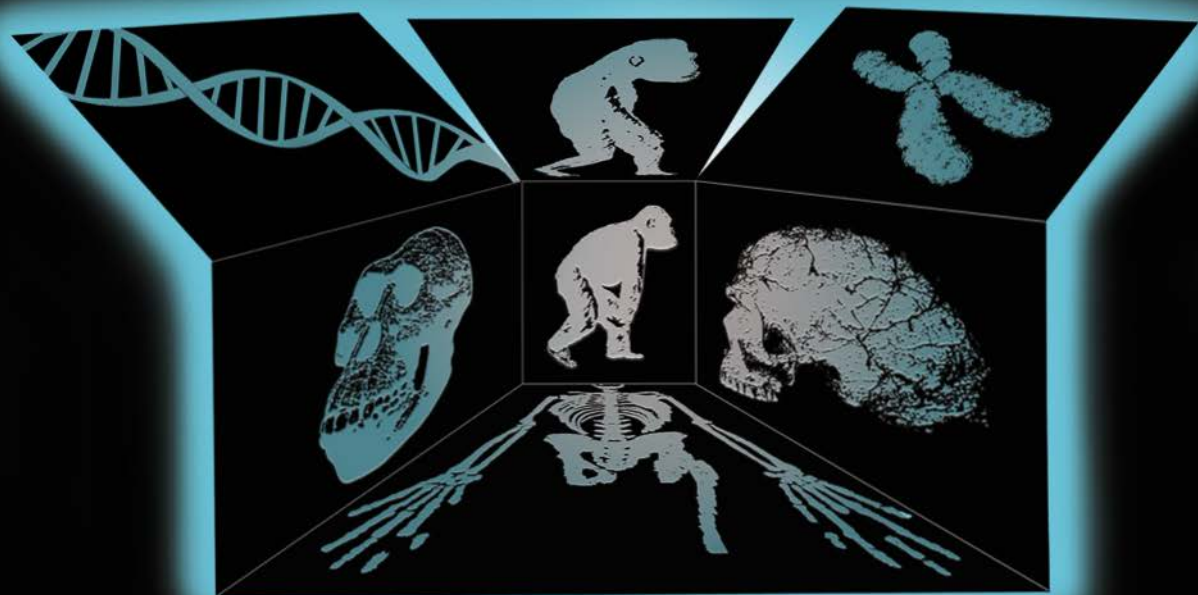


La complejidad de la antropología física

Tomo I



ANABELLA BARRAGÁN SOLÍS Y LAURO GONZÁLEZ QUINTERO
Coordinadores



La **complejidad de**
la antropología física

TOMO I



México, 2011

Escuela Nacional
de Antropología
e Historia



Instituto Nacional
de Antropología
e Historia



Consejo Nacional
para la
Cultura y las Artes



INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA

Alfonso de Maria y Campos Castelló

Dirección General

Miguel Ángel Echegaray Zúñiga

Secretaría Técnica

ESCUELA NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA

Alejandro Villalobos Pérez

Dirección

Ma. Cristina Rybertt Thennet

Secretaría Académica

Berna Leticia Valle Canales

Subdirección de Investigación

Margarita Warnholtz Locht

Subdirección de Extensión Académica

Gabriel Soto Cortés

Departamento de Publicaciones

Katía Vanessa López González

Corrección de estilo

Dayana Itzel Bucio Ortega

Diseño y formación

Oscar Arturo Cruz Félix

Francisco Carlos Rodríguez Hernández

Gilberto Mancilla Martínez

Diseño de colección

LA COMPLEJIDAD DE LA ANTROPOLOGÍA FÍSICA, TOMO I

Anabella Barragán Solís y Lauro González Quintero

Coordinadores

Primera edición: 2011

ISBN: 978-607-484-205-0

Esta publicación no podrá ser reproducida total o parcialmente, incluyendo el diseño de portada; tampoco podrá ser transmitida ni utilizada de manera alguna por algún medio, ya sea electrónico, mecánico, electrográfico o de otro tipo sin autorización por escrito del editor.

D.R. © 2011 Instituto Nacional de Antropología e Historia

Córdoba 45, colonia Roma, 06700, México D.F.

sub_fomento.cncpbs@inah.gob.mx

Escuela Nacional de Antropología e Historia

Periférico Sur y Zapote s/n col. Isidro Fabela, Tlalpan, D.F., C.P. 14030

Impreso y hecho en México

Índice

TOMO I

Pág.

<i>Anabella Barragán Solís y Lauro González Quintero</i>	<i>Presentación</i>	5
--	----------------------------	---

I. Historia de la antropología física

<i>José Luis Fernández Torres</i>	1. Algunos aspectos de la historiografía de la antropología física en el siglo XIX europeo	39
<i>José Luis Vera Cortés</i>	2. Algo más que 100 años de antropología física en México	61

II. Antropología física y evolución

<i>Pilar Chiappa</i>	1. Los primates no humanos en el espejo del antropólogo físico	83
<i>Juan Manuel Argüelles</i>	2. Elementos y consideraciones sobre evolución humana	111
<i>José Luis Fernández Torres</i>	3. Antecedentes históricos para la constitución de la antropología física evolutiva en el siglo XX	131

III. Genética

<i>María del Pilar Navarro Meré y Lucía Román Hinojosa Víctor Acuña Alonzo</i>	1. Antropología molecular	149
<i>Alfonso Vilchis Peluyera, Bibiana Rodríguez Ponce y Víctor Valdés López</i>	2. Genética de poblaciones humanas y antropología física	165
<i>Antonio González Martín y Amaya Gorostiza Langa</i>	3. Proyecto Genoma Humano y su importancia para la antropología física	187
<i>Antonio González Martín, Amaya Gorostiza Langa, Julio Granados y Víctor Acuña Alonzo</i>	4. Topografía genética de las poblaciones indígenas mexicanas	209
	5. Genética, evolución y enfermedades en poblaciones humanas	225

IV. Antropología demográfica

<i>Patricia Olga Hernández Espinoza</i>	1. La antropología demográfica o el estudio antropológico de los hechos vitales de la población	245
<i>Natalia Bernal Felipe</i>	2. Una aproximación al estudio de “la reproducción humana” desde la óptica de la antropología física	267

V. Somatología y ontogenia

<i>Sergio López Alonso</i>	1. Variabilidad morfológica del cuerpo humano	283
<i>Rosa María Ramos Rodríguez</i>	2. Crecimiento físico y complejidad	303

Presentación

**Anabella Barragán Solís y
Lauro González Quintero**

En los últimos años del siglo xx, varias disciplinas médicas y antropológicas desarrollaron de manera acelerada acciones en favor de la generación de conocimientos, entre ellos, la llamada “Década del cerebro” (serie de estudios internacionales sobre el funcionamiento del cerebro), el proyecto para develar y descifrar el genoma humano, los esfuerzos para comprender mejor las funciones bioquímicas de los organismos, así como el reconocimiento de la etología y el progreso para entender fenómenos comportamentales, los cuales colocan al hombre en otros horizontes disciplinarios para comprenderlo desde otras facetas.

Por otro lado, la sociedad también sufre transformaciones como la reivindicación de los grupos étnicos o los acuerdos para instituir entidades supraestatales, lo cual incide en el comportamiento individual pues se alteran los estamentos de la familia y el entorno social. Nacen de allí nuevas demandas como la igualdad entre los sexos, la lucha por preservar culturas minoritarias y el respeto al medio biofísico. Al mismo tiempo, en círculos académicos se discute el papel de las ciencias en el ámbito de la antropología.

Estas tendencias influyen de manera determinante sobre las ciencias antropológicas, pues aparecen nuevas posiciones teóricas para comprender los fenómenos emergentes e intentar explicar la nueva cotidianidad. La antropología física también está inmersa en esta vorágine, por eso diferentes maestros han tratado de actualizarla en las aulas con los nuevos avances, inclusive con aportes personales, pues la mayoría de la planta docente posee experiencias particulares de investigación que imprimen un matiz específico a la carrera que se imparte en la Escuela Nacional de Antropología e Historia.

