el hermano del rey fallecido pretendía ser el legítimo heredero. Las consecuencias de esa disputa fueron las amargas guerras carlistas, los conflictos políticos y los

desencuentros con la Iglesia. La jerarquía eclesiástica de manera abierta, y Prusia, Austria y Rusia, de manera algo más disimulada, respaldaron al pretendiente don Carlos, ultraconservador y católico a todo trance, mientras que los parlamentaristas liberales, Gran Bretaña, Francia y Portugal, lo hicieron con Isabel.

Durante la Regencia de María Cristina, con la reina aún muy niña, gobernaron los liberales; entonces se promulgaron disposiciones opuestas a los intereses de la Iglesia, como la desamortización de Mendizábal de 1835, así como diversos proyectos de secularización del estado.

El papel de la Iglesia católica

Para lo que nos interesa, es fundamental conocer la decisiva influencia de la Iglesia católica en el panorama español. Gregorio XVI rompió de modo unilateral las relaciones diplomáticas con España y no reconoció a la reina; el clero español se volcó en respaldar al papa y combatir con dureza los nuevos liberalismos emergentes, un grave peligro para la ortodoxia religiosa, además de que dañaron de forma considerable los intereses terrenales de la Iglesia.

Ya desde entonces, las relaciones de Roma con el reino de España se distinguieron durante más de un siglo por los altibajos frecuentes, derivados de los bandazos políticos para entregar el poder a los moderados o a los liberales (Botella, 2023b).

La Constitución promulgada en 1845 declaraba en sus primeros párrafos la confesionalidad católica excluyente de la nación, y en 1851, bajo un gobierno moderado, se firmó el «Concordato con la Santa Sede», de enorme trascendencia para el futuro. Además de ratificar la confesionalidad del Estado y señalar numerosos privilegios e indemnizaciones a la Iglesia por la desamortización, dispuso que la enseñanza a todos los niveles, desde la primaria hasta la universitaria, quedase bajo la supervisión y el control de las autoridades eclesiásticas. Por eso proliferaron los centros de enseñanza privados dirigidos por órdenes religiosas, de pago y con capacidad de seleccionar a los alumnos, donde se formó una parte de la burguesía y la alta sociedad del momento, los futuros cuadros dirigentes. Se puede comprender el rechazo de amplios sectores de la población, y en especial de círculos de intelectuales conservadores, a admitir cualquier

oposición a los preceptos religiosos, porque su formación se había hecho con arreglo a ellos. El choque entre liberales y conservadores, estos favorecidos por la intransigente postura de la Iglesia, creó profundas tensiones, fiel reflejo también de la inestabilidad del momento en la sociedad española a todos los niveles.

En ese Concordato se encuentra una de las claves, tal vez la más importante, de por qué el evolucionismo, y el darwinismo en particular, quedaron erradicados en la enseñanza a todos los niveles. El haber dejado en manos de la Iglesia católica su control y la obligatoriedad expresa de seguir su ortodoxia, permitió el adoctrinamiento y una férrea censura sobre lo que se explicaba en las aulas. El «Concordato con la Santa Sede» de 1851 tuvo un recorrido muy largo, pues se mantuvo durante un siglo, hasta 1953, con los lapsos del Sexenio revolucionario, de la I y II repúblicas y otros, cuando, o no se aplicó o se aplicó de un modo muy suave, pero no decayó ni se derogó de modo oficial. Con diversos retoques, los Concordatos se han mantenido hasta más allá del final de la dictadura, por lo cual se ha dejado sentir y se siente todavía la influencia religiosa, intolerante con el evolucionismo darwinista.

Conviene conocer el contenido textual de algunos artículos del «Concordato» (Concordato, 1851):

«Artículo 1º. La religión católica, apostólica, romana, que con exclusión de cualquiera otro culto continúa siendo la única de la nación española, se conservará siempre en los dominios de S. M. Católica con todos los derechos y prerrogativas de que debe gozar según la ley de Dios y lo dispuesto por los sagrados Cánones.

Artículo 2º En su consecuencia la instrucción en las Universidades, Colegios, Seminarios y Escuelas públicas o privadas de cualquiera clase será en todo conforme a la doctrina de la misma religión católica; y a este fin no se pondrá impedimento alguno a los Obispos y demás Prelados diocesanos encargados por su ministerio de velar sobre la pureza de la doctrina de la fe y de las costumbres, y sobre la educación religiosa de la juventud en el ejercicio de este cargo, aun en las Escuelas públicas.

Artículo 3º. Tampoco se pondrá impedimento alguno a dichos Prelados ni a los demás sagrados Ministros en el ejercicio de sus funciones, ni los

molestará nadie bajo ningún pretexto en cuanto se refiera al cumplimiento de los deberes de su cargo; antes bien cuidarán todas las Autoridades del Reino de guardarles y de que se les guarde el respeto y consideración debidos, según los divinos preceptos, y de que no se haga cosa alguna que pueda causarles desdoro o menosprecio. S. M. y su Real Gobierno dispensarán asimismo su poderoso patrocinio y apoyo a los Obispos en los casos que le pidan, principalmente cuando hayan de oponerse a la malignidad de los hombres que intenten pervertir los ánimos de los fieles y corromper sus costumbres, o cuando hubiere de impedirse la publicación, introducción o circulación de libros malos y nocivos».

Se firmó en Roma un convenio adicional en 1859, en el que el Estado español aceptó una aún mayor subordinación al poder eclesiástico, y se comprometió, tanto a pagar al clero y respetar sus bienes, como a no llevar a cabo ninguna desamortización más. En pleno Sexenio democrático, el Papa Pío IX convocó en 1869 el poco afortunado Concilio Vaticano I, para marcar la doctrina frente a la ola de esas nuevas corrientes, que tanto incidían en el dominio de la razón y amenazaban a la ortodoxia católica. No se consiguió sino una mayor intolerancia y radicalidad. Quedó establecido el dogma de la infalibilidad del Papa; se proclamó el dominio de la fe sobre la razón y se manifestó que no debería de haber conflicto alguno entre una y otra, porque al fin y al cabo Dios revela la fe e introduce la razón en el espíritu. Se declaró anatema a quien no declarase que todo fue creado por Dios de la nada, o a quien pudiera considerar verdaderas sus afirmaciones, aunque fuesen contrarias a la doctrina revelada.

Como las decisiones de los concilios obligan a todos los católicos, la Iglesia española, muy conservadora, se opuso con ardor a las nuevas tendencias, con los jesuitas como punta de lanza, como se podía esperar; eran los líderes intelectuales del catolicismo y la orden tiene un cuarto voto, el de obediencia al Romano Pontífice.

El despegue del evolucionismo

Poco se sabe en verdad acerca de la introducción tardía de la teoría de Lamarck en España, (Camós, 2022) donde los terrenos de la ciencia y de la sociedad

entera estaban dominados por las explicaciones a través de la religión. Salvo escasas manifestaciones en la primera mitad del siglo XIX a favor o en contra del evolucionismo, léase lamarckiano porque era la única teoría estimable en el momento, llegó escondida como sistema explicativo, dentro de los textos científicos de anatomía humana y también de ciencias naturales, sobre todo de zoología y botánica. No chocó con el dogma de la Creación ni con la Iglesia católica, o al menos no se produjo al principio un choque frontal, y en las esferas científicas, casi en su totalidad creacionistas, se comenzaron a asimilar sus leyes.

Salvo algunos casos destacados y excepcionales, es dudoso que aquí se llegase a conocer de manera directa y generalizada a través de la fuente original, pues la primera traducción al español de la *Filosofía zoológica*, solo parcial, data de 1911 (Lamarck, 1911). Las polémicas y discusiones sobre evolución a partir de 1860 lo fueron de manera casi exclusiva sobre el darwinismo. Avanzada la década de 1850, penetraron en España las nuevas corrientes filosóficas europeas unidas al liberalismo, el krausismo, el positivismo y la masonería. A esos ismos iría unida algo después la avanzada y materialista concepción de la naturaleza que representaba el darwinismo.

Si hubiera que reducir a una sola persona la influencia decisiva en la formación del pensamiento contemporáneo español, ese sería Julián Sanz del Río. A él se le señala como el introductor del krausismo en España, por su discurso de inauguración del curso 1857-58 en la Universidad Central de Madrid (Sanz del Río, 1966). Era krausista, masón y creyente. Con una redacción oscura, difícil y farragosa, resaltó el valor supremo de la búsqueda de la verdad a través de la ciencia, por encima del Estado y de la Iglesia. Provocó una enorme polémica, con el furioso rechazo de los conservadores y los neocatólicos. Pero esa polémica contribuyó a que los liberales acogieran con más fuerza esas tendencias y se situaran en el polo opuesto. El enfrentamiento fue muy duro, y en 1867, cuando ya llevaba dos años fundada la Sociedad Antropológica española, fue expulsado de su cátedra, que recuperó al año siguiente.

El krausismo se extendió, así como el darwinismo y el marxismo. Pero al cobijo de los intransigentes preceptos de la Iglesia y en el gobierno

conservador de Cánovas del Castillo, justo al comienzo el reinado de Alfonso XII, el integrista ministro Orovio, del partido moderado, promulgó en 1875 los conocidos decreto y circular a los rectores. En ellos se prohibía a los profesores universitarios enseñar ideas contrarias a los mandatos de la iglesia católica y a la monarquía. La primera medida que se tomó fue expedientar a dos profesores de la Universidad de Santiago; fueron expulsados, y hasta encarcelados por explicar el darwinismo y pedir la libertad de cátedra. De inmediato se desató una protesta por parte de catedráticos y profesores; en realidad se produjo una fuerte polarización entre dos partes opuestas, los moderados, alineados con la iglesia, y los krausistas.

Cundieron las expulsiones y las dimisiones por solidaridad. Muchos de los destituidos o excluidos fundaron al año siguiente la Institución Libre de Enseñanza, de completa orientación krausista; esta fue el único organismo independiente que ejerció una gran influencia en la formación de espíritus libres, la punta de lanza de la intelectualidad durante el final del siglo XIX y el primer tercio del XX. La Institución Libre de Enseñanza, con su derivada Junta de Ampliación de Estudios, fue la empresa más destacada de los krausistas españoles.

El darwinismo entró en España de la mano de médicos y naturalistas liberales, adscritos al krausismo y a la masonería, muchos de ellos antropólogos. Solo el librepensamiento y la oposición al clericalismo pudieron favorecer la difusión de esa teoría, que no necesitaba fundamentarse en la intervención divina y colocaba a los humanos en una posición de igualdad con el resto de los seres vivos. Cuando lograban el poder los liberales, el transformismo cobraba importancia, mientras que si lo alcanzaban los moderados sucedía lo contrario. Por eso, el Sexenio democrático fue la etapa de las discusiones más acaloradas en torno a la teoría de la evolución (Botella, 2024). Al final, ganó la batalla la opción católica, la instrucción siguió en manos de la Iglesia, el franquismo persiguió las ideas de la Institución e impuso su autoridad, y hasta 1970 no se produjo una apertura real con el cambio en el sistema educativo.

Se considera como el introductor de la teoría de Darwin en nuestro país a Manuel Machado Núñez, un fiel modelo de su época. Era médico y doctor en Ciencias. Siempre defendió el transformismo y la teoría

de la evolución por selección natural, con una profundidad y un nivel de conocimiento admirables. Fundó en 1869 la Revista Mensual de Filosofía, Literatura y Ciencias de Sevilla, que duró hasta el fin del Sexenio democrático al comenzar la Restauración borbónica. Fundó la Sociedad Antropológica de Sevilla, con firme tinte krausista, y activa durante el breve reinado de Amadeo I. Las conferencias pronunciadas en ese foro, muchas de ellas sobre evolucionismo, se publicaron en la Revista mensual. Renunció a su puesto a causa del Decreto Orovio, aunque luego lo recuperó.

Los médicos antropólogos

El doctor Pedro González de Velasco (1815-1882) destaca como una figura apasionante por su trabajo infatigable, entusiasmo y dedicación intensa a la ciencia. De origen muy humilde, llegó a ser el médico más reconocido de Madrid y de los más prestigiosos de España. Gran conocedor de la anatomía humana, pues hizo más de 8.000 disecciones de cadáveres, derivó hacia la antropología. Consiguió reunir colecciones y objetos muy variados, en lo que se puede considerar un gabinete de curiosidades peculiar, en su propia vivienda transformada en museo, hoy Museo Nacional de Antropología.

Los materiales se desperdigaron a su muerte y de lo que fue su museo solo queda hoy el nombre, pues ha quedado reducido a poco más de un anodino local de exposiciones, acogido a las actuales tendencias de corrección política, vaciado de todo el material de antropología física y de otras valiosas colecciones.

Las alternancias políticas influyeron mucho en su fortuna; era masón, positivista decidido, con declaradas ideas republicanas y liberales que chocaron con los gobiernos conservadores de la alternancia durante la Restauración. Se le difamó y se propagaron mentiras siniestras, favorecidas por el peculiar entorno de restos humanos y extrañas misceláneas que lo rodeaban de misterio; disminuyó mucho su clientela y escasearon los alumnos (Sánchez, 2017).

Como consecuencia de ello y de los enormes gastos que supuso la construcción a su costa del museo, tuvo la necesidad de ofrecerlo en venta al estado; al fin se formalizó la compra en 1888, cuando ya había muerto. Fue uno de los socios fundadores de la Real

Sociedad Española de Historia Natural y de la Institución Libre de Enseñanza.