Uno de los objetivos prioritarios de la Academia de la Licenciatura en Antropología Física es contar con materiales que muestren a los estudiantes las tendencias generales vigentes de la disciplina. Así, en 2006 los coordinadores de este texto se proponen publicar un volumen con la experiencia adquirida por diferentes profesores de la licenciatura, esperando también generar reflexión y discusiones sobre las diversas maneras de construir la antropología física en México.

El índice fue elaborado en aras de debatir cuestiones esenciales. Se invitó a los profesores que habían impartido cursos en la licenciatura durante los últimos cinco años para que escribieran un texto donde se hicieran explícitos los vínculos de sus enfoques específicos con la antropología física, conceptos fundamentales, problemáticas emergentes y formas de abordarlas. La respuesta fue entusiasta y todos los profesores invitados aceptaron participar, inclusive algunos precisaron o puntualizaron los temas propuestos. No obstante, al final del plazo, en 2007, no todos pudieron cumplir con su propósito, debido a la carga de trabajo y a sus diversos compromisos; pero, afortunadamente, los autores que retiraron su participación fueron muy pocos. El proceso de revisión y dictamen de la primera versión de los textos se prolongó hasta los primeros meses de 2009. Debido a ese proceso, en cierto modo se limitó la variedad de temas tratados. Sin embargo, el volumen presenta enorme riqueza temática gracias a la excelente respuesta para acatar sugerencias, con lo cual se cumple a cabalidad el objetivo del libro.

Los artículos que aquí se presentan cuentan con la calidad y originalidad para renovar la forma de contemplar al cuerpo humano y la enseñanza de la antropología física, hoy inmersa en relaciones inter y transdisciplinarias, de donde emerge el abanico de discursos, la heterogeneidad de marcos metodológicos, su enriquecimiento desde otras disciplinas y el establecimiento de redes cada vez más vigorosas. Así, en cada participación destaca la dinámica de relaciones conceptuales que oscilan de la genética a la cultura, de la célula al medio ambiente, de la práctica

ritual a la clasificación osteológica, del trabajo a las huellas óseas, del proceso de hominización a la humanización, del comportamiento alimentario al crecimiento, del cuerpo vivido al soma, de la percepción a la cognición y a la interacción social, de la dimensión pretérita a la cotidianidad, de las moléculas a la historia social, del hacer y del deber científicos, del sujeto hasta la población y desde ésta a la variabilidad corporal. Es ésta la complejidad de la antropología física, canal en construcción permanente que se desborda hacia otros campos disciplinares, cruza caminos añejos y profundiza su cauce para albergar en su seno miradas novedosas y nuevas generaciones. Por ello, el cuerpo de este texto debe contemplarse en su conjunto.

Asimismo, esto nos permite aquilatar la dimensión que ofrece nuestra escuela sobre la antropología física actual, donde se congregan múltiples y diversas perspectivas, provocadas por nuevas necesidades y sensibles a los difíciles retos socioeconómicos, para los cuales presentan abordajes probados por su eficacia, sin ser modelos maestros inamovibles, porque se complejizan y enriquecen con el devenir social y la práctica profesional.

En este trabajo se encuentran las miradas actuales, unas ancladas en la certidumbre de metodologías “propias” de la antropología física y otras que indagan en otros campos nuevos derroteros y caminos insospechados, los que finalmente exigen y conforman nuevas formas de hacer antropología.

El texto está conformado por siete secciones, en él se encuentran 32 temas firmados por 34 autores. Los trabajos en su mayoría son individuales y sólo 12% se elaboraron en equipo. Los autores que imparten clases en la licenciatura están inmersos en distintas áreas de investigación y pertenecen a múltiples instituciones educativas: la propia ENAH tanto en licenciaturas como en posgrado, la UNAM, la UAM, el IPN, la Dirección de Antropología Física del INAH, el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán”, la Universidad Complutense de Madrid, España y Penn State University.

A continuación se presentan breves semblanzas de cada uno de los trabajos. La primera sección, Historia de la antropología física, abre con el interesante trabajo de José Luis Fernández Torres, “Algunos aspectos de la historiografía de la antropología física en el siglo XIX europeo”, en el que muestra cómo, en materia de origen y evolución del hombre, la antigua controversia de la relación entre organismo humano y su medio está presente a través de la literatura decimonónica. En este contexto, el autor distingue dos tendencias de pensamiento: una que considera

a las razas humanas con morfología fija y otra que sostiene la noción de plasticidad y que la variación humana es producto de la interacción entre el organismo y factores ambientales diferenciales. Desde el siglo XVIII estas representaciones y concepciones heredadas inciden sobre la cuestión de si los pueblos de Europa, África, Asia y el Nuevo Mundo eran especies separadas o sólo variedades de la especie humana, y en la primera mitad del siglo XIX la esencia de este debate, que se encuentra entre los poligenistas y los monogenistas, se transformará en el eje rector de la investigación en antropología física en el resto del siglo.

El siguiente trabajo, “Algo más que 100 años de antropología física en México”, a cargo de José Luis Vera, está concebido en tres partes. Primero reflexiona sobre diferentes tipos de historia susceptibles de ser escritos y el autor se decide por reproducir la cartilla doctor Nicolás León y utilizarla como emblema de la antropología física tradicional. Luego discute la fase denominada Nueva Antropología Física, propuesta en 1951, cuando se supone impactada por la teoría sintética de la evolución, y la Más Nueva Antropología Física, denominada en México antropología molecular, que a partir de 1962 emplea técnicas bioquímicas y genéticas. El autor expone la discordancia entre las tendencias mundiales y la ruta seguida en México con inclinaciones biosociales. La segunda parte es un conjunto de reflexiones sobre algunos temas y conceptos, ejes teóricos fundamentales utilizados en la disciplina a lo largo de su historia: el cuerpo y las etapas paradigmáticas de este objeto de estudio, el concepto de especie y el concepto de población, el cambio y la adaptación. En la tercera parte, a manera de conclusión, considera las tareas pendientes de la antropología física en México, y subraya la necesidad de abordar académicamente el tema de la práctica social del racismo en nuestro país.

En la segunda sección, Antropología física y evolución, el trabajo de Pilar Chiappa “Los primates no humanos en el espejo del antropólogo físico” está estructurado a partir de tres preguntas: qué es un primate, cuántos hay y qué es la primatología. En su primer apartado refiere de manera precisa la secuencia evolutiva que origina a los mamíferos; en el siguiente sintetiza tanto el origen como la caracterización morfológica de los primates pero otorga particular importancia al cerebro y a la conducta social derivada de su condición atárica. Luego trata problemas taxonómicos, empresa con múltiples escollos, pues pretende colocarlos como parte de la naturaleza, causa de muchos desencuentros, como ya lo hace notar Vera en la exposición anterior. A continuación Chiappa ofrece la relación filética de los primates y define a la primatología como disciplina independiente

con numerosos temas y problemas, de donde obtiene dos relaciones con la antropología física: las bases subyacentes de estudios sobre evolución de la conducta, y estudios sobre la conducta de los chimpancés. La autora describe resultados de casos de estudios sobre la mente, de comunicación interespecífica de los chimpancés con humanos y sobre comportamiento político intraespecífico, todo ello objeto de debate entre antropólogos. El texto reúne resultados de diversas investigaciones para mostrar que los chimpancés en libertad despliegan conductas sorprendentes, como aquellas que exponen sus normas sociales, actividades rituales y las que demuestran sus personalidades, hechos que abruman al antropólogo y conducen a la autora a preguntar ¿qué nos hace humanos?