Junto al famoso oftalmólogo venezolano Francisco de Asís Delgado Jugo, él introdujo la Antropología en nuestro país. Esta disciplina obtuvo su carta de naturaleza con la fundación de la Sociedad Antropológica Española en 1863, a semejanza de la *Société d'Anthropologie* de París, creada en 1859 bajo la dirección de Paul Broca, mentor de Velasco (Sánchez, 2020). El evolucionismo entró en España a través de ella (Galera, Puig-Samper, Pelayo, 1984); en sus reuniones se discutieron los temas desde los diferentes puntos de vista de las especialidades de los miembros, con diversidad de opiniones y discrepancias, pero siempre en tono respetuoso. De los primeros cincuenta y ocho miembros, cuarenta eran médicos positivistas, krausistas y masones de tendencia liberal, darwinistas, aunque no todos, como el fijista Juan Vilanova Piera, insigne geólogo y prehistoriador. En 1874 se creó la Revista de Antropología, órgano de expresión de la Sociedad. Se dejó de publicar poco tiempo después de la muerte de Velasco.

Los anatomistas de la Escuela de San Carlos de Madrid jugaron un papel muy importante en la introducción del evolucionismo en España. Como muchos de ellos, catedráticos prestigiosos, consideraban ya que la Anatomía descriptiva y topográfica ofrecía pocas posibilidades de descubrir algo importante, decidieron abrirse a otros campos científicos y explorar nuevos caminos, por supuesto relacionados, como la Histología en el caso de Ramón y Cajal.

Otros descubrieron en la Antropología una ciencia integradora, fresca, amplia, con muchas posibilidades de profundizar en algunos aspectos. Entre ellos se pueden citar Rafael Martínez Molina, Julián Calleja Sánchez o Federico Olóriz Aguilera, el más conspicuo y acertado antropólogo del grupo. Además, fue muy fuerte la influencia de los textos disponibles; sobre todo eran tratados de autores franceses, impregnados de positivismo y lamarckianos. Esa mezcla de positivismo y teoría lamarckiana se mantiene todavía en la mayoría de los departamentos de anatomía españoles. De todas maneras, hubo quienes, como Olóriz, se decantaron más por el evolucionismo darwinista, mientras que otros lo negaron de manera

radical y lo hicieron por el creacionismo, tal es el caso del ilustre y ampuloso José Letamendi Manjarrés.

Rafael Martínez Molina, doctor en medicina, consiguió en 1853 el doctorado en Ciencias Naturales, y su discurso fue «El hombre considerado en sus relaciones y bajo la influencia de los agentes naturales», de contenido antropológico (Martínez Molina, 1853). Tenía fuertes convicciones religiosas y era masón. En la inauguración del curso 1878-1879 en la Universidad Central de Madrid, su discurso se tituló «El antropologismo está relacionado con todas las ciencias, y debe intervenir en la evolución práctica y racional de los conocimientos humanos» (Martínez Molina, 1878). En él defendió el espiritualismo frente a la teoría darwinista. En el prólogo al *Manual de Técnica Anatómica* de su querido colega Olóriz, escribió: «No olvidemos aquella ley que dice que la naturaleza se eleva por grados insensibles desde lo más sencillo a lo más complicado» (Martínez Molina, 1886), si bien abundó en la idea de la creación.

Julián Calleja llegó a tener mucho poder dentro de ese sistema de *escuelas*, que hasta hace muy poco tiempo ha sido la norma en la docencia de la anatomía humana y en otros muchos departamentos universitarios. Se decantó por el lamarckismo, junto con la creencia en un Ser Supremo creador. Era masón, y criticó a Darwin, a Krause y a Haeckel. Se sucedieron diversos intentos para la creación de una cátedra de Antropología, pero Calleja fue el impulsor definitivo de la idea. En el discurso que pronunció para ingresar en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales dio cuenta de los esfuerzos iniciales para oficializar la Antropología en España. El título no dejaba lugar a dudas: «Necesidad de proteger los estudios antropológicos en nuestro país» (Calleja, 1892), donde pidió la creación de una cátedra en la Facultad de Ciencias y no en Medicina, tal vez por los enfrentamientos con Olóriz.

El granadino Federico Olóriz Aguilera cerró el provechoso ciclo de anatomistas antropólogos del último tercio del XIX. Con él, y por espacios de poder mal entendidos, se inició el desencuentro de los naturalistas con los médicos antropólogos, que ha continuado de manera excluyente hasta hace muy poco. Estudió en el Instituto de Segunda enseñanza de Granada y siguió las clases donde Rafael García Álvarez, el krausista y masón profesor de Ciencias

naturales, explicaba sus ideas iniciales sobre el transformismo; este profesor protagonizó años más tarde el sonado desencuentro con el arzobispo Monzón, a causa de su discurso de apertura del curso académico 1872-73 del Instituto, donde expuso la teoría de Darwin con plena lucidez y se consideró herético (García Álvarez, 2009).

Sin duda debió seguir la polémica, pues cuando se produjo estudiaba medicina en Granada desde los catorce años, y consiguió la licenciatura a los diecinueve con premio extraordinario. En 1877 se doctoró en la Universidad Central de Madrid; tenía 22 años. No fue católico practicante, pero tampoco se manifestó en contra. Tal vez como consecuencia de la formación recibida en sus primeros años en el Instituto de Granada, deslizó ideas darwinistas y evitó referencias a la creación como sustento a sus razonamientos, pero sin entrar nunca en polémica.

Fruto de la labor de siete años, publicó en 1894 su mejor obra antropológica, la conocida *Distribución geográfica del índice cefálico en España*, para la cual midió con gran precisión 8368 cabezas de sujetos vivos de todo el país (Olóriz, 1894). Por esa obra recibió el prestigioso premio Godard de la Academia de Ciencias de París. Para su ingreso en 1896 en la Real Academia de Medicina leyó su discurso: «La talla humana en España» (Olóriz, 1896). Tal vez el premio y su indudable prestigio profesional fueron las causas de la hostilidad de Manuel Antón, ya catedrático de antropología en la Facultad de Ciencias, quien hizo todo lo posible por apartarlo. Creó el gabinete de identificación de la Policía y fue profesor de Antropometría y Dactiloscopia en la Escuela de Criminología. Por eso, retomó en 1902 el estudio de dactiloscopia y desarrolló un sistema para la identificación de delincuentes, que mejoró el de Vucetich y se ha aplicado durante más de un siglo (Guirao- Piñeyro y Girón-Irueste, 2012).

Los antropólogos naturalistas

La Antropología se hizo oficial como disciplina reglada en 1892, con la creación de la primera cátedra en la universidad Central de Madrid, ocupada al año siguiente por Manuel Antón Ferrándiz. Ya circulaban propuestas y solicitudes, como la de Calleja, pero tuvo que ser al final del turno de gobierno de Cánovas

cuando se aprobó por el gobierno, y no parece casualidad el que Antón fuese en ese momento diputado en Cortes por el distrito de Dènia, dentro del partido conservador del también alicantino Cánovas del Castillo.

Tradujo libros, como el de Romanes (1886), y *Los tímidos y la timidez*, de Hartenberg (1902), al cual le añadió un capítulo de su cosecha, “El origen de la timidez”, donde de manera inusual trató de rebatir y rectificar con ideas propias los argumentos del traducido. Entre sus obras destacan el *Programa razonado de Antropología* (Antón, 1897), *Razas y tribus de Marruecos* (Antón, 1903), *Antropología o Historia Natural del Hombre. Antropotecnica, Etnogenia y Etnología* (Antón, 1912), y *Los Orígenes de la Hominización* (estudio de Prehistoria) (Antón, 1917).

Su obra refleja la calamitosa situación de la ciencia del momento, sumida en un caos ideológico, provocado entre otras causas por el asfixiante dominio de la religión católica sobre todas las esferas de la vida, si bien destacaron algunas muy honrosas individualidades de mentes más abiertas, de extraordinario brillo a pesar de todo. La labor de los conservadores de entonces y con pocas excepciones, se desarrolló bajo el prisma de una indefinición conceptual importante, tal vez la época no permitía otra cosa, donde predominaba la grandilocuencia retórica amparada en un principio de autoridad, por lo común vacío de contenido.

Antón, como otros muchos profesores conservadores de otras ramas, intentó aunar sin éxito los conceptos evolucionistas junto con la creación. Era evolucionista, desde luego; no obstante, mezcló en un todo impreciso las ideas de Lamarck, Darwin, Haeckel y el creacionismo, bien por un afán de armonizar el conjunto a la luz del pensamiento católico, bien por imaginar que había descubierto la perseguida armonía para superar las discusiones pasadas, o tal vez por disimular su desconocimiento real del asunto. Esa amalgama contradictoria acerca de la evolución no admite parecido alguno con la solidez y congruencia de García Álvarez, Machado Núñez, Tubino y otros, anteriores a él.

Pero desde entonces, y por el ascendiente de Antón, la indefinición nebulosa sobre el evolucionismo quedó impresa en la Antropología española, con muy

contadas salvedades en realidad; desde luego, todavía perdura en numerosos sectores de nuestro mundo académico universitario, y, por ende, en todo el sistema educativo español. Antes de conseguir la cátedra oficial, Antón había ofrecido varios cursos de Antropología en el Museo de Ciencias naturales, particulares y de pago. Ahí acudieron muchas personas interesadas, como Rafael Salillas, Federico Olóriz, que ya era catedrático de Anatomía, y los muy jóvenes Francisco de las Barras de Aragón, Luis de Hoyos Sainz y Telesforo de Aranzadi. Si bien sus alumnos más apegados fueron Hoyos y Aranzadi, al jubilarse Antón le sucedió como catedrático de Antropología Francisco de las Barras de Aragón, quien también continuó la labor de clasificación y estudio de materiales del Museo Antropológico.

Publicó las necesarias *Hojas antropométricas de Mónaco y Ginebra* (Barras de Aragón, 1925) y en 1927 escribió el libro: *Notas para un curso de Antropología* (Barras de Aragón, 1927); en él hizo breve mención, de forma descriptiva y sin comprometerse, a la teoría de la evolución y lo que llamó las diferentes etapas. Se advierte que el tema no le resultaba cómodo.

Luis de Hoyos Sáinz, el más apegado desde casi niño a Antón, tampoco llegó a definirse con claridad respecto a la evolución, que mantuvo en una confusa vaguedad; el influjo de Antón pesó mucho en ello. En 1893, publicó su *Técnica antropológica* (Hoyos Sáinz, 1893). Era cristiano, republicano, evolucionista, anti-darwinista y monogenista. Discípulos suyos fueron, entre muchos otros, Juan Comas, el gran maestro en el exilio tan influyente en la Antropología mexicana, y Adelaida González de Díaz Ungría, la primera mujer con un puesto docente de Antropología en la Universidad española, fundadora de la Escuela Nacional de Antropología en la Universidad Central de Venezuela.

Juan Comas, de filiación comunista en sus inicios, publicó en su exilio mexicano su conocido *Manual de Antropología física*, donde sí expuso con claridad los conceptos evolucionistas (Comas, 1966). También anti-darwinista fue Telesforo de Aranzadi, otro de los alumnos destacados de Antón. Su obra es muy amplia; muestra un sesgo innegable hacia lo vasco y los vascos desde sus comienzos, con su tesis doctoral (Aranzadi, 1889). En su interés por investigar el alma

del pueblo vasco, defendió con firmeza la existencia de una raza vasca, no solo superior a las demás de la península, sino al resto del mundo, el punto más alto de la evolución humana. Trabajó también en numerosos aspectos muy variados de la cultura y la sociedad vascas, así como realizó excavaciones arqueológicas en esa zona, siempre estudiados bajo el prisma de su nacionalismo.

A partir de la II República

Durante la II República, ocurrió a este respecto algo parecido a la primera; no se denunció el Concordato, pero en realidad no se aplicó. En 1938, en plena guerra civil, el gobierno de Burgos prohibió la importación de *El origen de las especies*, y así continuó durante el primer franquismo; la evolución fue uno de los elementos a extirpar de la sociedad por su carácter subversivo materialista, contrario al dogma de la Iglesia. Se expurgaron bibliotecas, se requisaron libros y no se permitió tratar la evolución en las aulas. Ese panorama explica en gran medida la falta de formación de los profesores, y en consecuencia de los alumnos. La discusión quedó borrada de las aulas.

En 1941, se suscribió un convenio que confirmaba la vigencia de los primeros artículos del Concordato de 1851. España había recibido el apoyo de Roma en la guerra civil, conflicto planteado como cruzada del catolicismo frente al comunismo, y muy pronto le mostró su lealtad con el restablecimiento expreso de los privilegios de la Iglesia.

Los vencedores de la II Guerra mundial aislaron a la dictadura franquista, pero la situación internacional cambió al iniciarse la guerra fría. Poco a poco, los países restablecieron las relaciones con España, pues necesitaban aliados y el Régimen era un socio fiable por su señalada lucha contra el comunismo. A su vez, al Régimen, le hacía falta con urgencia el respaldo internacional.

Por fin, en 1953 se firmó un nuevo Concordato (*Inter Sanctam Sedem et Hispaniam-Sollemnen Conventiones*), que marcaba con claridad el rumbo de la Iglesia católica y su influencia dentro del Estado español. Mantenía en esencia los mismos acuerdos de 1851 y supuso un aval poderoso a la dictadura; a la par, se respetaron la mayor parte de los privilegios de la iglesia. No sin tensiones, a veces duras y como

consecuencia del Concilio Vaticano II, el Concordato se mantuvo durante el franquismo y los primeros años de la democracia. Todavía no se ha sustituido por uno nuevo, y las relaciones con la Santa Sede se rigen ahora por convenios parciales.

Los planes de estudio universitarios incluían una asignatura de formación religiosa, junto a la formación política y la educación física en todas las carreras. En realidad, fueron un fracaso y se les llamaba «marías», pero no se conseguía el título de licenciado si no estaban aprobadas. Desaparecieron con el plan de estudios de 1976, pero la religión continuó en las enseñanzas primaria y medias.