El siguiente artículo, escrito por Juan Manuel Argüelles, “Elementos y consideraciones sobre evolución humana”, refiere de manera sucinta el desarrollo histórico de la paleoantropología desde sus inicios en Europa hasta los hallazgos recientes en el sureste asiático. El autor reflexiona y centra el origen de la cultura con la aparición de objetos materiales manufacturados por los miembros de alguna especie. Así, la cultura nace hace 2.5 millones de años y su maquillador es el *Homo habilis*. Enseguida diserta sobre la interrogante ¿qué es un homínido? Desarrolla sus elementos distintivos para luego deliberar sobre el modo en que ocurre la evolución humana, fenómeno donde abunda y del que destacan algunos elementos centrales como el crecimiento cefálico y su “correlación directa con la complejidad social y cultural”, cuya explicación alternativa a través del llamado modelo de “exaltación y adaptación” se encuentra acorde con las tendencias modernas, pues el reciclaje de estructuras o elementos anatómicos es constante en los procesos evolutivos. Y al final, cuando da su definición de cultura, afirma: “Lo que queda claro es que el camino a la cultura podría tener en muchos de sus nodos razones menos culturales que las que imaginamos. La evolución, en muchos sentidos, consiste en explicar la complejidad mediante los pasos más sencillos”.

“Antecedentes históricos para la constitución de la antropología física evolutiva en el siglo xx” es otro trabajo elaborado por José Luis Fernández Torres, quien en esta ocasión aporta una visión histórica sobre problemas evolutivos basados en anatomía comparada, embriología, morfología y paleontología, cuando se desconocían los mecanismos hereditarios mendelianos. La generación postdarwiniana —que requiere pruebas experimentales— es una importante fase del desarrollo científico de la cual el autor sintetiza una serie de experimentos con embriones y relata desde la teoría del sistema equipotencial armónico hasta la teoría del

gene; se detiene someramente en Mendel, se explora en las ideas de transmisión de Darwin y de Galton y reseña el nacimiento de la genética. El autor reconstruye escenarios de mediados del siglo pasado cuando se formula la teoría sintética, con análisis a la vez lúcido e interesante. Más adelante, enfrenta la aplicación de la teoría en la antropología física propuesta por Washbur, cuyo desarrollo fructifica hasta la segunda mitad del siglo xx con el nacimiento de la antropología molecular, la cual provoca nuevos debates.

En la tercera sección, Genética, se presenta un trabajo desarrollado por las biólogas María del Pilar Navarro Meré y Lucía Román Hinojosa, “Antropología molecular”. La primera parte de este trabajo hace un examen breve del desarrollo de la biología molecular, desde sus primeros ensayos en un convento agustino hasta su consolidación como genética molecular y su ulterior conversión a tecnología de punta. Después, las autoras se refieren a su desarrollo en México, para reconocer en primer término el trabajo pionero de la doctora Rocío Vargas. La antropología molecular cobra notoriedad a partir de tres temas de particular interés para la antropología física, el origen del hombre, la colonización planetaria por esa especie y aspectos relacionados con la antropología médica.

Sobre el origen del hombre se mencionan las tres hipótesis desarrolladas hasta ahora: fuera de África o multirregional, arca de Noé y reticulada, y la Eva mitocondrial, que otorga mayor sustento a la primera. De cualquier modo, la morfometría de fósiles es desplazada como único indicio para reconstruir la filogenia humana, debido a que las técnicas de la antropología molecular se sustentan sobre la estructura de los ácidos nucleicos. Enseguida revisan diversas acepciones del concepto *gene*, con lo cual exhiben su complejidad. En referencia a los ácidos nucleicos mitocondriales, las autoras indican su empleo para identificar grupos étnicos, enfermedades genéticas, estudios evolutivos y migraciones. Finalmente, después de referirse a las patologías virales, revelan la posibilidad de detectar oncogenes o antioncogenes en restos óseos.

El trabajo de Víctor Acuña Alonzo, “Genética de poblaciones humanas y antropología física”, describe en su introducción la diferencia entre la genética antropológica y la genética humana. La primera, más reciente, se desarrolla durante la segunda mitad del siglo xx. El autor destaca la importancia de esta disciplina que aporta criterios mensurables para definir las razas. Los vínculos entre esta práctica científica y la antropología los sitúa en el enfoque evolucionista para estudiar la biodiversidad humana, pues ambas coinciden en sus campos de estudio y

aplicación: la variabilidad de los patrones de crecimiento y desarrollo, tanto entre poblaciones como entre individuos, implica elementos genéticos; la explotación de recursos bióticos por poblaciones humanas diversas arroja como resultado la coevolución de genes y cultura. Asimismo las diferencias de inmunidad o resistencia entre poblaciones también dependen de su variación genética.

En el escrito se exponen los resultados del estudio del mestizaje en poblaciones latinoamericanas con marcadores bi y uniparentales, lo que hace, según el autor, mantener reserva sobre lo que algunas naciones de América Latina como Argentina y Uruguay autoproclaman de sus poblaciones como predominantemente euro-mestizas, afro-mestizas en Brasil o indomestizas en México y Perú, ya que los resultados son muy diferentes a estas ideas. Al final del trabajo, después de comentar el proyecto Genoma Humano, el autor demuestra que la genética antropológica contribuye a conocer la historia del genoma humano y su significado funcional. Los antropólogos requieren conocer los avances genéticos, imprescindibles para comprender la variabilidad humana y su interpretación, y asumir posiciones críticas en el debate que, indefectiblemente, suscitan sus aplicaciones.

El siguiente artículo, “Proyecto Genoma Humano y su importancia para la antropología física”, del equipo conformado por Alfonso Vilchis Peluyera, Bibiana Rodríguez Ponce y Victor Valdés López, abarca en su introducción desde el nacimiento de la biología molecular hasta la aparición de la genómica, y muestran, por supuesto, al desarrollo de la genética. Los autores señalan los avances del proyecto Genoma Humano y destacan que aproximadamente de 3 mil millones de nucleótidos los genes sólo ocupan 22%, mientras que 78% carece de función codificante. No cabe duda que de esta fuente se beberá para indagar sobre el pasado histórico del hombre. Los autores subrayan la cantidad de genes que compartimos con otras especies para luego construir las interrogantes: ¿dónde se origina la especificidad humana?, ¿qué significación biológica y evolutiva tiene el genoma no codificante?, ¿cuál es la importancia biológica de la variación genómica?

Al contestar estas preguntas, los autores revelan la importancia del Proyecto Secuenciación del Genoma Humano para diversos campos de conocimiento antropológico, estructurados en tres grandes apartados. Además, los autores también se obligan a señalar el método empleado. En el apartado relativo al DNA antiguo, subrayan su importancia al adjudicar a este tipo de estudios la separación de los neandertales del linaje humano. Además, describen los estudios relacionados con las especies domesticadas y refieren dos casos de particular interés para México, el

maíz y el perro *xoloitzcuintle*, de indiscutible interés antropológico. En el último apartado, concentran su atención sobre enfermedades relacionadas con variantes genéticas, soporte fundamental para poder llevar a efecto el proyecto Genoma Humano y la consecución del proyecto HapMap, centrado en las mutaciones y polimorfismos de un solo nucleótido (SNPs), índices para identificar alelos, genes y secuencias asociadas a enfermedades pero cuyo objetivo final es cartografiar todos los haplotipos presentes en poblaciones humanas. Con éste se espera establecer, a nivel clínico, la relación genotipo-fenotipo y posibilitar, a mediano y largo plazo, el desarrollo de estrategias terapéuticas para corregir defectos genéticos. Aquí reside su enorme potencial biomédico.

Antonio González Martín y Amaya Gorostiza Langa firman el artículo titulado “Topografía genética de las poblaciones indígenas mexicanas”. Su trabajo aborda las variaciones de DNAmT en 18 grupos indígenas americanos, pues durante el proceso de transferencia hereditaria este material sufre alteraciones. Tales mutaciones caracterizan a las poblaciones en su tiempo y espacio. Técnicamente, se compara una secuencia —el orden de las bases nitrogenadas, adenina, citosina, guanina y timina— de cualquier región determinada del DNAmT con la de referencia, denominada secuencia de Anderson. A partir de estas comparaciones se pudo distinguir grupos o clanes designados técnicamente como haplogrupos mitocondriales, los cuales engloban individuos cuyo DNAmT no es idéntico pero sí lo suficientemente similar para indicar ascendencia común. Entre los africanos se descubrieron inicialmente tres grupos, cada uno de ellos tiene como ancestro una única mujer, de quien descienden todos los miembros del clan; a su vez, todos estos clanes descienden de la mítica Eva mitocondrial. Así, la África subsahariana está representada por determinados haplogrupos, mientras que en África del norte son otros los marcadores más frecuentes. Se señala que dichas diferencias en las frecuencias de los haplogrupos mitocondriales entre ambas regiones, se deben a la existencia de alguna barrera geográfica. En el caso de América existen cuatro haplogrupos característicos, que varían ampliamente en el norte, en el centro y el sur.

Después de analizar diversos métodos matemáticos, los autores abundan sobre su decisión de emplear el modelo de triangulación de Delaunay, porque es el que expresa mejor la topografía genética de las poblaciones, y explican que sus posiciones geográficas se estiman mediante el programa informático Global Gazetteer. Al final del artículo, se presentan algunas conclusiones preliminares sobre la coincidencia de áreas culturales y poblaciones con diferencias genéticas.

A continuación se presenta el artículo “Genética, evolución y enfermedades en poblaciones humanas”, que se debe al trabajo colectivo de Antonio González Martín, Amaya Gorostiza Langa, Julio Granados y Víctor Acuña Alonzo. Al considerar que el estudio de las enfermedades se ha transformado en un área de investigación muy cercana a la biología evolutiva, aunque en la mayoría de las enfermedades el factor genético explica sólo parte de sus características, cuando el componente genético es el principal o único determinante, se dice que se está en presencia de alguna enfermedad mendeliana o monogenética. Se trata de un fenotipo complejo: dinámico, multifactorial y variable de las poblaciones. El texto revisa algunas interesantes y novedosas relaciones entre genes, evolución y enfermedades en poblaciones humanas. Primero analiza dos ejemplos de evolución vírica, cuyas estrategias aparentemente parecidas son en realidad completamente diferentes, aunque persiguen el mismo objetivo: sobrevivir. Se refieren a las estrategias de mutación simple del virus de la gripe y la mutación compleja del VIH.

Por otra parte, los autores asumen la coevolución del *Homo sapiens* desde dos perspectivas: sus nexos con agentes patógenos y la importancia de la cultura a la hora de configurar nuestra estructura genética, sendero este último sembrado de trampas para los descuidados. Así, exponen tres ejemplos de coevolución entre el hombre y sus agentes patógenos: la peste negra, la tuberculosis y el síndrome de inmunodeficiencia adquirida. Enseguida, se encuentra el desarrollo de la teoría del “gen ahorrador” y su relación con la alta incidencia de diabetes en la población mexicana y en poblaciones indígenas de Norteamérica. Al final presentan los diversos logros y alcances de terapias y vacunas génicas.

En la cuarta sección, Antropología demográfica, se presentan dos participaciones, la primera a cargo de Patricia Olga Hernández Espinoza, denominada “La antropología demográfica o el estudio antropológico de los hechos vitales de la población”, en el que indica que la demografía es de particular interés para la antropología física porque permite a los investigadores acercarse a características que se encuentran por encima del individuo, las cuales muchas veces resultan imprescindibles para conocer la población o el grupo bajo estudio. En el trabajo se desarrolla ampliamente una discusión teórica acerca de los términos de demografía antropológica y antropología demográfica, que según la autora se cruzan en distintos momentos de la historia de la antropología y la demografía. Aclara que son varios los textos que confunden a ambas disciplinas, aumentando el desconcierto de los investigadores que tratan de comprender si hay uno o dos enfoques, si son dos

disciplinas distintas o sólo es una confusión de enunciados. Se pregunta: ¿qué va primero, el término “antropología” o el de “demografía”? ¿quién califica a quién? Su disertación deja claro que son dos disciplinas distintas y plantea sus diferencias, ya que de ello depende la pertinencia de la antropología demográfica dentro de los estudios de antropología física. Es importante resaltar que la autora elige un enfoque biocultural para, de esa manera, enlazar la demografía con la antropología física, es decir, explicar los fenómenos demográficos de una población en los contextos sociales, ecológicos, biológicos y culturales.

Natalia Bernal Felipe es la autora del artículo “Una aproximación al estudio de ‘la reproducción humana’ desde la óptica de la antropología física”, donde aborda desde un ángulo cultural el fenómeno biológico de la reproducción. Aquí define a las sociedades como capaces de controlar de alguna manera la fertilidad, con estrategias disímolas, al recurrir a conocimientos herbolarios ancestrales desconocidos para la ciencia occidental; y a otros más universales que incluyen la lactancia prolongada, el coito interrumpido o las duchas vaginales. Hoy se emplean métodos anticonceptivos mecánicos, químicos y quirúrgicos, por todo ello es que se deben realizar estudios para integrar aspectos tanto biológicos como culturales. En el desarrollo de su artículo, la autora define la fecundidad, así como el concepto de transición demográfica y las etapas de la reproducción humana, con base en fuentes bibliográficas. Destaca los factores culturales incidentes sobre cada etapa reproductiva, a los que denomina variables intermedias y entre los que subraya los de índole ambiental, socioeconómica y biológica, cuya influencia sólo es posible reconocer a través del trabajo de campo antropológico, que en estas problemáticas cobra particular significado.

La quinta sección, Somatología y ontogenia, contiene dos artículos. El primero, titulado “Variabilidad morfológica del cuerpo humano”, es de la autoría de Sergio López Alonso, quien inicia su exposición con la reflexión acerca de los estudios sobre variabilidad morfológica del cuerpo humano en su conjunto y de sus rasgos anatómicos específicos observables a simple vista (fenotipo). Explica que estos son temas clásicos de la antropología física, a partir de los que se describen, analizan y comparan estructuras, tamaños, volúmenes y proporciones externas en general y de los distintos segmentos del cuerpo, buscando conocer la gama de formas y diseños que hacen peculiares, distinguen o asemejan entre sí a los individuos y grupos humanos, ya sea para fines taxonómicos o bien con el objetivo de conocer las transformaciones evolutivas que dieron origen a nuestro

fenotipo o para aplicaciones prácticas en múltiples áreas de las actividades humanas. El autor subraya la larga trayectoria de este tema de estudio, ya histórico y parte nodal del desarrollo de la antropología física. Continúa su trabajo con una breve exposición de algunos elementos teóricos y metodológicos que se emplean en el estudio de la forma tan diversificada como se manifiestan los rasgos peculiares y la estructura morfosomática del cuerpo humano. Acentúa que el fenotipo corporal está determinado tanto por la herencia biológica como por las circunstancias particulares de la vida del sujeto dentro del marco geográfico y sociocultural de su entorno. El conjunto de estos rasgos caracterizan e individualizan a las personas dentro de su grupo y también distingue a los grupos humanos entre sí. El estudio de estos rasgos con fines taxonómicos constituye la raciología.

La biotipología y la somatotipología enfocan su análisis en la estructura morfosomática en la búsqueda de la eficiencia y el adecuado desempeño en actividades laborales, deporte, danza, ergonomía, entre otras, de las que no se pueden soslayar las prolijas investigaciones realizadas para registrar y clasificar variaciones humanas relevantes para las ciencias forenses. La composición corporal atiende el desarrollo diferencial de componentes del cuerpo como son grasa, músculo, esqueleto y demás elementos químicos del organismo, habida cuenta del riesgo que implica para la salud el exceso del desarrollo graso, temática sobre la que regresa al concluir el texto, al afirmar que en los últimos tiempos el incremento de la incidencia de la obesidad a nivel mundial se ha vuelto problema de salud pública, y que es evidente que se trata de un fenómeno de índole estructural y complejo de las sociedades contemporáneas, donde se involucran distintas esferas de la individualidad y el contexto sociocultural, que “reclama por tanto concurrencia transdisciplinaria para su adecuada atención, donde resulta importante la participación del antropólogo físico”.