Acabada la guerra civil, se convocaron dos plazas de catedrático de Antropología por jubilación, una en Madrid, la ocupada por Barras de Aragón, y otra en Barcelona, la regida por Aranzadi. En Madrid obtuvo la plaza el gaditano José Pérez de Barradas y Álvarez de Eulate, quien desde muy joven se había dedicado a la prehistoria, de la mano de Hugo Obermaier y Paul Wernert. Era decidido anti-evolucionista. Escribió un *Manual de Antropología* (Pérez de Barradas, 1946). Evolucionista, pero también creacionista, de acuerdo con su profunda fe cristiana, fue Santiago Alcobé, el iniciador de la escuela de Antropología de Barcelona. Continuaron esa línea de pensamiento sus discípulos José Pons, Antonio Prevosti, Miguel Fusté y José María Basabe, este con más razones aún, pues era jesuita.

Durante la guerra civil y el franquismo de los primeros años, se hizo sentir el ambiente hostil al evolucionismo. Amparado por el poder político y militar, se hizo notar con fuerza el considerable peso del clero. Se instauró la censura y se reprimió cualquier manifestación en contra de la ortodoxia religiosa. La censura oficial prohibió en 1938 la importación de *El origen de las especies*.

Más o menos cuando se organizaba la teoría sintética o neodarwinismo, a partir de los años treinta del siglo pasado, la obra de Pierre Teilhard de Chardin, notable paleontólogo y filósofo jesuita, provocó el rechazo de la comunidad católica al plantear una armonización entre los dos ámbitos tan separados entre sí: la ciencia y la fe cristiana (Teilhard de Chardin, 1963). En 1958, ya muerto Teilhard, el Santo Oficio emitió una advertencia (*monitum*) para pedir la retirada de sus obras de los seminarios y lugares religiosos por

contener graves errores. La advertencia se renovó en 1962 y todavía no se ha levantado, pese a ser asimismo jesuita el actual papa Francisco.

A partir de entonces emergió, poco a poco y no sin reticencias, una corriente evolucionista integradora, otra síntesis de diferente sentido, en la que se aceptaba el darwinismo, o mejor el evolucionismo neodarwinista, con la inclusión de un divino iniciador de todo el proceso.

Un hito importante lo marcó la publicación en 1966 por la Biblioteca de Autores Cristianos (BAC) del libro *La Evolución*. Los autores fueron los paleontólogos Miguel Crusafont, Bermudo Meléndez y Emiliano Aguirre, este último jesuita (Crusafont, Meléndez, Aguirre, 1966). Coincidían en un evolucionismo teísta, aunque desde puntos de vista diferentes, y tuvieron el buen criterio de incluir colaboraciones de especialistas de distintas ramas, algunos con planteamientos ideológicos opuestos. La idea ya partía de la mitad de los cincuenta y no pudo concretarse hasta entonces, pero supuso una aportación muy significativa al ser la Iglesia quien apadrinase el libro.

A partir de 1973, cuando Theodosius Dobzhansky tituló un ensayo como «Nothing in Biology makes sense except in the light of evolution», esa frase se ha convertido en un eslogan, miles de veces repetido para subrayar la importancia de la evolución como piedra angular de la Biología. No se puede olvidar la intención del artículo, pues trata de señalar la ausencia de conflicto entre la ciencia y la fe: «Does the evolutionary doctrine clash with religious faith? It does not. It is a blunder to mistake the Holy Scriptures for elementary textbooks of astronomy, geology, biology, and anthropology» (Dobzhansky, 1973).

El rechazo total al materialista evolucionismo por los estamentos religiosos católicos se suavizó con la introducción de la imagen de un creador como iniciador del proceso. Y ya los papas comenzaron a considerarlo digno de tener en cuenta.

«... Nuevos conocimientos llevan a pensar que la teoría de la evolución es más que una hipótesis» (S.S. Juan Pablo II, 1996).

En su encíclica *Fides et Ratio* de 1998, S.S. Juan Pablo II indicó: «ninguna verdadera disensión puede jamás darse entre la fe y la razón, como quiera que el mismo Dios que revela los misterios e infunde la fe,

puso dentro del alma humana la luz de la razón.» Aunque pueda parecer avanzado lo que dijo el Papa, en realidad es lo mismo ya indicado por el Concilio Vaticano I.

Por último, el Santo Padre Francisco ha realizado diferentes manifestaciones al respecto, celebradas como novedosas y hasta revolucionarias; no obstante, parece que no se aleja mucho de lo ya indicado desde hace más de un siglo por la doctrina de la Iglesia. Sirvan estos ejemplos:

«Cuando leemos en el Génesis el relato de la creación corremos el riesgo de imaginar que Dios haya sido un mago, con una varita mágica capaz de hacer todas las cosas. Pero no es así. Él creó los seres humanos y los dejó desarrollarse según las leyes internas que Él dio a cada uno, para que se desarrollase, para que llegase a la propia plenitud...

La evolución de la naturaleza no se contrapone a la noción de creación, porque la evolución presupone la creación de los seres que evolucionan.» (S.S. Francisco, 2014).

En la actualidad, las obras referidas a Darwin, el darwinismo y las teorías de la evolución son casi innumerables; unos son defensores, otros detractores, otros plantean nuevas teorías y otros, en fin, niegan la evolución. Todo eso indica el gran interés que provoca el tema, porque la sociedad actual está inmersa en ese debate, de vital importancia como paradigma para entender nuestro mundo.

Por todo lo visto, no debe extrañar que la formación de los universitarios españoles, y de la Biología y la Antropología física en particular, adolezca de graves defectos de aceptación y conocimiento de la teoría de la evolución. Se aprecian serias deficiencias en los estudiantes universitarios de España, y también de numerosos países, en relación a dos aspectos claves de la teoría de la evolución: conocimiento y aceptación (Gefaell et al., 2020). Sin duda se deben a la pesada carga de la herencia del pasado en cuanto a la formación de los docentes de hoy.

Es ahora el momento de preguntarnos con el corazón en la mano si hemos leído a Darwin. Con seguridad resultará que solo lo ha hecho un número muy reducido, y, sin embargo, se habla mucho de él y de su teoría. Igual sucede con Lamarck, Cuvier, Teilhard o Dobzhansky, a quienes nos referimos de

oídas y transmitimos de ellos opiniones estereotipadas de poco valor real.

Bibliografía

- Antón M. (1897). Programa razonado de Antropología. Madrid: Imp. de la Viuda de M. Minuesa de los Ríos.
- Antón M. (1903). Razas y tribus de Marruecos. Madrid: Sucesores de Rivadeneyra.
- Antón M. (1912). Antropología o Historia Natural del Hombre. Antropotecnia, Etnogenia y Etnología. Segunda tirada. Madrid: Sucesores de Rivadeneyra.
- Antón M. (1917). Los Orígenes de la Hominización (estudio de Prehistoria). Real Academia de la Historia. Discurso en el acto de su recepción: 6-143. Madrid: Sucesores de Rivadeneyra.
- Aranzadi T. de (1889). El pueblo euskalduna. Estudio de Antropología. San Sebastián: Imprenta de la Provincia. Diputación Provincial.
- Ayala F.J. (1977). Philosophical issues. En: Dobzhansky, Ayala, Stebbins y Valentine (Eds.). Evolution: capítulo 16. W.H. Freeman and Co. San Francisco.
- Ayala F.J. (2009). Copérnico y Darwin: dos revoluciones del pensamiento. ArtefaCToS 2(1): 8-23.
- Barras de Aragón F. de las (1925). Hojas antropométricas de Mónaco y Ginebra. Seguidas de algunas indicaciones técnicas y fórmulas de índices. Sevilla: Imp. Francisco Chaves.
- Barras de Aragón F. de las (1927) Notas para un Curso de Antropología. Madrid: Imp. De la Ciudad Lineal.
- Botella M.C. (2023a). Introducción. En: Ch. Darwin. El Origen de las especies mediante selección natural: 11-36. Alianza editorial. Madrid
- Botella M.C. (2023b). La trayectoria de la teoría de Darwin en España. En: M.C. Botella, M. Gijón y J. Gijón (Eds.). Después de El Origen de las especies. La teoría darwiniana, paradigma de hoy: 55-67. Editorial Universidad de Granada. Granada
- Botella M.C. (2024). Historia de la Antropología física española. Madrid: Guadalmazán.
- Calleja J. (1892). Necesidad de proteger los estudios antropológicos en nuestro país. Discursos leídos ante la Real Academia de Ciencias Exactas, Física y Naturales en la recepción pública del Excmo. Sr. D..... el día 29 de mayo de 1892: 1-52. Madrid: Imprenta de D. Luis Aguado.
- Camós A. (2022). La huella de Lamarck en España en el siglo XIX. Ministerio de Ciencia e Innovación. Col. Madrid: Estudios sobre la ciencia. CSIC.
- Comas J. (1966). Manual de Antropología Física. Instituto de Investigaciones Antropológicas. México: UNAM.
- Concordato (1851). Concordato celebrado entre Su Santidad y S.M. Católica, firmado en Madrid el 16 de marzo de

- 1851, y ratificado por S.M. en 1º de abril y por Su Santidad el 23 del mismo. Gaceta de Madrid 6146: 1-4.
- Crusafont M., Meléndez B., Aguirre, E. (1966). La evolución. BAC. 258. Sec. VI. Filosofía. Madrid.
- Cuvier G. (1850). Discours sur les révolutions du globe. Paris: Librairie de Firmin Didot Frères.
- Cuvier G. (1861). Éloge historique de M. de Lamarck, lu le 26 novembre 1832. En: Recueil des éloges historiques lus dans les séances publiques de L'Institut de France par G. Cuvier. Nouvelle édition: 179-210. Librairie de Firmin Didot Frères, Fils et Cie. Paris.
- Darwin Ch. (Otero-Piñero D. trad.) (2023). El Origen de las especies mediante selección natural. Madrid: Alianza editorial.
- Dobzhansky T. (1973). Nothing in Biology Makes Sense except in the Light of Evolution. Am Biol Teach 35(3): 125-129. <https://doi.org/10.2307/4444260>
- Galera A., Puig-Samper M.A., Pelayo F. (1984). El darwinismo en la Sociedad Antropológica Española. Actas del II Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias, Jaca, 1982. 1: 389-402
- García Álvarez R. (2009). Discurso leído en la solemne apertura del curso académico de 1872 a 73 en el Instituto de 2.ª enseñanza de la provincia de Granada. En: Sequeiros, L.- Granada y el darwinismo. Discurso de Rafael García Álvarez (1872) y la censura sinodal de 1872. Archivum. Granada: Universidad de Granada.
- Gefael J., Prieto T., Abdelaziz M., Alvarez I., Antón J., Arroyo J., et al. (2020). Acceptance and knowledge of evolutionary theory among third-year university students in Spain. PLoS ONE 15(9): e0238345. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238345>
- Guirao-Piñeyro M., Girón-Iruete F. (2012). Federico Olóriz Aguilera en el “Año Olóriz”. Actual Med 97(785): 057-073.
- Haeckel E. (1912). Historia de la creación de los seres organizados según las leyes naturales. 2 vols. Valencia: F. Sempere y Compañía, editores.
- Hartenberg P. (1902). Los tímidos y la timidez. Traducida por Manuel Antón y Ferrándiz y considerablemente aumentada con estudios especiales y originales acerca de El origen de la timidez por Don Manuel Antón, La timidez en España por Don Eusebio Blasco y La timidez en general por Don José Echegaray. Madrid: Librería de Edmundo Capdeville.
- Hoyos Sáinz L. de (1893). Técnica antropológica. Madrid: Imprenta y Litografía de los Huérfanos.
- Inter Sanctam Sedem et Hispaniam-Sollemmen Conventiones (1953). Acta Apostolicae Sedis-Commentarium Officiale. Typis Polyglottis Vaticanis, Series II (XX): 625-656.
- Lamarck J. (1911). Filosofía zoológica. Valencia: F. Sempere y Compañía, editores.
- Martínez Molina R. (1853). El hombre considerado en sus relaciones y bajo la influencia de los agentes naturales. Discurso de investidura de doctor en Ciencias Naturales. Madrid: J. Cañada.
- Martínez Molina R. (1878). El antropologismo está relacionado con todas las ciencias, y (que) debe intervenir en la evolución práctica y racional de los conocimientos humanos. Discurso leído en la solemne inauguración del curso académico de 1878 a 1879 en la Universidad Central. Madrid: Imprenta de José M. Ducazcal.
- Martínez Molina R. (1886) Prólogo a: Olóriz, F. (1890) Manual de Técnica Anatómica. Pp. VII-XIX. Madrid: El Cosmos editorial.
- Olóriz F. (1894). Distribución geográfica del índice cefálico en España deducida del examen de 8.368 varones adultos. Madrid: Imprenta del “Memorial de Ingenieros”.
- Olóriz F. (1896). La talla humana en España. Madrid: Imprenta de Nicolás Moya.
- Pérez de Barradas J. (1946). Manual de Antropología. Madrid: Cultura Clásica y Moderna.
- Romanes G.J. (1886). La Inteligencia Animal. Parte primera, invertebrados. Traducción M. Antón. Madrid: Imp. de Fortanet.
- S. S. Francisco (2014). Discurso del Santo Padre Francisco con motivo de la inauguración de un busto en honor del papa Benedicto XVI. Lunes 27 de octubre de 2014. Roma: Dicastero per la Comunicazione. Libreria Editrice Vaticana.
- S. S. Juan Pablo II (1996). Mensaje del Santo Padre Juan Pablo II a los miembros de la Academia pontificia de Ciencias. Roma: Dicastero per la Comunicazione. Libreria Editrice Vaticana.
- S. S. Juan Pablo II (1998). Fe y razón. Carta encíclica Fides et ratio. Madrid: BAC documentos.
- Sánchez L.A. (2017). La niña. Tragedia y leyenda de la hija del doctor Velasco. Biblioteca de la memoria. Sevilla: Ed. Renacimiento.
- Sánchez L.A. (2020). Entre cadáveres. Una biografía apasionada del doctor Pedro González de Velasco (1815-1882). Estudios sobre la ciencia 74. Madrid: CSIC.
- Sanz del Río J. (1966). Discurso pronunciado en la Universidad Central en la solemne inauguración del año académico de 1857 a 1858. Facultad de Filosofía. Universidad Complutense. Madrid. Excerpta Philosophica 16: 11-55.
- Teilhard de Chardin P. (1963) La place de l'homme dans la nature. Éditions du Seuil. Paris
- Testut L., Latarjet A. (1984). Tratado de Anatomía Humana. 4 vols. Barcelona: Salvat Editores S.A.