El segundo trabajo de este capítulo, “Crecimiento físico y complejidad. El devenir de la ontogenia humana”, de Rosa María Ramos Rodríguez, desde la introducción define a la *ontogenia* como el estudio de los cambios en el crecimiento y desarrollo acaecidos a cualquier organismo, desde su concepción hasta su muerte. Entender el desarrollo prenatal del niño, así como su ulterior desarrollo, son aspectos abordados desde épocas distantes y se reconoce que a lo largo de su vida el individuo experimenta cambios constantes, que para los fines de su trabajo la autora distingue en tres grandes etapas: formativa, reproductiva y regresiva. Afirma que establecer límites cronológicos al curso ontogénico es un ejercicio

arbitrario porque cada sujeto tiene su propio ritmo. En el apartado “A propósito de los sistemas vivos”, Ramos diserta sobre aspectos teóricos de la complejidad, como aparente requisito para abordar al *Homo sapiens*. Así en su siguiente epígrafe destaca la hipercompleja realidad fenoménica del hombre en tres dimensiones: a) dimensión psíquica; b) dimensión social-cultural y c) dimensión físico-biótica. A continuación reflexiona sobre cada una de ellas. En apartado homónimo del título de su trabajo, la autora toma la definición de Maturana y Varela: la ontogenia es la historia del cambio estructural de una unidad sin que ésta pierda su organización. Pero la autora sólo se refiere a cambios posteriores a la obtención de su estructura orgánica. Si bien la ontogenia humana transcurre como devenir constituido por continuas correcciones, extiende el proceso ontogenético hasta concluir las deformaciones de la estructura, acaecidas a lo largo de toda su vida. Así, la forma corporal de cierta persona no depende sólo de su estructura, también de un pasado impositivo. Al final señala el empleo del pensamiento simple en la mayoría de los trabajos relacionados con la ontogenia humana, y concluye que ante ese complejo fenómeno se requieren metodologías y nuevas teorías y conceptos, así como nuevas formas de mirar y leer los datos acumulados.

La sexta sección, Recuperación, análisis e interpretación de restos humanos, tiene siete participaciones. El primero es un trabajo póstumo de Andrés Gutiérrez, “Métodos y técnicas de excavación para antropología física”. El autor inicia con una serie de reflexiones sobre los análisis preliminares, el establecimiento de las cronologías, los contextos culturales y la interpretación de las culturas por medio de los restos materiales. Enseguida detalla las técnicas de excavación paso a paso y describe minuciosamente las actividades y funciones de cada integrante del equipo de trabajo. Así logra presentar un panorama general de la difícil labor que realiza el antropólogo físico como parte del equipo de excavación en contextos arqueológicos, mismo que es una importante fuente de información, única e irrecuperable una vez alterada, por lo que es importante contar con una formación que contemple la correcta extracción de materiales arqueológicos y en específico de restos óseos. Al explorar tumbas, el estudiante o el profesional investiga, expone y debate sobre temas de diversas disciplinas como osteología, paleopatología, paleoantropología, prehistoria, arqueología, sedimentología, arte, mito, religión y prácticas funerarias, así como la muerte.

A continuación, en el artículo “Estudios de tafonomía en México”, Carmen Ma. Pijoan explica que la tafonomía es la historia de los procesos operantes sobre

restos tanto de animales como humanos, desde su muerte hasta generar depósitos esqueléticos. Tales procesos se dividen en dos tipos: bioestratónómicos y diagenéticos. Tres clases de tejidos están sujetos a transformaciones: blando, óseo y exoesquelético. El primero, en general, se descompone y se pierde, ocasionalmente se conserva en un proceso conocido como momificación. Se perpetúan con mayor facilidad el tejido óseo y la concha, aunque también son alterados.

Por otro lado, el hombre resulta responsable de gran cantidad de alteraciones sobre los huesos, tanto de animales como humanos. Entre estas alteraciones se encuentran: cortes, raspados, fracturas intencionales, abrasión por percusión, impactos, exposición térmica, perforaciones, huesos esponjosos aplastados, representación de elementos óseos, esgrafiado y pulido. Para cada uno de ellas señala sus características y sus inferencias. La mejor manera de analizar alteraciones culturales es examinar las superficies óseas con lente de 10x e iluminación rasante. Después se determina su distribución en relación anatómica, lo anterior permite establecer el objetivo principal de la actividad pretérita. Los materiales esqueléticos humanos, con modificaciones causadas por otros humanos, despiertan enorme interés porque conducen a postular canibalismo, de esta manera se sugiere antropofagia desde los homínidos ancestrales. En el texto se discute si el hombre de Pekín fue víctima de esta práctica. Asimismo, la autora enuncia los estudios en México respecto a los restos óseos con alteraciones tafonómicas culturales, que son relativamente numerosos, desde los más antiguos, procedentes de Tehuacán, Puebla.

En tercer lugar aparece el texto de Lourdes Márquez Morfín, "Osteología antropológica". Este trabajo esboza el campo de la antropología física y su estado en México a principios del siglo XXI, en particular lo realizado en la ENAH. Define la osteología antropológica y su objeto de estudio, expone problemas sobre la investigación de poblaciones antiguas y se plantea responder por qué estos estudios se mantuvieron bajo enfoque biologicista; señala las dificultades para rebasarlo y el surgimiento de otros paradigmas. En su introducción histórica, reseña varios inventarios bibliográficos, otros tantos intentos por presentar el estado de la antropología física en México durante diversas décadas y las postrimerías del siglo pasado. Después refiere el desarrollo de la osteología, desde su etapa inicial cuando su objetivo se centraba en describir y clasificar modificaciones físicas intencionales en cráneos y dientes, hasta cuando comprende estudios de poblaciones antiguas, después llamados bioarqueológicos.

Sobre el objeto de estudio de la antropología física, sintetiza reflexiones de diferentes etapas evolutivas cuya meta era construir el campo teórico metodológico capaz de rebasar al ámbito clasificatorio. Nacen así, en Estados Unidos, la *Nueva* y la *Más Nueva Antropología Física*. La crítica al marco biológico, prevaleciente en estudios anteriores a la década de los ochenta, oscila desde el extremo de negar su estatus como ciencia y definirlo, en consecuencia, como campo de intervención antropofísico, hasta proyectarlo sobre un eje, con un extremo esencialmente biológico y el otro eminentemente social. Respecto a los paradigmas propuestos, refiere en primer término aquéllos explicitados en este mismo volumen por José Luis Vera y posteriormente consigna la celebración de una conferencia de la Fundación Wenner Green, de donde emana una publicación trascendente porque marca nuevos derroteros para la investigación. Después, describe la osteología antropológica y da breves antecedentes históricos, para luego exponer las limitantes a las que se han enfrentado los investigadores de poblaciones antiguas, tanto políticas como teóricas, metodológicas e interdisciplinarias. En este apartado, de mayor extensión, destaca que la separación de materiales arqueológicos de su contexto obliga a efectuar monografías esqueléticas anatómicas. Enseguida hace hincapié en las carencias específicas de la osteología y aborda la construcción de paradigmas en la antropología osteológica para distinguir, reseñar y ejemplificar el análisis osteobiográfico y el paradigma sociedad-salud. En sus comentarios finales señala las tendencias actuales de investigación, las cuales emplean nuevas técnicas como análisis del DNA mitocondrial o de elementos traza y de isótopos. Puntualiza las temáticas que interesan a los especialistas en esta área de la antropología física, como el crecimiento infantil, cuyas indagaciones se empiezan a extender hacia grupos prehispánicos.

En la última década la arqueología y la antropología física han incursionado en los estudios de género, que tienen enorme relevancia para la etnología y la antropología social. No obstante, el tema con mayor éxito durante el último decenio en la ENAH es la reconstrucción de actividades físicas a través de huellas de trabajo, cuya impronta permanece sobre el esqueleto. El balance presentado mira hacia el pasado sin perder la esperanza de ser modificado y enriquecido por la creatividad de antropólogos físicos jóvenes.