Búsqueda de la evidencia científica de la “paleodieta”

Zhiyang Zhuang¹, María del Pilar Montero López¹

¹Comisión docente de Antropología Física, Departamento de Biología, Universidad Autónoma de Madrid

Corresponding Author: pilar.montero@uam.es

RESUMEN

En las dos últimas décadas la denominada dieta “paleolítica” ha atraído mucho la atención tanto de científicos como de población en general, debido a sus supuestos beneficios para la salud. Sus defensores creen que el desajuste entre nuestra dieta moderna y nuestro genoma paleolítico juega un papel importante en enfermedades crónicas como la diabetes y la obesidad. El presente trabajo tiene como objetivo realizar una revisión sistemática de la evidencia científica sobre la dieta “paleolítica” propuesta por Loren Cordain en 2002. Se realizó una búsqueda bibliográfica en PubMed considerando tres grandes temáticas: la investigación sobre la nutrición paleolítica, la adaptación genética a la alimentación y el posible beneficio de la paleodieta para la salud humana. Se utilizaron los términos MeSH, Diet, Paleolithic y Humans. De los 224 artículos publicados entre 2002 y 2022 que se encontraron, 86 cumplieron los criterios de inclusión y fueron utilizados en el análisis. La conclusión más clara de esta revisión fue que no existe un único patrón de alimentación en las poblaciones humanas del Paleolítico que corresponda al término de “paleodieta” propuesto por Loren Cordain. Aunque en algunos ensayos clínicos la llamada “paleodieta” se asocia con beneficios para la salud y la prevención y control de las enfermedades crónicas, la evidencia científica es limitada.

Palabras clave:

Dieta “paleolítica”
Dieta de los cazadores-recolectores
Salud
Discordancia evolutiva
Revisión sistemática

ABSTRACT

In recent years, the Paleolithic diet has attracted public attention due to its purported health benefits. Its proponents believe that the mismatch between our modern diet and our paleolithic genome plays a role in chronic diseases like diabetes and obesity. This paper aims to systematically review the scientific evidence of the paleolithic diet proposed by Loren Cordain. The literature search is carried out in PubMed and from three points: the investigation of Paleolithic nutrition, genetic adaptation to food patterns and the effectiveness of the paleo diet on human health. Two hundred and twenty-four articles published between 2002 and 2022 were found. Of these, 86 met the inclusion criteria and were reviewed. The main conclusion of this review is that the Paleo Diet model proposed by Loren Cordain is not the actual diet during Paleolithic period. Although some clinical trials have shown it benefits health and the chronic diseases prevention and control, this scientific evidence is limited. More research is needed before Paleolithic nutrition is recommended in future guidelines.

Keywords:

Paleolithic diet
Hunter-gatherer diet
Health
Evolutionary discordance
Systematic review.

Recibido: 19-01-2024

Aceptado: 06-02-2024

Introducción

En la actualidad supone un desafío encontrar un equilibrio entre la salud humana y la dieta. El término dieta incluye no solo el tipo de alimentación, sino también los patrones de actividad física. La dieta humana ha variado muchísimo desde la aparición de nuestra especie; un cambio muy importante en la alimentación empezó a producirse con el paso de la caza-recolección a la agricultura durante la revolución del Neolítico (Svizzero, 2017). En las últimas décadas se ha ido produciendo una mecanización de las tareas cotidianas y laborales y por tanto del gasto energético. El desequilibrio entre la energía obtenida con los alimentos y el consumo de energía en la actividad física cotidiana está en la base de gran parte de los problemas de salud en las sociedades humanas actuales (Garland et al., 2011). El interés por dietas que puedan ayudar a resolver estos problemas es cada vez mayor. En los últimos años se ha observado una tendencia que sugiere adoptar la conocida “dieta paleolítica” (PD) para pacientes con enfermedades autoinmunes y personas que desean perder peso (Stanton, 2014; Patel y Suleria, 2017). Aunque múltiples estudios científicos la avalan, este tipo de dieta carece de una definición científica exacta.

Según la Clínica Mayo (2021), la dieta paleolítica (PD), también conocida por “paleodiet”, “dieta paleo” y “dieta de cazador-recolector”, se define como un plan dietético basado en alimentos similares a los que podrían haber consumido los homínidos y los humanos durante el Paleolítico, desde hace aproximadamente 2,5 millones a 10 mil años. En los años setenta y ochenta del siglo XX varios autores fueron pioneros en profundizar acerca del concepto nutricional de la paleodiet, pero fue Loren Cordain quien, en 2002, puso sobre la mesa la PD en el mundo occidental. En el presente trabajo se entenderá como “paleodiet” la definición propuesta por Loren Cordain que, en su libro “The Paleo Diet” (2002), describe así lo que consumían nuestros antepasados humanos en el Paleolítico: *No consumían productos lácteos. No comían cereales prácticamente nunca. No salaban ni añadían sal a los alimentos. El único azúcar refinado que consumían era la miel. La carne magra de animales salvajes dominaba la dieta. Prácticamente*

todos los carbohidratos que comían provenían de frutas y verduras silvestres no feculentas. Las principales grasas de la dieta paleolítica eran monoinsaturadas, poliinsaturadas y omega-3.

Los seguidores de la PD afirman que los humanos actuales no estamos adaptados genéticamente al modelo de alimentación que surgió a partir de la Revolución del Neolítico (hace unos 10.000 años) basado en un sistema de producción de alimentos a partir de la agricultura y posteriormente la ganadería. Con dicho sistema se añadieron cereales, legumbres y lácteos, como alimentos básicos en la dieta humana. En este sentido, dicho cambio superó la capacidad adaptativa humana, ya que nuestro genoma ha variado muy poco desde el Neolítico. El objetivo de la paleodiet consiste en regresar a un patrón de alimentación más similar al de los humanos del Paleolítico, con el fin de prevenir posibles patologías asociadas a la alimentación.

Dudas sobre la paleodiet

La reconstrucción científica del patrón alimenticio de nuestros antepasados es un trabajo complejo. Cabe destacar que, a lo largo de la historia, los procesos migratorios condujeron a los seres humanos a lugares con condiciones naturales muy diferentes donde tuvieron que adoptar nuevos patrones alimenticios (Luca et al., 2010). Por ello se puede concluir que no existió una única dieta paleolítica. Debido a esto, la dieta prehistórica propuesta por Cordain (2002) hace casi cuatro décadas podría estar sesgada por el hecho de que la elección de alimentos por parte de las poblaciones del Paleolítico dependía de las condiciones geográficas, el clima, la caza, la disponibilidad de especies animales y vegetales, etc., es decir, de su modo de vida.

Por otro lado, la antropología genética señala que el ADN humano ha cambiado menos del 0,02% en 40.000 años (Ayala y Escalante, 1996); por lo tanto la genética de las poblaciones del Paleolítico sería a grandes rasgos prácticamente idéntica a la nuestra. Esto podría plantearnos varias preguntas: 1) ¿Existe variación genética asociada al cambio en la alimentación a lo largo de la historia evolutiva humana? 2) ¿Está o no implicado en ello ese 0,02% del genoma? 3) El tercer punto de discusión sería la relación entre la dieta paleo y la salud humana, o entre la dieta paleo y

las enfermedades crónicas, ¿es esta dieta realmente beneficiosa para nuestra salud?

El punto de partida de esta investigación trata de discernir si la llamada dieta paleolítica, cuya popularidad ha aumentado en los últimos años, juega un papel importante en el estado de salud de las poblaciones humanas. Los libros que abordan este plan dietético son muy vendidos y leídos, pero es importante conocer si hay evidencias científicas suficientes para afirmar que la dieta paleo es beneficiosa para nuestra salud. Por lo tanto, este trabajo tiene el objetivo de revisar las publicaciones a favor y en contra de la dieta paleo en la disciplina de la antropología física, la biología, la nutrición y la medicina, con una perspectiva evolutiva.

Metodología

Se realizó una búsqueda bibliográfica de artículos científicos publicados entre 2002 y 2022 (última fecha consultada 01/05/2022), tanto de trabajos escritos y publicados en inglés como en español y cuyos registros presentaran resumen. Se establece el año 2002 como el inicio de la búsqueda ya que el libro de Cordain, “The Paleo Diet”, fue publicado en este año y desde ese momento surgen las discusiones más importantes. La presente investigación incorporó estudios a favor y en contra de la teoría de la dieta paleo y sus beneficios sobre la salud, y trabajos vinculados a la adaptación genética y la dieta.

Para la revisión bibliográfica se utilizaron términos MeSH (Medical Subject Headings) empleados para indexar artículos en PubMed. Se realizaron búsquedas exhaustivas de la literatura científica en esta base de datos, que se limitaron a publicaciones en inglés y español. Las palabras clave utilizadas fueron, Diet, Paleolithic y Humans, “paleolithic diet” y “evidence” combinadas con los ‘booleanos’ que se describen en la Tabla 1.

Los criterios de inclusión y exclusión y los pasos seguidos en la búsqueda se recogen en la Figura 1; se eliminaron los estudios duplicados y se analizaron los títulos y los resúmenes teniendo en cuenta los criterios de exclusión. El proceso de selección y catalogación de los estudios constó de tres etapas o “filtros”. Primero, y después de la lectura del título y el resumen, se seleccionaron artículos sobre la dieta paleolítica y se seleccionaron como “resultados primarios”. En segundo lugar, se evaluaron y se seleccionaron de forma independiente, analizando la

pertinencia de su inclusión de acuerdo a los objetivos planteados. En el tercer paso se eliminaron los duplicados, y se excluyeron publicaciones que no se ajustaban a los objetivos planteados en el trabajo obteniendo así los “resultados seleccionados”. Por último, se realizó la recuperación del texto completo de cada artículo, principalmente a través de la biblioteca de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM). Para revisar globalmente los mismos elementos de todas las lecturas y poder compararlas se realizó un protocolo de recogida de datos que resume las informaciones principales del estudio incluyendo los autores, el año, la revista y las conclusiones.

Tabla 1. Bases de datos y ecuación de búsqueda empleadas

Base de datos	Descriptores y ecuación de búsqueda
PubMed	“Paleolithic diet” AND “Evidence” “Paleolithic diet” AND “Risk” “Paleolithic diet” AND “Problem” “Paleolithic” AND “Diet” AND “Health” “Genetic adaptation” AND “dietary change” AND “human evolution” MeSH terms: Diet, Paleolithic; Humans

Resultados

Los resultados de los artículos obtenidos en la búsqueda realizada en PubMed según los cinco grupos de palabras claves, y limitando previamente la fecha del 1 de enero de 2002 al 1 de mayo de 2022 con “paleolithic diet” y “evidence”, se recogen en la Figura 1. Después de eliminar los artículos duplicados y excluir los artículos que se desvían del tema o se repiten, se obtuvieron 86 artículos científicos. Se realizó el análisis de resultados según las siguientes clasificaciones de temas: Estudios sobre PD y la evolución humana; genética y evolución de la dieta; eficacia de la PD en las enfermedades; la PD y la salud; opiniones sobre la PD; comparación de PD con otras dietas.