En “Craneometría: perspectivas desde la morfometría geométrica. Inferencias en la historia biológica de las poblaciones antiguas”, Mirsha Quinto-Sánchez y Neus Martínez-Abadías desarrollan una amplia perspectiva histórica para situar

el estudio de la variabilidad del cráneo desde tejidos blandos y caracteres morfo-cópicos, hasta incluir los restos óseos. El estudio de los cráneos se inicia durante el siglo xvii pero es hasta el siglo xix cuando adquiere sentido formal para sustentar teorías racistas. Aunque desde 1859, la teoría evolutiva sustituye la visión idealista por una síntesis materialista, pues al desechar la *scala naturae* aristotélica cimenta las relaciones filogenéticas en rasgos morfológicos. A principios del siglo xx, la biología transita del campo descriptivo al cuantitativo y el análisis morfológico se considera revolución de la cuantificación, pues se apropia de y desarrolla varios métodos estadísticos. La variabilidad humana conduce indefectiblemente al concepto de raza, el cual puede resumirse en la siguiente frase: los individuos de supuestas distintas razas difieren entre sí, en la misma medida que lo harían las de individuos de una misma raza. Aunque criticada, esta definición de Cavalli-Sforza expulsa connotaciones racistas, en marcado contraste con concepciones tipológicas clásicas. Aquí se ancla la filosofía del nuevo enfoque craneométrico para analizar la variabilidad intra e interpoblacional, con objeto de entender la historia biológica de las poblaciones humanas. Por eso emerge el fenotipo como fuente de información genético-poblacional, pues cuando se examinan diferencias geográficas se transparenta su proceso histórico. Cambios fenotípicos y genéticos se deben al interactuar continuado del genoma individual con su entorno, y su estudio recibe el nombre de análisis de la heredabilidad. Para éste, la varianza, es decir, el grado en el cual los valores individuales se apartan de la media, representa la expresión de la variabilidad en la naturaleza. Así, el análisis de la varianza fenotípica es el objetivo por alcanzar. Los autores postulan como hipótesis nula el modelo genético de equilibrio poblacional de Hardy-Weinberg porque la expresión del fenotipo se encuentra vinculada con frecuencias alélicas, la migración entre grupos geográficamente aislados es suceso de enorme importancia, pues los complejos génicos de adaptación se rompen, las frecuencias alélicas se alteran y, en general, todas las diferencias genéticas se reducen. Con ese fondo teórico, los autores contemplan la morfometría craneal como fuente de investigación para comprender la historia biológica humana. Consideran al cráneo como la estructura con mayor información biológica, pues se constituye a partir de señales morfogenéticas, respuestas plásticas y fuerzas evolutivas, y así es posible extraer inferencias genético-poblacionales pues esos caracteres relacionados funcionalmente se heredan como unidad coordinada.

En el desarrollo del texto se presenta una contrastación entre ventajas y desventajas de la morfometría clásica y la morfometría geométrica. Ello otorga a los

autores rigurosas bases estadísticas para combinar métodos multivariantes y métodos morfoscópicos. Sobre todo, señalan que el desarrollo tecnológico permite, con los ordenadores cada vez más potentes, resolver cálculos, reducir tiempos y obtener imágenes de la variación morfológica. Se presentan dos ejemplos donde se aplica esta metodología. De frente al futuro, consideran a los aportes de la morfometría geométrica con capacidad para alentar nuevos paradigmas en la antropología física, máxime en la craneometría, tan desacreditada por la carga cultural del tipologismo.

Jorge Alfredo Gómez Valdez presenta el trabajo “Antropología dental”, donde indica que, generalmente, los antropólogos físicos atienden aspectos morfológicos de dos tipos: caracteres continuos y caracteres discontinuos, estos últimos no han sido suficientemente explotados. La variabilidad morfológica dental, en estudios de corte genético-poblacional ofrece ventajas para reconstruir la historia biológica de poblaciones pretéritas porque ostenta altas tasas de heredabilidad, posee estabilidad evolutiva, su configuración genética es significativa, presenta bajo dimorfismo sexual, su presión selectiva resulta limitada y se conservan durante más tiempo. Además, aclara que los rasgos morfológicos dentales, con suficiente resolución analítica en estudios microevolutivos, son potentes marcadores. El autor restringe el campo de la antropología dental exclusivamente a estudios de morfología normal de la dentición, como marcadores genéticos o de etnicidad. Menciona numerosas investigaciones efectuadas en grupos del México prehispánico, cuyos logros más sobresalientes abarcan la distinción de componentes poblacionales, el conocimiento de relaciones entre grupos y la identificación de migraciones, además de lograr detectar reemplazos poblacionales. También expone los principales sistemas metodológicos diseñados por la antropología dental para estudiar la variación morfológica dental humana y, en su último apartado, expone la aplicación de la antropología dental en poblaciones del Occidente de Mesoamérica. El autor estudia los rasgos de la dentición de 160 individuos con dientes sin desgaste severo y sin patologías, procedentes de ocho poblaciones prehispánicas del Occidente de Mesoamérica, para cuyo examen empleó el Sistema de Antropología Dental de la Universidad Estatal de Arizona. Los hallazgos los analiza comparativamente con diversos programas de computación, de lo que resultan evidencias morfológicas diferenciales. Al final el autor expone cómo la antropología dental, a la par de otras ciencias biológicas, ha atravesado paradigmas hasta abandonar casi por completo la tradición clásica, para adquirir la

perspectiva genética-poblacional. Los estudios morfológicos sobre biodiversidad humana atraviesan por un buen momento, al contar con apoyos tecnológicos —sobre todo los desarrollos informáticos— y teóricos —calcados de la genética de poblaciones y cuantitativa—. Aunque algunos investigadores contemplan a la morfología como cosa del pasado, frente al desarrollo eminente de técnicas moleculares su futuro es promisorio.

Continúa en esta serie de participaciones el trabajo de Francisco Antonio Osorio Dávila, “Bioarqueología y prácticas funerarias en el estudio de las sociedades pretéritas” que presenta una discusión teórica sobre los alcances del enfoque bioarqueológico y proporciona a modo de ejemplo un estudio de caso. Al inicio de su artículo resalta la relación entre la osteología y la arqueología, y precisa que actualmente en México los estudios bioarqueológicos de sociedades pretéritas exhiben un enfoque holístico, donde se integran diversos aspectos de la estructura social, biológica, ecológica y económica, dando como resultado que cada sociedad analizada presente su propia complejidad, recuperando con ello la diversidad biológica y cultural que muestran los grupos humanos. Especifica que en el análisis de las prácticas funerarias se encuentran puntos de convergencia entre la arqueología y la antropología física, al tratarse de fenómenos de carácter multidimensional que requieren de diversas técnicas y métodos de estudio, de la cultura material y de los restos óseos en su conjunto.

El análisis del contexto arqueológico en el que se incluyen los restos óseos permite identificar elementos que llevan a conocer a los individuos fallecidos, a determinar su papel y prestigio social, así como el comportamiento de la comunidad ante tal evento. Sin embargo, históricamente en nuestro país las políticas arqueológicas han dejado fuera la posibilidad de que antropólogos físicos y bioarqueólogos excaven sitios arqueológicos o generen proyectos de índole integral. Situación más grave aún debido a que los objetivos en campo de los arqueólogos son diferentes, se privilegia la recuperación de la cultura material, dejando en segundo lugar todo lo relacionado al análisis de los restos óseos.

Así, la arqueología que se practica en nuestro país ha tenido que seguir esa dirección, debido en gran parte a las necesidades ideológicas en las que se sustenta el Estado nacionalista. En este sentido, debieran replantearse las políticas de investigación arqueológica y permitir la participación de miembros de otras disciplinas antropológicas que realicen en conjunto la evaluación de cada proyecto y se permita la inclusión de aquéllos con carácter bioarqueológico. Así ha sucedido

en los Estados Unidos y Europa, donde las políticas de investigación han comenzado a cambiar y se han abierto a una cooperación científica para la investigación multidisciplinaria de sitios arqueológicos, con el objetivo de alcanzar mejores resultados que permitan entender los diversos procesos culturales de las sociedades antiguas.

Después de desarrollar estos puntos, el autor presenta, a modo de ejemplo, los resultados del estudio de una comunidad rural virreinal de la provincia de Tlaxcala, investigación en la que utilizó el enfoque sociológico de la heterogeneidad y la desigualdad social, que resalta los niveles de riqueza distribuidos entre los individuos que pertenecen a diferentes clases sociales, para lo cual se precisó también el análisis de los archivos parroquiales. Con los resultados logra la caracterización diferencial por sexo y edad de la mortalidad, las patologías halladas en los restos óseos, y aquéllas relacionadas con la actividad física. Los datos correspondientes al análisis de las ofrendas y el lugar del entierro permitieron reconocer no sólo elementos de la cosmovisión religiosa sino también la clase social, entre otros hallazgos.

El autor concluye su disertación destacando que el análisis de las prácticas funerarias es una herramienta que permite a los arqueólogos y antropólogos físicos esbozar el panorama de vida de las personas en épocas antiguas. Por un lado, se advierte el estilo y la calidad de vida a través del análisis de los esqueletos, por otro, el análisis de los objetos que forman parte de la ofrenda y el tratamiento del cadáver proporcionan información sobre la ideología y la organización social. Finalmente, insiste en que la inclusión de otras herramientas como la etnografía, el análisis de las fuentes documentales y del entorno ambiental ampliarán el margen explicativo de las sociedades que se estén estudiando.

“El estudio de momias como parte del conocimiento del fenómeno humano”, de Josefina Mansilla Lory, aborda un tema de emergente actualidad. Nombra su artículo tal como su objetivo, y lo desarrolla en varios apartados. Primero se refiere a la pertinencia de estudios de cuerpos momificados para la licenciatura de antropología física, y destaca a la ENAH como institución pionera al incluirlos en la formación de estudiantes no sólo en México sino a nivel mundial. La investigación sobre momias cobra cada vez mayor interés en el ámbito mundial, como lo muestra en 1992 el Primer Congreso Internacional de Estudios sobre Momias. Este proceso plantea innumerables preguntas bio-arqueológicas, socio-culturales y bio-médicas. El avance tecnológico, de la mano con actividades transdisciplinarias, contribuye a conocer al fenómeno humano y a formar futuros investigadores. El tratamiento del cadáver reviste diferentes modalidades y transparenta concepcio-

nes socioculturales complejas. La separación de vivos y muertos constituye un sistema de pensamiento tan diverso como el hombre mismo. La momificación es un fenómeno casi universal pues su presencia espacial y temporal no permite asociarlo con factores ecológicos, socioculturales e ideológicos particulares sino con el deseo humano por permanecer. El propósito al momificar satisface alguna necesidad, variable a lo largo de la historia humana en todo el mundo. Por eso, develar por qué, cómo, dónde y cuándo se han preservado cuerpos momificados reviste particular interés para la antropología física. La autora define el concepto momificación, sus mecanismos, así como los métodos para el examen macroscópico específico. Refiere el empleo de imagenología, rayos X, resonancia magnética y xeroradiografía, entre otros medios que se diversifican, y señala los tipos de muestras de tejidos momificados. Después reseña el proyecto Las momias de México, de la Dirección de Antropología Física del INAH, institución a cargo del estudio y preservación de los materiales bioarqueológicos de poblaciones desaparecidas del territorio nacional. Se trata de un proyecto multi e interdisciplinario constituido por investigadores del INAH y de otras instituciones, cuyo principal objetivo es contribuir al conocimiento del hombre del México antiguo, así como conservar el patrimonio nacional de restos humanos momificados. Por último, resume los estudios llevados a cabo por este grupo de trabajo.

La séptima sección, Horizontes transdisciplinarios, es la más extensa, formada por cinco temáticas, desarrolladas en once artículos. Comienza con el escrito de José Luis Vera, “De primates, humanos y relaciones disciplinares”, donde trata una serie de reflexiones vinculadas con la relación histórica y epistémica entre la primatología y la antropología física, relación “ciertamente añeja”, establecida en los orígenes mismos de ésta. En su discurso el autor señala que la primatología y la antropología física son disciplinas específicas, por su objeto de estudio, sin embargo, los antropólogos físicos se trasladan a la primatología muchas veces en una migración sin retorno, precisamente por la tendencia de la investigación actual a disgregar, “más que a integrar” saberes interdisciplinarios que giran en torno al establecimiento de las fronteras entre lo humano y lo no humano, pero que no superan la linealidad de los discursos. Entonces, surgen las preguntas que inquietan al autor: ¿De qué tipo de relaciones podemos hablar en la dupla antropología y primatología? Más allá de las que se establecen en el quehacer práctico, ¿parasitismos, simbiosis, comensalismos, mutualismos disciplinares? Disquisiciones que ocupan la mayor parte del trabajo, encaminado a la aspiración de la integración transdisciplinar.

En la siguiente participación, Bernardo Robles Aguirre reflexiona sobre una de las herramientas de investigación propias de la antropología: el trabajo de campo. En su artículo denominado “El trabajo de campo: algunas reflexiones en torno a qué hacer y cómo hacerlo”, describe la observación participante como una de las principales formas de acercarse a la investigación antropológica durante el desarrollo del trabajo etnográfico. Después comenta su importancia en la práctica de los antropólogos físicos, abunda en algunas complicaciones posibles y las formas de evitarlas, y por último describe algunas otras técnicas en el trabajo etnográfico, útiles en la aproximación al contexto, la descripción y el análisis de los grupos sociales.

La autora de “Ética y antropología física. El que esté libre de culpa”, Lourdes Sodi, emprende una discusión acerca de la necesidad de la antropología física de normas, lineamientos y reglamentos que regulen el quehacer cotidiano de sus agremiados. A pesar de que éstos existen, no siempre inciden en los profesionistas, muchas veces son pasados por alto en momentos críticos del desempeño profesional como en la elaboración de un proyecto de investigación o durante el trabajo con los estudiantes. Y es posible detectar faltas éticas en la práctica profesional, no sólo de los antropólogos físicos en particular sino de los antropólogos en general. Esta ética profesional incluye un conjunto de valores, principios y normas que regulan la actividad de las personas adscritas a una profesión. La ética antropológica es una ética profesional que, como tal, pretende regular la responsabilidad de los profesionistas ante las personas con las que tiene contacto en su quehacer cotidiano. En la educación la ética tiene una misión fundamental ya que muestra el modelo de conducta a seguir. La antropología física necesita tanto de la ética como de la bioética. Es decir, por un lado requiere una reflexión sobre la manera en que se actúa cotidianamente en la investigación y en la docencia, es decir, de la ética profesional, y por otro lado requiere algunos aspectos que ya ha trabajado la bioética, para normar la labor, tomando en cuenta el respeto del hombre hacia el hombre y del hombre hacia todos los seres vivos.

En este sentido la bioética nos puede dar pautas de trabajo como el consentimiento informado o la retribución hacia los sujetos de estudio; mientras que la ética profesional reflexiona sobre el cumplimiento de metas académicas o la responsabilidad de los directores de tesis, por poner algunos ejemplos.

Desde esta perspectiva, la autora realiza una búsqueda y análisis bibliográfico para dar cuenta de los tópicos que las publicaciones de los antropólogos físicos han

detectado y su manera de manejarlos, para luego proponer el empleo de algunos lineamientos éticos y bioéticos. A modo de conclusión, subraya que la formación ética que se requiere en la licenciatura puede manejarse desde el aula por cada docente en su propia asignatura, sin embargo es necesario incluir en el currículum una materia que verse exclusivamente sobre ética, amén de establecer y desarrollar tópicos éticos de discusión y comités de ética, entre otras interesantes propuestas.