Los estudios de la dieta paleolítica y la evolución humana

En la actualidad el análisis de la dieta humana paleolítica se lleva a cabo a través del estudio de la

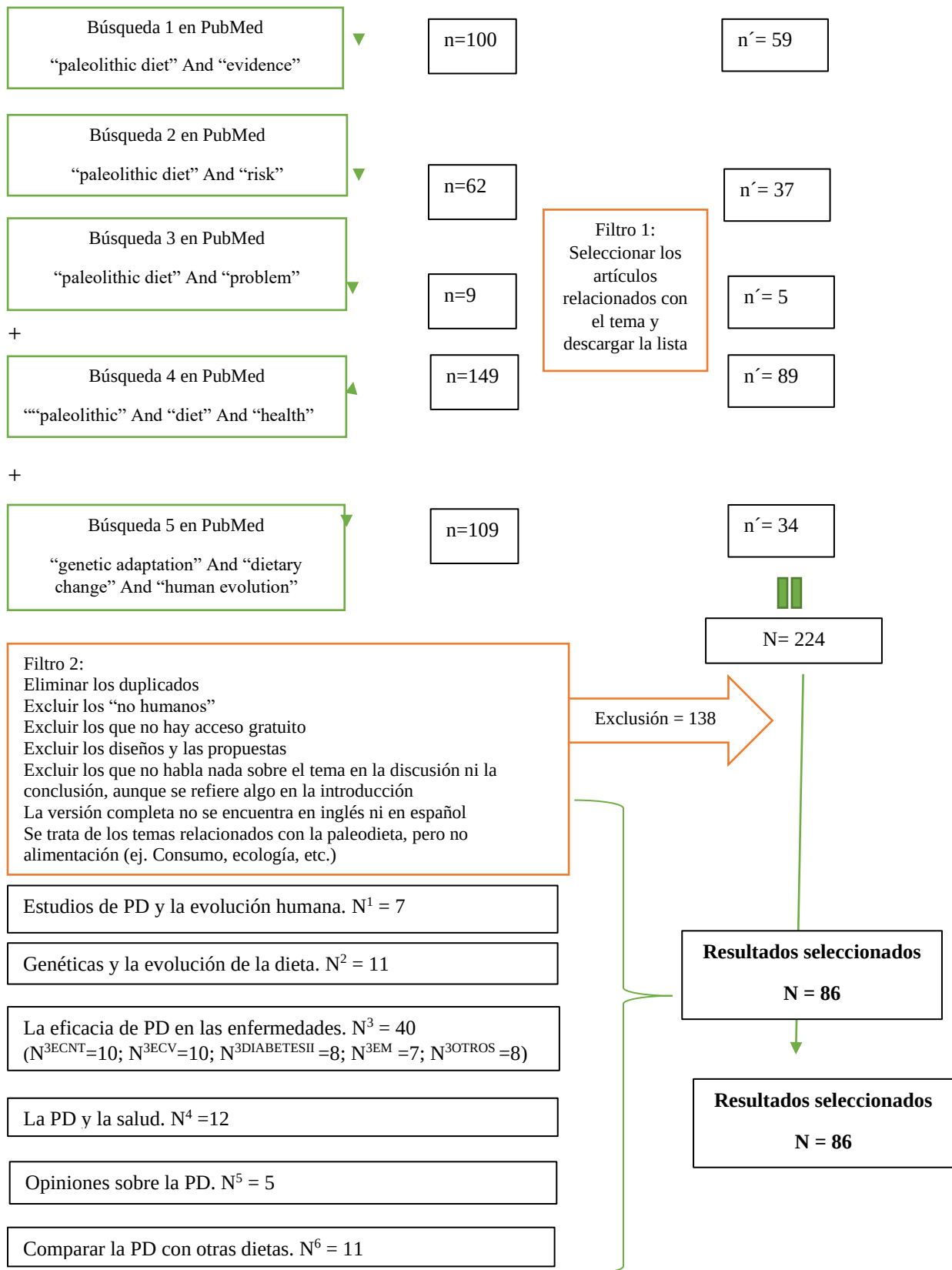


Figura 1. Esquema de los criterios de búsqueda, criterios de inclusión/exclusión y los artículos seleccionados para la revisión.

química ósea, el microdesgaste dental y los restos zooarqueológicos y arqueobotánicos (Richards y Trinkaus, 2009; Hardy et al., 2022). La percepción generalizada es que los neandertales, junto con otras especies de homínidos del Paleolítico, eran predominantemente carnívoros con un consumo muy bajo de plantas (Conard, 2006; Ben-Dor et al., 2011). Las proporciones elevadas de isótopos de nitrógeno en el colágeno óseo neandertal es la base de esta conclusión (Richards et al., 2000; Bocherens et al., 2005; Bocherens, 2011; Jaouen et al., 2019). La falta de evidencia acerca del consumo de plantas (Richards et al., 2000) ha llevado a algunos autores a la conclusión de que la dieta paleolítica presentaba una carencia en hidratos de carbono (Hardy et al., 2022). Sin embargo, una dieta compuesta únicamente por productos animales no es factible y puede conducir a una incapacidad para reproducirse con éxito, retraso en el crecimiento, y para realizar correctamente actividades de gran demanda energética como la caza (Speth, 2012; Hockett, 2012; Butterworth, Ellis y Wollstonecroft, 2016). Los tubérculos amiláceos se propusieron como un recurso clave en las primeras fases de la evolución humana. Probablemente una gran cantidad de plantas sin determinar hayan estado incluidas en la alimentación (Revedin et al., 2010).

En cuanto a la investigación arqueológica, se centra en una región definida y con una cantidad limitada de las evidencias arqueológicas, por lo que hay que conocer la posible diversidad entre diferentes zonas geográficas. En África la evolución, la migración y la especialización de diferentes poblaciones de homínidos continuaron durante 2 a 3 millones de años, viviendo en entornos distintos y adaptándose a diferentes tipos de dietas en función del ambiente (Sayre et al., 2013; James et al., 2019). Según los análisis etnográficos y arqueológicos, la latitud y los entornos ecológicos desempeñaron un papel importante en la composición de las dietas (Ströhle, Hahn y Sebastian, 2010a, 2010b). Las dietas de los cazadores-recolectores mostraron una variación sustancial en su contenido de carbohidratos (Ströhle y Hahn, 2011). Debido a que el registro arqueológico no proporciona evidencias suficientes para cuantificar la proporción de carne en la dieta paleolítica, los estudios sobre la contribución de las plantas en dicha dieta y su porcentaje de hidratos de carbono son cada vez más frecuentes, pero se requiere mucha más investigación.

Genética y la evolución de la dieta

Se encontraron 11 resultados sobre evidencia actual de adaptación genética relacionada con la dieta. Estudios recientes han revelado firmas genómicas de adaptaciones probablemente impulsadas por presiones relacionadas con la dieta (Balaesque, Ballereau y Jobling, 2007; Luca, Perry y Di Rienzo, 2010). Según diferentes autores, las adaptaciones a una dieta rica en almidón pueden haber jugado un papel importante durante la migración de los primeros homínidos de la selva tropical y los hábitats boscosos a la sabana, donde las fuentes de alimentos ricos en carbohidratos, como las raíces y los tubérculos, probablemente se convirtieron en un componente dietético importante, que pudieron incidir en cambios en las presiones evolutivas sobre el número de copias del gen de la amilasa salival (Coyne y Hoekstra, 2007; Perry et al., 2007; Luca, Perry y Di Rienzo, 2010). Se conocen genes relacionados con el metabolismo que constituyen adaptaciones dietéticas, como el AGXT, que codifica la enzima alanina aminotransferasa-glioxilato (Danpure, 1997; Segurel et al., 2010), el PLRP2, vinculado con la cantidad de carne en la dieta (Hancock et al., 2010), el MTRR relacionado con el consumo de cereales (Shaw et al., 2009; Hancock et al., 2010) o el CYP3A5, ligado a la disponibilidad de folato en los alimentos (Thompson et al., 2004, 2006).

Finch y Stanford (2004) estudiaron las adaptaciones genéticas al consumo de animales y concluyeron que el cambio en la dieta hacia un mayor consumo regular de carne magra en la evolución de los homínidos estuvo mediado por la selección de genes. Landini et al. (2020) indagaron sobre las adaptaciones genéticas en las dietas basadas en cereales. El arroz posee entre todos los cereales el mayor contenido de carbohidratos e índice glucémico, por lo que su frecuente ingesta puede llevar al desarrollo de enfermedades metabólicas como la resistencia a la insulina. Sin embargo, los patrones epidemiológicos de la diabetes tipo 2 y la obesidad difieren entre las poblaciones asiáticas que dependen del arroz como alimento básico, observándose una mayor prevalencia de diabetes y mayores niveles de adiposidad central en personas con ascendencia del sur de Asia que en las del este de Asia. Esto podría traducirse en una adaptación biológica por parte de las poblaciones de Asia oriental ante el consumo habitual de arroz durante mucho tiempo.

Otra evidencia actual de adaptación genética a la dieta se recoge también en el estudio de Babbitt et al. (2011). En la misma línea, se encuentran una serie de estudios sobre la identificación de firmas específicas de adaptación a cambios de la dieta en el genoma de los humanos modernos (Enattah et al., 2002; Perry et al., 2007; Kelley y Swanson, 2008). La conexión entre la dieta y la aparición de posibles rasgos adaptativos en los homínidos es de gran importancia para comprender la historia evolutiva humana, así como las consecuencias para la salud y la enfermedad de estas adaptaciones para los humanos modernos.

PD y salud

Se encontraron 12 artículos que vinculan el patrón dietético con la salud humana en general, sin profundizar en enfermedades concretas. Estos resultados de la búsqueda tratan diferentes temas asociados a un correcto bienestar digestivo, como por ejemplo el microbioma intestinal, las incretinas, las concentraciones séricas de trimetilamina-N-óxido, las adipocinas, etc. Algunos estudios observaron que la PD presenta beneficios sobre la saciedad y metabolismo, e influye en la óptima producción de microbiota gastrointestinal, estrechamente relacionada con una mayor salud metabólica dentro de poblaciones cazadores-recolectores (Spreadbury, 2012; Barone et al., 2019). Varios autores sugieren que esta dieta podría ser la solución para contrarrestar el riesgo de modificación de la flora bacteriana (disminución de *Lactobacillus* y *Bifidobacillus*) que ha acompañado a nuestros antepasados a lo largo de la evolución humana. Una investigación experimental a largo plazo evaluó la asociación de la PD y la ingesta dietética sobre los marcadores de salud del colon, la microbiota y el N-óxido de trietilamina en suero (Genoni et al., 2020). Otro estudio puso de relieve la relación favorable entre la PD y la composición de grasa corporal, antioxidantes y la tasa de potasio-sodio (Österdahls et al., 2008). El estudio de Bligh et al. (2015) mostró que con la ingesta de una PD se producía un aumento significativo de las hormonas intestinales incretinas, y también de la saciedad percibida, independientemente de la cantidad de energía o la proteína en la dieta. Autores como Otten et al. (2019) realizaron un ensayo en mujeres obesas, con el objetivo de analizar las concentraciones postprandiales de péptido similar al glucagón 1 (GLP1), polipéptido

insulinotrópico dependiente de glucosa (GIP) y glucagón, en función del tipo de dieta suministrada. Se demostró que la PD propiciaba un aumento de la respuesta del GIP. Los efectos metabólicos favorables de la PD también se evaluaron en mujeres embarazadas (Lavie, Lavie y Maslovitz, 2019); una PD constante durante el embarazo proporcionaba beneficios sobre la tolerancia a la glucosa. Sin embargo, en el meta-análisis realizado por Jamka et al. (2020) se concluye que la PD no presenta diferencias significativas sobre la homeostasis de la glucosa y la insulina al compararla con otras dietas saludables.

La ausencia de miopía en poblaciones de cazadores-recolectores sugiere una posible conexión entre los fitoquímicos de la dieta y la salud ocular, ya que las dietas modernas presentan menores niveles de estos compuestos. Según London y Beezhold (2015) la ingesta de una variedad más amplia de alimentos vegetales capaces de proporcionar los fitoquímicos necesarios para la salud ocular, puede ayudar a mantener la agudeza visual y prevenir enfermedades oculares degenerativas a medida que los humanos envejecen. Otros autores han comparado los niveles de yodo presentes en la orina de sujetos que practicaban una dieta paleolítica con otros que seguían una dieta ajustada a las Recomendaciones Nórdicas de Nutrición (NNR) (Manousou et al., 2018). Los resultados demostraron que la dieta paleolítica presenta más posibilidades de desembocar en una deficiencia de yodo que una dieta según la NNR, por lo que se aconseja tomar suplementos de yodo en el caso de seguir la PD. Los resultados descritos ponen de manifiesto tanto los efectos positivos como las limitaciones negativas de adoptar una dieta paleolítica.

La eficacia de la PD en las enfermedades Crónicas No Transmisibles (ECNT)

Las ECNT son enfermedades de larga duración en la vida de las personas con una evolución generalmente lenta a lo largo de ciclo vital. Representan una verdadera epidemia que va en aumento debido al envejecimiento de la población y a los estilos de vida actuales, vinculados con una disminución de la actividad física y cambios en la alimentación. Las ECNT principales incluyen problemas metabólicos, Diabetes Mellitus tipo II, obesidad y enfermedades cardiovasculares (ECV), cánceres, enfermedades autoinmunes, etc. La

publicación “Cardiovascular disease resulting from a diet and lifestyle are odds with our Paleolithic genome: how to become a 21st-century hunter-gatherer” (O’Keefe y Cordain, 2004), describe el estilo de vida y la dieta de los cazadores-recolectores, y sugiere pasos prácticos para realinear nuestro entorno moderno con nuestro genoma antiguo en un esfuerzo para mejorar la salud cardiovascular. Muchos estudios epidemiológicos han demostrado la protección cardiovascular de las dietas que contienen alimentos ricos en antioxidantes, como las vitaminas A, C y E (Joshipura et al., 2001; Curtis y O’Keefe, 2002). Dichos autores consideran que el consumo de carne no es causa de riesgo cardiovascular, sino que el peligro va ligado a las altas concentraciones de grasas saturadas que se encuentran en la mayoría de los animales domésticos presentes en nuestra sociedad moderna. A favor de esta propuesta estarían los estudios de Jew, Abumweis y Jones, (2009) que realizaron una revisión de la evolución de la dieta y las enfermedades crónicas, y observaron resultados prometedores entre los patrones dietéticos paleolíticos y una mejora positiva en los niveles de proteína C reactiva (PCR, un marcador inflamatorio asociado con ECV), la diabetes, la disminución del peso medio, el índice de masa corporal, la presión arterial sistólica, etc. (Lindeberg et al., 2007; Osterdahl et al., 2008). Otros estudios también concluyen que el consumo a corto plazo de PD mejora la presión arterial y la tolerancia a la glucosa, disminuye la secreción de insulina y mejora los perfiles de lípidos (Frassetto et al., 2009). Por otro lado, en diferentes trabajos se observó que la PD mejoró la resistencia a la insulina y redujo el nivel de lipoproteínas de alta densidad (HDL-C), de colesterol total (CT), de lipoproteína de baja densidad (LDL-C) y de triacilglicerolos (TG) (Lindeberg et al., 2007; Jönsson et al., 2009; Lindeberg, 2012). En un ensayo clínico aleatorizado (Shemirani et al., 2022), se demostró que dietas moderadas y bajas en carbohidratos similares a las del Paleolítico tenían efectos beneficiosos sobre el peso y la composición corporal, factores cardiometabólicos, adipoquinas y hepatoquinas relacionadas con el metabolismo. Cabe mencionar que varios ensayos evaluaron los efectos favorables de la PD sobre el síndrome metabólico (Boers et al., 2014; Manheimer et al., 2015; Gyorkos et al., 2019). Sin embargo, Fenton y Fenton (2016), consideran que la publicación de Manheimer et al.

(2015) es un ejemplo de investigaciones sobre nutrición que tergiversan los hallazgos reales ya que no interpretan bien las estadísticas y, por lo tanto, los resultados. Además, comentan que la salud ósea no se ha estudiado adecuadamente porque el calcio en la orina era más bajo con la PD. En relación a la DMII el trabajo de Jönsson et al. (2009) muestra el resultado más importante dentro de este grupo de publicaciones y ha sido citado en los demás estudios de esta revisión bibliográfica relacionados con la DMII. Los resultados proceden de 13 pacientes diabéticos con un control dietético basado en PD y reflejan que la PD mejoró la concentración de glucosa en sangre junto con otros factores de riesgo cardiovascular. Además, fue muy significativa la disminución de la glucosa plasmática en ayunas y de la presión arterial sistólica (PAS). La mejora de estos valores también ha sido evaluada en otras investigaciones (Lindeberg et al., 2007; Osterdahl, 2008; Mårtensson et al., 2021). En 2013, un estudio realizado por Jönsson y su equipo concluyó que la PD era más saciante que una dieta adaptada en pacientes con DMII y esto es importante para facilitar la pérdida de peso, a menudo deseable en el tratamiento de estos pacientes (Jönsson et al., 2013). Sin embargo, otros estudios cuestionan la validez de estos resultados. Según Klonoff (2009), la eficacia estadística del estudio de Jönsson et al. (2009) es limitada debido al pequeño tamaño de muestra que impide que las conclusiones puedan extrapolarse a pacientes con DMII. Aunque en el ensayo publicado por Otten et al. (2018) se observa una disminución de la acumulación de lípidos ectópicos en el hígado y el músculo sóleo, así como una mejor sensibilidad a la insulina periférica, resultado confirmado en otro estudio (Masharani et al., 2015).

La esclerosis múltiple (EM), es una enfermedad del sistema nervioso que afecta al cerebro y la médula espinal. En algunas investigaciones se afirma el efecto favorable de la PD frente a la EM (p. ej. Chenard et al., 2019). Según el estudio de Bisht et al. (2017), la PD puede mejorar el rendimiento de la marcha y el equilibrio en las personas con EM progresiva, con deterioro de leve a moderado, mientras que en los sujetos con un deterioro grave de la marcha no se observa mejoría. En un ensayo de control aleatorio de la PD sobre 17 pacientes con EM se observó una reducción de la fatiga y un aumento del rendimiento, tanto físico como mental (Irish et al.,

2017). Por su parte, la enfermedad intestinal inflamatoria (EII) es una enfermedad que provoca inflamación crónica del tracto gastrointestinal. Dos investigaciones recalcan la ausencia de datos sobre el papel de la PD en el tratamiento de la EII (Hwang, Ross y Mahadevan, 2014; Ruemmele, 2016). En otra investigación (Britto y Kellermayer, 2019) se demostró la eficacia de una dieta libre de gluten y una PD frente a los síntomas presentes en la EII. Según los autores, la alta presencia de carbohidratos puede disminuir la diversidad de la microbiota en los mamíferos al proporcionar una ventaja selectiva a las cepas bacterianas con una amplia gama de competencia metabólica, lo que puede conducir a una predisposición a la inflamación intestinal.

El hígado graso, o la enfermedad del hígado graso no alcohólico (EHGNA) es una afección definida por una acumulación excesiva de grasa en forma de triglicéridos en el hígado. Tarantino, Citro y Finelli (2015) observaron que la PD podía ser útil para mejorar esta enfermedad, aunque son necesarios más ensayos y meta-análisis para confirmar la hipótesis. Más recientemente, Moore et al. (2020) han señalado que la PD podría actuar como una posible terapia potencial frente a dicha enfermedad.

La evidencia de la dieta paleolítica en prevenir y tratar el cáncer se limita a dos estudios de casos y controles (Whalen et al., 2014). El cáncer de colon es uno de los más diagnosticados en la actualidad, no existen evidencias consistentes sobre que componentes dietéticos pueden suponer un riesgo a la hora de desarrollar este tipo de cáncer, por lo que futuras investigaciones podrían enfocarse en discernir qué patrones dietéticos presentan relación con esta patología. No obstante, Whalen et al. (2014) han señalado que la PD puede prevenir la aparición de adenomas colorrectales esporádicos.

Opiniones sobre la PD

Entre los resultados que se manejan en esta revisión bibliográfica hay cinco publicaciones cuyos autores opinan que son necesarias más evidencias científicas sobre la PD. Dos de ellas son las más significativas. La realizada por Pitt (2016) en la que se revisaron 9 estudios, presenta el mismo objetivo del presente trabajo: revisar la literatura publicada para establecer la evidencia a favor y en contra de la dieta

paleolítica. Según esta investigación, si bien los defensores de la PD afirman que está basada en la evidencia, solo hay un número limitado de ensayos clínicos controlados que comparen dicha dieta con otras. Aunque la PD se asoció con mejoras en el peso corporal, la circunferencia de la cintura, la presión arterial y los perfiles de lípidos, los trabajos fueron breves, heterogéneos en el diseño y con poca significación estadística. Otra publicación importante es la de Konner y Eaton (2010). Ya en 1985, estos autores habían publicado un artículo histórico “Nutrición paleolítica: una consideración de su naturaleza e implicaciones actuales” y, después de un cuarto de siglo, siguen siendo defensores de esta hipótesis: *“las desviaciones de los patrones de nutrición y actividad de nuestros antepasados cazadores-recolectores han contribuido en gran medida al desarrollo de las enfermedades crónicas endémicas de la civilización moderna”*. Opinan que los estudios sobre este tema se han multiplicado y respaldan muchos aspectos de este modelo. Eaton, Konner y Cordain (2010), defensores principales de la paleodieta corroboraron la investigación propuesta por Ströhle (2010a), y consideran que esta tiene un papel clave a la hora de tratar enfermedades degenerativas complejas. Por su parte, Bland (2021) cuestiona la lógica de Eaton, Konner y Cordain. Los argumentos originales a favor de la PD se basaban en el hecho de que el genoma humano que regula el metabolismo no ha cambiado sustancialmente desde el Paleolítico. Pero un fallo en esta teoría es que los cazadores-recolectores que viven hoy en día tienen la capacidad de metabolizar una amplia variedad de diferentes niveles de carbohidratos en la dieta. Turner y Thompson (2013) también argumentan que la utilidad de este modelo para explicar la evolución de las tendencias dietéticas humanas es limitada. Estos autores han revisado las investigaciones actuales que indican que los hábitos alimentarios humanos se aprenden principalmente a través de mecanismos conductuales, sociales y fisiológicos que comienzan en el útero y se prolongan a lo largo del curso de la vida. Esas adaptaciones que parecen ser fuertemente genéticas probablemente reflejan adaptaciones del Neolítico, más que del Paleolítico, y están significativamente influenciadas por el comportamiento humano de construcción de nichos.

Comparación de la PD con otras dietas

Entre los resultados de la búsqueda bibliográfica realizada se ha observado que muchas investigaciones estudian varios patrones dietéticos simultáneamente. Esto es fundamental a la hora de analizar si la PD presenta los beneficios que no tienen otras dietas o, si, por el contrario, es responsable de ciertas deficiencias en micronutrientes. Al compararse con la dieta mediterránea, ambos planes dietéticos incluyen gran cantidad de ingesta de frutas, vegetales, pescados y nueces. Estas características dietéticas se asocian con una menor inflamación y estrés oxidativo, lo que provoca un efecto positivo frente a la prevención de enfermedades cardiovasculares y cánceres (Whalen et al., 2017; Cheng et al., 2018). Sin embargo, comparada con la mediterránea, la PD destaca notablemente a la hora de controlar y mitigar los síntomas de las enfermedades crónicas (Cheng et al., 2018). En cuanto al papel de la PD sobre el control de peso se han observado resultados significativos en dos estudios: Genoni et al., (2016) y Anton et al. (2017). En resumen, casi todos los resultados de este apartado muestran que otras dietas también pueden tener el mismo efecto que la PD en la pérdida de peso.

Se puede concluir que dietas muy distintas a la PD también presentan efectos positivos sobre la salud. Por ejemplo, la dieta nórdica contiene una ingesta considerable de cereales y, aun así, refleja un control positivo de los niveles de lípidos en sangre, al igual que la PD (Zampelas y Magriplis, 2020). Por otro lado, se observó que la PD puede ayudar a mejorar la presión arterial, pero sin llegar a presentar un efecto significativo en la pérdida de peso (Genoni et al., 2016; Anton et al. 2017; Jospe et al., 2020). También puede tener impacto sobre la prevención de las enfermedades cardiovasculares, como se ha comentado anteriormente (Whalen et al., 2017; Cheng et al., 2018), en el control de niveles de glucosa y lípidos en sangre (Whalen et al., 2014; Genoni et al., 2016; Zampelas y Magriplis, 2020) y en la optimización de la diversidad microbiana intestinal (Klement y Pazienza, 2019). Sin embargo, algunos los investigadores señalan que la eficacia de la PD está aún por determinar, ya que presenta problemas para conocer sus efectos a largo plazo (Jospe et al., 2020), y faltan más investigaciones sobre el tema (Moore et al., 2020).

Discusión

Esta revisión de los diferentes estudios sobre la dieta en el Paleolítico, no ha permitido llegar a una conclusión sólida sobre qué alimentos concretos formaban parte de la dieta de nuestros antepasados. Se identifican tres inconvenientes principales para ello, en primer lugar, es bastante más complejo estudiar las evidencias arqueológicas de las plantas que de los animales, lo que conduce a una escasez de información en torno a las dietas basadas en plantas en comparación con las de origen animal. En segundo lugar, el periodo Paleolítico es un muy amplio, por lo que es casi imposible considerar que sólo existiese un modelo dietético único. Hay que hacer hincapié en las adaptaciones alimentarias debidas a cambios en la disponibilidad de alimentos por movimientos migratorios y/o el cambio del clima. Por último, la diversidad de los recursos hace que sea imposible ajustarse a un único plan de alimentación. Las diferentes altitudes, climas, horas de luz solar y acceso al agua determinan cómo y de qué se alimentan las poblaciones. Incluso sabiendo lo que comían, este conocimiento está limitado por el tiempo y el espacio. Cordain posiblemente cometió ese error al describir lo que era una dieta paleolítica basada en el patrón de alimentación de un grupo de cazadores-recolectores actuales, por lo que consideramos que la dieta paleolítica se ajusta más a un concepto que a una realidad. Realmente el concepto de PD no se basa en saber lo que ingerían para calcular la composición nutricional de la dieta, sino que se juzga a partir del conocimiento de los hábitos y actividades de los humanos, el ambiente en el Paleolítico y los conocimientos sobre la evolución humana. En la mayoría de los artículos consultados no aparecen de forma detallada qué alimentos concretos incluye la PD, por lo tanto, puede haber una gran variabilidad en lo que comieron los participantes de los diferentes experimentos a los que se les administró la PD. En otras palabras, ya sea la dieta mediterránea, la dieta recomendada de Australia o las pautas dietéticas de los Estados Unidos, todas mencionan grupos de alimentos específicos en detalle, pero la PD representa más un concepto macro.

La Teoría de la discordancia evolutiva, según la cual nuestro genoma no ha podido adaptarse evolutivamente a la rapidez de nuestro cambio en la

dieta, con una alimentación rica en azúcares refinados, cereales refinados y grasas refinadas y una disminución del gasto energético en la actividad cotidiana, ha proporcionado un marco teórico valioso para estudiar la dieta humana en un contexto evolutivo, pero aún es necesario determinar la validez de su enfoque sobre un modelo único de dietas ancestrales humanas (Cheng et al., 2018). En este sentido, no hay que olvidar la interacción entre evolución cultural y evolución genética, muchas investigaciones consideran que esa es la respuesta frente al aumento de las enfermedades crónicas observado en las últimas décadas y el desarrollo de la tecnología médica que ha permitido controlar la mortalidad ocasionada por estas enfermedades. Este sería quizá el punto más importante para cuestionar dicha teoría.

Desde un punto de vista puramente bibliográfico, hay que decir que el número de estudios que tratan sobre la efectividad de la PD en la prevención y control de diversas enfermedades es limitado y la probabilidad de menciones y citas mutuas es alta. La mayoría de los artículos señalan que se necesitan realizar más investigaciones en el futuro para evaluar correctamente la eficacia de la PD en una determinada enfermedad. El pequeño número de participantes y el corto período de los experimentos son los dos problemas importantes. En los resultados se puede observar una asociación positiva sobre el control y la prevención de las enfermedades crónicas, pero otras dietas también podrían llegar a tener ese efecto. Por otra parte, la PD no presentó una eficacia única contra las enfermedades, de hecho, con la dieta mediterránea, que fue la más comparada con la PD en esta revisión, en la mayoría de los estudios se lograron resultados similares o mejores.

Conclusiones

En conclusión, la dieta paleolítica necesita ser respaldada por más evidencias científicas e históricas. El consumo de plantas, especialmente de cereales, es una cuestión difícil de abordar en la investigación sobre la alimentación en el Paleolítico. Dado que la especie humana está en continua evolución, los cambios microevolutivos en los linajes humanos a lo largo de la historia son comprensibles en la evolución de la resistencia a las enfermedades, pero también en la aparición de nuevos procesos metabólicos.

La dieta paleolítica ha sido discutida junto con la polémica teoría de la discordancia evolutiva en la que habitualmente se basa. Aunque varios estudios han sugerido que probablemente existe algún beneficio de esta dieta en la salud, especialmente en la pérdida de peso y la corrección de la disfunción metabólica, las conclusiones sobre su eficacia deben considerarse con cautela. No hay ninguna duda al respecto de que nuestros ancestros remotos consumían sólo alimentos naturales y sin procesar, recolectados y cazados en su entorno. Esta estrategia de subsistencia proporcionó una alimentación rica en proteínas, fibra, vitaminas, minerales, antioxidantes y otros fitoquímicos beneficiosos y baja en grasas. Aunque la evidencia disponible brinda un apoyo muy débil a la teoría de la paleodieta, las investigaciones experimentales que se han revisado en este trabajo parecen demostrar cierto beneficio para la salud humana y eficacia en la prevención y control de algunas enfermedades crónicas, sin embargo, son necesarias más investigaciones para corroborar plenamente estos resultados.

Referencias

- Anton S.D., Hida A., Heekin K., Sowalsky K., Karabetian C., Mutchie, H., Leeuwenburgh C., Manini T.M., Barnett, T.E. (2017). Effects of popular diets without specific calorie targets on weight loss outcomes: systematic review of findings from clinical trials. *Nutrients* 9(8): 822. doi: 10.3390/nu9080822.
- Ayala F.J., Escalante A.A. (1996). The evolution of human populations: a molecular perspective. *Mol Phylogenet Evol* 5(1): 188-201. doi: 10.1006/mpev.1996.0013.
- Babbitt C.C., Warner L.R., Fedrigo O., Wall C.E., Wray G.A. (2011). Genomic signatures of diet-related shifts during human origins. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 278(1708): 961-969. doi: 10.1098/rspb.2010.2433.
- Balaresque P.L., Ballereau S.J., Jobling M.A. (2007). Challenges in human genetic diversity: demographic history and adaptation. *Hum Mol Genet* 16(R2): R134-R139. doi: 10.1093/hmg/ddm242.
- Barone M., Turrioni S., Rampelli S., Soverini M., D'Amico F., Biagi E., Brigidi P., Troiani E., Candela M. (2019). Gut microbiome response to a modern Paleolithic diet in a Western lifestyle context. *PLoS One* 14(8): e0220619. doi: 10.1371/journal.pone.0220619
- Ben-Dor M., Gopher A., Hershkovitz I., Barkai R. (2011). Man the fat hunter: the demise of *Homo erectus* and the

- emergence of a new hominin lineage in the Middle Pleistocene (ca. 400 kyr) Levant. *PloS One* 6(12): e28689. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0028689>
- Bisht B., Darling W.G., White E.C., White K.A., Shivapour E.T., Zimmerman, M.B., Wahls, T.L. (2017). Effects of a multimodal intervention on gait and balance of subjects with progressive multiple sclerosis: a prospective longitudinal pilot study. *Degener Neurol Neuromuscul Dis* 7: 79-93. doi: 10.2147/DNND.S128872.
- Bland J.S. (2021). Why the Pegan Diet Makes Sense. *Integr Clin Med* 20(2): 16-19.
- Bligh H.F.J., Godsland I.F., Frost G., Hunter K.J., Murray P., MacAulay K., et al. (2015). Plant-rich mixed meals based on Palaeolithic diet principles have a dramatic impact on incretin, peptide YY and satiety response, but show little effect on glucose and insulin homeostasis: an acute-effects randomised study. *Br J Nutr* 113(4): 574-584. doi: 10.1017/S0007114514004012.
- Bocherens H. (2011). Diet and ecology of Neanderthals: Implications from C and N isotopes. En: N.J. Conard y J. Richter (Eds.) *Neanderthal Lifeways, Subsistence and Technology: =ne Hundred Fifty Years of Neanderthal Study: 73-85*. Springer. Dordrecht.
- Bocherens,H., Drucker D.G., Billiou D., Patou-Mathis, M., Vandermeersch B. (2005). Isotopic evidence for diet and subsistence pattern of the Saint-Césaire I Neanderthal: review and use of a multi-source mixing model. *J Hum Evol* 49(1): 71-87. doi: 10.1016/j.jhevol.2005.03.003.
- Boers I., Muskiet F.A., Berkelaar E., Schut E., Penders R., Hoenderdos K., Wichers H.J., Jong M.C. (2014). Favourable effects of consuming a Palaeolithic-type diet on characteristics of the metabolic syndrome: a randomized controlled pilot-study. *Lipids Health Dis* 13(1):160. doi: 10.1186/1476-511X-13-160.
- Britto S., Kellermayer R. (2019). Carbohydrate monotony as protection and treatment for inflammatory bowel disease2. *J Crohns Colitis* 13(7): 942-948. doi: 10.1093/ecco-jcc/jjz011.
- Butterworth P.J., Ellis P.R., Wollstonecroft M. (2016). Why protein is not enough: The roles of plants and plant processing in delivering the dietary requirements of modern and early Homo. En: K. Hardy y L. Kubiak-Martens (Eds.) *Wild harvest: plants in the hominin and pre-agrarian human worlds*. 31-54. Barnsley: Oxbow Books. Oxford.
- Chenard C.A., Rubenstein L.M., Snetselaar L.G., Wahls T.L. (2019). Nutrient composition comparison between a modified paleolithic diet for multiple sclerosis and the recommended healthy U.S.-style eating pattern. *Nutrients* 11(3): 537. doi: 10.3390/nu11030537.
- Cheng E., Um C.Y., Prizment A., Lazovich D., Bostick R.M. (2018). Associations of evolutionary-concordance diet, Mediterranean diet and evolutionary-concordance lifestyle pattern scores with all-cause and cause-specific mortality. *British Journal of Nutrition* 1-10. doi: 10.1017/S0007114518003483.
- Conard N.J. (2006). *When Neanderthals and modern humans met*. Tübingen: Kerns.
- Cordain L. (2002). *The Paleo Diet: Lose Weight and Get Healthy by Eating the Food You Were Designed to Eat*. New York: J. Wiley.
- Coyne J.A., Hoekstra H.E. (2007). Evolution of protein expression: new genes for a new diet. *Curr Biol* 17(23): R1014-R1016. doi: 10.1016/j.cub.2007.10.009.
- Curtis B.M., O'Keefe Jr J.H. (2002). Understanding the Mediterranean diet: could this be the new “gold standard” for heart disease prevention? *Postgrad Med* 112(2): 35-45. <https://doi.org/10.3810/pgm.2002.08.1281>
- Danpure C.J. (1997) Variable peroxisomal and mitochondrial targeting of alanine: glyoxylate aminotransferase in mammalian evolution and disease. *Bioessays* 19(4): 317-326. doi: 10.1002/bies.950190409.
- Eaton S.B., Konner M.J., Cordain L. (2010). Diet-dependent acid load, Paleolithic [corrected] nutrition, and evolutionary health promotion. *Am J Clin Nutr* 91(2): 295-297. doi: 10.3945/ajcn.2009.29058.
- Enattah N.S., Sahi T., Savilahti E., Terwilliger J.D., Peltonen L., Järvelä I. (2002). Identification of a variant associated with adult-type hypolactasia. *Nat Genet* 30(2): 233-237. doi: 10.1038/ng826
- Fenton T.R., Fenton C.J. (2016). Paleo diet still lacks evidence. *Am J Clin Nutr* 104(3): 844. doi: 10.3945/ajcn.116.139006.
- Finch C.E., Stanford C.B. (2004). Meat-adaptive genes and the evolution of slower aging in humans. *Q Rev Biol* 79(1): 3-50. doi: 10.1086/381662.
- Frassetto L.A., Schloetter M., Mietus-Synder M., Morris R.C. Jr, Sebastian A. (2009). Metabolic and physiologic improvements from consuming a paleolithic, hunter-gatherer type diet. *Eur J Clin Nutr* 63(8): 947-955. doi: 10.1038/ejcn.2009.4.
- Garland Jr T., Schutz H., Chappell M.A., Keeney B.K., Meek T.H., Copes L.E., et al. (2011). The biological control of voluntary exercise, spontaneous physical activity and daily energy expenditure in relation to obesity: human and rodent perspectives. *J Exp Biol* 214(2): 206-229. doi: 10.1242/jeb.048397.
- Genoni A., Christophersen C.T., Lo J., Coghlan M., Boyce M.C., Bird A.R., Lyons-Wall P., Devine, A. (2020). Long-term Paleolithic diet is associated with lower resistant starch intake, different gut microbiota

- composition and increased serum TMAO concentrations. *Eur J Clin Nutr* 59(5): 1845-1858. doi: 10.1007/s00394-019-02036-y.
- Genoni A., Lyons-Wall P., Lo J., Devine A. (2016). Cardiovascular, Metabolic Effects and Dietary Composition of Ad-Libitum Paleolithic vs. Australian Guide to Healthy Eating Diets: A 4-Week Randomised Trial. *Nutrients* 8(5): 314. doi: 10.3390/nu8050314.
- Gyorkos A., Baker M.H., Miutz L.N., Lown D.A., Jones M.A., Houghton-Rahrig L.D. (2019). Carbohydrate-restricted Diet and Exercise Increase Brain-derived Neurotrophic Factor and Cognitive Function: A Randomized Crossover Trial. *Cureus* 11(9): e5604. doi: 10.7759/cureus.5604.
- Hancock A.M., Witonsky D.B., Ehler E., Alkorta-Aranburu G., Beall C., Gebremedhin A., et al. (2010). Colloquium paper: human adaptations to diet, subsistence, and ecoregion are due to subtle shifts in allele frequency. *Proc Natl Acad Sc USA* 107(Suppl 2): 8924-8930. doi: 10.1073/pnas.0914625107
- Hardy K., Bocherens H., Miller J.B., Copeland L. (2022). Reconstructing Neanderthal diet: The case for carbohydrates. *J Hum Evol* 162: 103105. doi: 10.1016/j.jhevol.2021.103105.
- Hockett B. (2012). The consequences of Middle Paleolithic diets on pregnant Neanderthal women. *Quat Int* 264: 78-82. doi: 10.1016/j.quaint.2011.07.002
- Hwang C., Ross V., Mahadevan U. (2014). Popular exclusionary diets for inflammatory bowel disease: the search for a dietary culprit. *Inflamm Bowel Dis* 20(4): 732-741. doi: 10.1097/01.MIB.0000438427.48726.b0.
- Irish A.K., Erickson C.M., Wahls T.L., Snetselaar L.G., Darling W.G. (2017). Randomized control trial evaluation of a modified Paleolithic dietary intervention in the treatment of relapsing-remitting multiple sclerosis: a pilot study. *Degener Neurol Neuromuscul Dis* 7: 1-18. doi: 10.2147/DNND.S116949.
- James W., Johnson R.J., Speakman J.R., Wallace D.C., Frühbeck G., Iversen P.O., Stover P. J. (2019). Nutrition and its role in human evolution. *J Inter Med* 285(5): 533-549. doi: 10.1111/joim.12878.
- Jamka M., Kulczyński B., Juruć A., Gramza-Michałowska A., Stokes C.S., Walkowiak J. (2020). The Effect of the Paleolithic Diet vs. Healthy Diets on Glucose and Insulin Homeostasis: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Clin Med* 9(2): 296. doi: 10.3390/jcm9020296.
- Jaouen K., Richards M.P., Le Cabec A., Welker F., Rendu W., Hublin J.J., Soressi M., Talamo S. (2019). Exceptionally high $\delta^{15}\text{N}$ values in collagen single amino acids confirm Neandertals as high-trophic level carnivores. *Proc Natl Acad Sc USA* 116(11): 4928-4933. <https://doi.org/10.1073/pnas.1814087116>
- Jew S., Abumweis S.S., Jones, P.J. (2009). Evolution of the human diet: linking our ancestral diet to modern functional foods as a means of chronic disease prevention. *J Med Food* 12(5): 925-934. doi: 10.1089/jmf.2008.0268.
- Jönsson T., Granfeldt Y., Åhrén B., Branell U.C., Pålsson G., Hansson A., Söderström M., Lindeberg S. (2009). Beneficial effects of a Paleolithic diet on cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: a randomized cross-over pilot study. *Cardiovasc Diabetol* 8: 35. doi: 10.1186/1475-2840-8-35.
- Jönsson T., Granfeldt Y., Lindeberg S., Hallberg A.C. (2013). Subjective satiety and other experiences of a Paleolithic diet compared to a diabetes diet in patients with type 2 diabetes. *Nutr J* 12: 105. doi: 10.1186/1475-2891-12-105.
- Joshi K.J., Hu F.B., Manson J.E., Stampfer M.J., Rimm E.B., Speizer F.E., et al. (2001). The effect of fruit and vegetable intake on risk for coronary heart disease. *Ann Intern Med* 134(12): 1106-1114. doi: 10.7326/0003-4819-134-12-200106190-00010.
- Jospe M.R., Roy M., Brown R.C., Haszard J.J., Meredith-Jones K., Fangupo L.J., Osborne H., Fleming E.A., Taylor R.W. (2020). Intermittent fasting, Paleolithic, or Mediterranean diets in the real world: exploratory secondary analyses of a weight-loss trial that included choice of diet and exercise. *Am J Clin Nutr* 111(3): 503-514. doi: 10.1093/ajcn/nqz330.
- Kelley J.L., Swanson W.J. (2008). Dietary change and adaptive evolution of enamel in humans and among primates. *Genet* 178(3): 1595-1603. doi: 10.1534/genetics.107.077123
- Klement R.J., Paziienza V. (2019). Impact of Different Types of Diet on Gut Microbiota Profiles and Cancer Prevention and Treatment. *Medicina (Kaunas)* 55(4): 84.
- Klonoff D.C. (2009). The beneficial effects of a Paleolithic diet on type 2 diabetes and other risk factors for cardiovascular disease. *J diabetes Sci Technol* 3(6): 1229-1232. doi: 10.3390/medicina55040084.
- Konner M., Eaton S.B. (2010). Paleolithic nutrition: twenty-five years later. *Nutr Clin Pract* 25(6): 594-602. doi: 10.1177/0884533610385702.
- Landini A., Yu S., Gneccchi-Ruscione G.A., Abondio P., Ojeda-Granados C., Sarno S., et al. (2020). Genomic adaptations to cereal-based diets contribute to mitigate metabolic risk in some human populations of East Asian ancestry. *Evol Appl* 14(2): 297-313. <https://dx.doi.org/10.1111/eva.13090>

- Lavie M., Lavie I., Maslovitz S. (2019). Paleolithic diet during pregnancy-A potential beneficial effect on metabolic indices and birth weight. *European journal of obstetrics, gynecology, and birth weight. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 242: 7-11. doi: 10.1016/j.ejogrb.2019.08.013.
- Lindeberg S. (2012). Paleolithic diets as a model for prevention and treatment of Western disease. *Am J Hum Biol* 24(2): 110-115. doi: 10.1002/ajhb.22218.
- Lindeberg S., Jönsson T., Granfeldt Y., Borgstrand E., Soffman J., Sjöström K., Åhrén B. (2007). A Palaeolithic diet improves glucose tolerance more than a Mediterranean-like diet in individuals with ischaemic heart disease. *Diabetologia* 50(9): 1795-1807. doi: 10.1007/s00125-007-0716-y.
- London D.S., Beezhold B. (2015). A phytochemical-rich diet may explain the absence of age-related decline in visual acuity of Amazonian hunter-gatherers in Ecuador. *Nutr Res* 35(2): 107-117. doi: 10.1016/j.nutres.2014.12.007
- Luca F., Perry G.H., Di Rienzo A. (2010). Evolutionary adaptations to dietary changes. *Annu Rev Nutr* 30: 291-314. doi: 10.1146/annurev-nutr-080508-141048
- Manheimer E.W., Van Zuuren E.J., Fedorowicz Z., Pijl H. (2015). Paleolithic nutrition for metabolic syndrome: systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 102(4): 922-932. doi: 10.3945/ajcn.115.113613.
- Manousou S., Stål M., Larsson C., Mellberg C., Lindahl B., Eggertsen R., et al. (2018). A Paleolithic-type diet results in iodine deficiency: a 2-year randomized trial in postmenopausal obese women. *Eur J Clin Nutr* 72(1): 124-129. doi: 10.1038/ejcn.2017.134.
- Mårtensson A., Stomby A., Tellström A., Ryberg M., Waling M., Otten J. (2021). Using a Paleo Ratio to Assess Adherence to Paleolithic Dietary Recommendations in a Randomized Controlled Trial of Individuals with Type 2 Diabetes. *Nutrients* 13(3): 969. doi: 10.3390/nu13030969.
- Masharani U., Sherchan P., Schloetter M., Stratford S., Xiao A., Sebastian A., Nolte Kennedy M., Frassetto L. (2015). Metabolic and physiologic effects from consuming a hunter-gatherer (Paleolithic)-type diet in type 2 diabetes. *Eur J Clin Nutr* 69(8): 944-948. doi: 10.1038/ejcn.2015.39.
- Mayo Clinic (2021). Dieta paleo: ¿qué es y por qué es tan popular? <https://www.mayoclinic.org/es-es/healthy-lifestyle/nutrition-and-healthy-eating/in-depth/paleo-diet/art-20111182#:~:text=La%20dieta%20paleo%20suele%20incluir,agricultura%2C%20hace%20unos%2010.000%20a%C3%B1os> [Consultado 31-05-2022]
- Moore M.P., Cunningham R.P., Dashek R.J., Mucinski J.M., Rector R.S. (2020). "A Fad too Far? Dietary Strategies for the Prevention and Treatment of NAFLD". *Obes* 28(10): 1843-1852. doi: 10.1002/oby.22964.
- O'Keefe J.H., Cordain L. (2004). "Cardiovascular disease resulting from a diet and lifestyle at odds with our Paleolithic genome: how to become a 21st-century hunter-gatherer". *Mayo Clin Proc* 79(1): 101-108. doi: 10.4065/79.1.101.
- Osterdahl M., Kocuturk T., Koochek A., Wändell P.E. (2008). Effects of a short-term intervention with a paleolithic diet in healthy volunteers. *Eur J Clin Nutr* 62(5): 682-685. doi: 10.1038/sj.ejcn.1602790.
- Otten J., Ryberg M., Mellberg C., Andersson T., Chörell E., Lindahl B., Larsson C., Holst J. J., Olsson T. (2019). Postprandial levels of GLP-1, GIP and glucagon after 2 years of weight loss with a Paleolithic diet: a randomised controlled trial in healthy obese women. *Eur J Endocrinol* 180(6): 419-429. doi: 10.1530/EJE-19-0082
- Otten J., Stomby A., Waling M., Isaksson A., Söderström I., Ryberg M., Svensson M., Hauksson J., Olsson T. (2018). A heterogeneous response of liver and skeletal muscle fat to the combination of a Paleolithic diet and exercise in obese individuals with type 2 diabetes: a randomised controlled trial. *Diabetologia* 61(7): 1548-1559. doi: 10.1007/s00125-018-4618-y.
- Patel S., Suleria H.A. (2017). Ethnic and paleolithic diet: Where do they stand in inflammation alleviation? A discussion. *J Ethn Foods* 4(4): 236-241. <https://doi.org/10.1016/j.jef.2017.10.004>
- Perry, G. H., Dominy, N. J., Claw, K. G., Lee, A. S., Fiegler, H., Redon, R., ... & Stone, A. C. (2007). Diet and the evolution of human amylase gene copy number variation. *Nat Genet* 39(10): 1256-1260. doi: 10.1038/ng2123
- Pitt C.E. (2016). Cutting through the Paleo hype: The evidence for the Paleolithic diet. *Aust Fam Physician* 45(1): 35-38.
- Revedin A., Aranguren B., Becattini R., Longo L., Marconi E., Lippi M.M., Skakun N., Sinitsyn A., Spiridonova E., Svoboda J. (2010). Thirty-thousand-year-old evidence of plant food processing. *Proc Natl Acad Sc USA* 107(44): 18815-18819. doi: 10.1073/pnas.1006993107.
- Richards M.P., Pettitt P.B., Trinkaus E., Smith F.H., Paunović M., Karavanić I. (2000). Neanderthal diet at Vindija and Neanderthal predation: the evidence from stable isotopes. *Proc Natl Acad Sc USA* 97(13): 7663-7666. <https://doi.org/10.1073/pnas.120178997>
- Richards M.P., Trinkaus E. (2009). Isotopic evidence for the diets of European Neanderthals and early modern humans. *Proc Natl Acad Sc USA* 106(38): 16034-16039. <https://doi.org/10.1073/pnas.0903821106>

- Ruemmele F.M. (2016). Role of Diet in Inflammatory Bowel Disease. *Annals of nutrition & metabolism*, 68(Suppl 1): 33-41. doi: 10.1159/000445392
- Sayre R., Comer P., Hak J., Josse C., Bow J., Warner H., et al. (2013). A New Map of Standardized Terrestrial Ecosystems of Africa. Washington DC: Association of American Geographers.
- Segurel L., Lafosse S., Heyer E., Vitalis R. (2010). Frequency of the AGT Pro11Leu polymorphism in humans: Does diet matter?. *Annals of Human Genetics* 74(1): 57-64. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1809.2009.00549.x>
- Shaw G.M., Lu W., Zhu H., Yang W., Briggs F.B.S., Carmichael S.L., Barcellos, L.F., Lammer E.J., Finnell R.H. (2009). 118 SNPs of folate-related genes and risks of spina bifida and conotruncal heart defects. *BMC medical genetics* 10 (49). <https://doi.org/10.1186/1471-2350-10-49>
- Shemirani F., Djafarian K., Fotouhi A., Azadbakht L., Rezaei N., Chamari M., Shabani S., Mahmoudi M. (2022). Effect of Paleolithic-based low-carbohydrate vs. moderate-carbohydrate diets with portion-control and calorie-counting on CTRP6, asprosin and metabolic markers in adults with metabolic syndrome: A randomized clinical trial. *Clin Nutr ESPEN* 48: 87-98. doi: 10.1016/j.clnesp.2021.11.013.
- Speth J.D. (2012). *Paleoanthropology and archaeology of big-game hunting*. Berlin: Springer.
- Spreadbury I. (2012). Comparison with ancestral diets suggests dense acellular carbohydrates promote an inflammatory microbiota, and may be the primary dietary cause of leptin resistance and obesity. *Diabetes Metab Syndr Obes: Targets Ther* 5: 175-189. doi: 10.2147/DMSO.S33473
- Stanton R. (2014). Popular diets and over-the-counter dietary aids and their effectiveness in managing obesity. *Managing and Preventing Obesity: Behavioural Factors and Dietary Interventions*: 257-274. Elsevier Ltd. <http://dx.doi.org/10.1533/9781782420996.4.257>
- Ströhle A., Hahn A. (2011). Diets of modern hunter-gatherers vary substantially in their carbohydrate content depending on ecoenvironments: results from an ethnographic analysis. *Nutr Res* 31(6): 429-435. doi: 10.1016/j.nutres.2011.05.003.
- Ströhle A., Hahn A., Sebastian A. (2010a). Estimation of the diet-dependent net acid load in 229 worldwide historically studied hunter-gatherer societies. *Am J Clin Nutr* 91(2): 406-412. doi: 10.3945/ajcn.2009.28637.
- Ströhle A., Hahn A., Sebastian A. (2010b). Latitude, local ecology, and hunter-gatherer dietary acid load: implications from evolutionary ecology. *Am J Clin Nutr* 92(4): 940-945. doi: 10.3945/ajcn.2010.29815.
- Svizzero S. (2017). Persistent controversies about the neolithic revolution. *J His Archaeol Antropol Sci* 1(2): 53-61. DOI: 10.15406/jhaas.2017.01.00013
- Tarantino G., Citro V., Finelli C. (2015). Hype or Reality: Should Patients with Metabolic Syndrome-related NAFLD be on the Hunter-Gatherer (Paleo) Diet to Decrease Morbidity?. *J Gastrointest Liver Dis* 24(3): 359-368. doi: 10.15403/jgld.2014.1121.243.gta.
- Thompson E.E., Kuttub-Boulos H., Witonsky D., Yang L., Roe B.A., Di Rienzo A. (2004) CYP3A variation and the evolution of salt-sensitivity variants. *Am J Hum Genet* 75(6): 1059-1069. doi: 10.1086/426406.
- Thompson E.E., Kuttub-Boulos H., Yang L., Roe B.A., Di Rienzo A. (2006). Sequence diversity and haplotype structure at the human CYP3A cluster. *Pharmacogenomics J* 6(2): 105-114. doi: 10.1038/sj.tpj.6500347.
- Turner B.L., Thompson A.L. (2013). Beyond the Paleolithic prescription: incorporating diversity and flexibility in the study of human diet evolution. *Nutr Rev* 71(8): 501-510. doi: 10.1111/nure.12039
- Whalen K.A., McCullough M., Flanders W.D., Hartman T.J., Judd S., Bostick R.M. (2014). Paleolithic and Mediterranean diet pattern scores and risk of incident, sporadic colorectal adenomas. *Am J Epidemiol* 180(11): 1088-1097. doi: 10.1093/aje/kwu235.
- Zampelas A., Magripliss E. (2020). Dietary patterns and risk of cardiovascular diseases: a review of the evidence. *Proc Nutr Soc* 79(1): 68-75. doi: 10.1017/S0029665119000946.



CONTENTS - Vol. 47 (2023)

- 1 **Esther Rebato, María Eugenia Ibáñez-Zamacona y Aline Jelenkovic**
Obesity and Evolution: from fitness to illness
- 13 **Antonio Quesada Ramos**
Demographic transition and changes in the action of natural selection in an Andalusian population
- 22 **José Gijón Puerta**
Reflections on teaching, learning and acceptance of evolutionary theory
- 34 **Miguel C. Botella López**
Evolution of Evolutionism in Spanish Physical Anthropology
- 48 **Zhiyang Zhuang y María del Pilar Montero López**
Search for the scientific evidence of the "paleo diet"

SUMARIO - Vol. 47 (2023)

- 1 **Esther Rebato, María Eugenia Ibáñez-Zamacona y Aline Jelenkovic**
Obesidad y Evolución: *from fitness to illness*
- 13 **Antonio Quesada Ramos**
Transición demográfica y cambios en la acción de la selección natural en una población andaluza
- 22 **José Gijón Puerta**
Reflexiones sobre la enseñanza, el aprendizaje y la aceptación de la teoría de la evolución
- 34 **Miguel C. Botella López**
Evolución del evolucionismo en la Antropología Física española
- 48 **Zhiyang Zhuang y María del Pilar Montero López**
Búsqueda de la evidencia científica de la “paleodieta”