En otra de las temáticas de este capítulo se encuentra el trabajo de Yesenia Peña, “Antropología sexual: bases teóricas y metodológicas”, donde devela uno de los aspectos más enigmáticos del ser humano. Presenta a modo de introducción el devenir histórico de los estudios sobre la “ciencia del sexo” en diferentes ámbitos disciplinares, así como las diversas perspectivas de la ciencia antropológica en el abordaje de “lo sexual”, ante lo que distingue que gracias a la integración del sentido histórico de la sexualidad, se puede comprender cómo ésta se construye conforme a disposiciones, normas, valores, reglas, contexto histórico, social y cultural, donde se desarrollan los individuos, por tanto, se regula socialmente. Afirma que más allá de su cariz biológico, el comportamiento sexual observado en colectividad es parte del bagaje cultural. La autora recorre y comenta los primeros estudios antropológicos sobre sexualidad, Malinowski, Evans-Pritchard y Mead, quienes abren este campo hasta su convalidación académica. Continúa con su opinión acerca de la postura construccionista social que establece como categoría el “sistema sexo/género”, considerado como marco de negociaciones mediante el cual la sexualidad biológica se transforma en producto humano y tanto sexo como género se erigen como pilares de las prácticas y organización sociales. Describe, compara y analiza el proceso sexo-sexualidad, para vincular fenómenos biológicos personales con el ámbito psicosocial, pues el sentido y consecuencias de aquéllos son medidos por la sociedad y la cultura. ¿Qué es la antropología de la sexualidad? Al responder, la autora señala a la subdisciplina con modelos teórico-metodológicos capaces de investigar problemáticas específicas del proceso sexo-sexualidad desde enfoque sociocultural o antropológico. En su afán por comprender ese proceso admite tres enfoques para adscribirse a diversas corrientes teóricas o generar modelos teóricos específicos. La perspectiva biocultural interpreta la función del sexo y la sexualidad a nivel especie y de forma comparativa con otras especies. Dentro de esta área se encuentran dos posturas: un modelo teórico vincula la sexología con la antropología, denominándose antropología sexológica, que contempla a la sexualidad como imperativo comportamental de nuestra especie. La segunda postura trabaja el *continuum* sexo-sexualidad como

proceso biocultural, donde intervienen tanto factores biológicos como culturales. Y por último, la perspectiva sociocultural observa al ser humano a través de su organización sociohistórica y cultural, a fin de comprender las dinámicas de la variabilidad de los comportamientos sexuales a partir de representaciones y prácticas simbólicas. Al final la autora debate sobre la conveniencia de aplicar técnicas cuantitativas, cualitativas o mixtas, y la necesidad de puentes bioculturales válidos y operativos para inducir actividades interdisciplinarias, multidisciplinarias y transdisciplinarias en el ejercicio antropológico, en su inclusión sobre problemáticas sexuales.

Enseguida Xavier Lizarraga Cruchaga, en “La agresividad: imperativo comportamental”, advierte que el animal humano, inquietud exclusiva del quehacer antropológico, es entre todas las especies la más fácil y al mismo tiempo la más difícil de estudiar, describir y analizar. Acota que estudiar al *sapiens* supone un reto e implica observar e interpretar la dinámica establecida por el individuo, el grupo social o toda la especie con sus respectivos entornos. Como dicho proceso nunca concluye, el hombre nunca termina de conocerse a sí mismo, menos a explicarse como fenómeno total. Debido a sus múltiples entornos, el comportamiento del primate *sapiens* se torna impredecible. Si bien sus conductas siempre están codeterminadas tanto por su biología como por estímulos procedentes del entorno, es amplio el rango de variabilidad pero difícilmente se puede reconocer alguna respuesta instintiva, en el sentido de conducta innata inevitable, aunque exhibe respuestas automatizadas. Para sobrevivir como organismo y como sujeto social e histórico se aproxima o se aleja de otros individuos, especies u objetos o entabla competencia con otras especies, pero se diferencia de éstas al crearse un mundo simbólico a partir de sus concepciones personales. Ningún animal puede comprenderse reducido a su descripción anatómica o fisiológica por precisa que sea, sino que debe contemplarse en actividad con su entorno y ésta se realiza mediante el comportamiento. Del comportamiento humano, el autor distingue cuatro imperativos, a saber: agresividad, territorialidad, sexualidad e inquisitividad.

En el escrito aborda y discute la agresividad, además distingue y desarrolla siete categorías: territorial, por dominancia, sexual, parental, maternal, predatoria y lúdica. También diferencia ocho factores capaces de desencadenarla: necesidades alimentarias, presencia de depredadores, intrusos en el territorio, agente amenazante para las crías en el caso de los mamíferos, la necesidad de las madres de destetar a la cría, actividad de las crías que deviene en estímulos para respuestas de alejamiento o apaciguamiento en el proceso educativo, presencia de un rival

para el apareamiento y la que deriva de hembras y machos con propósitos de cópula. En el caso del primate humano existen muchos otros vinculados con símbolos y ritos, por lo cual el abanico se amplía, sin olvidar los sentimientos, pues éstos producen conductas agresivas tanto a nivel interespecífico como intraespecífico. Ninguna expresión agresiva puede explicarse sin considerar varios factores y estímulos endógenos, endócrinos y genéticos, lo cual conduce a suponerla como pauta puramente biológica, cuando, según el autor, sólo se encuentra influida por ellos. Para finalizar señala tres supuestos biológicos, los cuales generan dramaturgias y conductas agresivas. El supuesto genético, el supuesto neuroendocrino y el supuesto cerebral, donde se destaca el papel desempeñado por diversas estructuras del cerebro capaces de integrar niveles de agresividad con creciente complejidad.

A continuación, Martha Rebeca Herrera expone su trabajo “Género y violencia, otros senderos para la antropología física en México”. Aunque de singular importancia para el campo del comportamiento en la actualidad, género y violencia son categorías poco exploradas desde la antropología física, pues el principal problema es cómo abordar la complejidad de estos fenómenos biopsicosociales. La autora transita por nuevos derroteros para ampliar los parámetros de esta disciplina y rebasa tanto la perspectiva cuantitativa como el marco tradicional de variabilidad humana. Al abordar el problema estructural de las desigualdades sociales, las proyecta sobre el cuerpo humano. Entonces, cobra relevancia la perspectiva de género, porque devela cómo las disciplinas sociales, con cimientos en las ciencias naturales, configuran la perspectiva androcéntrica, la cual a través del discurso sexista consolida al hombre y su hacer como paradigma de lo humano, pues “olvida” mencionar la participación de las mujeres en la reproducción social. Cultura, ciencia, ámbito jurídico, religión, entre otros, según la autora, traducen las diferencias sexuales en desigualdades para estructurar al androcentrismo y volver invisibles a las mujeres como sujetos históricos. La autora se extiende sobre los aportes que desde la perspectiva de género ha desarrollado el quehacer antropológico y su importancia para identificar múltiples rostros de la violencia. Al final analiza cómo, género y violencia, se entrelazan para construir la masculinidad. Producto de un extenso proceso histórico de construcción social, el género se sustenta sobre una intrincada red de creencias, rasgos de personalidad, actitudes, sentimientos, valores, conductas, actividades, espacios, instituciones y lenguajes para diferenciar a mujeres de hombres y restringirlos socialmente de manera simultánea. Estudios iniciales sobre la masculinidad se enfocan a descifrar cómo se construyen y manifiestan las masculinidades

diversas. Cuando surgen estudios desde la teoría *queer*, vinculados al movimiento feminista y social, así como con la izquierda política, cuestionan al binarismo excluyente implícito en estudios anteriores y sus identidades genéricas y reflexionan sobre otras formas de vida y relaciones de géneros alternativos. El género también ha permitido reconstruir la biologización de la feminidad al cuestionar el sustento ideológico sobre el cual se “naturalizan” las desigualdades sociales. Para la autora la violencia es parte constitutiva de la identidad masculina y delinea tres vías de expresión: contra mujeres, contra otros hombres y contra sí mismos. La violencia simbólica se instaura cuando las diferencias sexuales se convierten en desigualdades sociales y los imperativos socioculturales se naturalizan y se hacen invisibles como hechos sociales, por eso los hombres pueden legitimar todos sus derechos y atropellos como inalterables e incuestionables. A la autora le resulta difícil definir la violencia pues, inexistente como esencia, la convierte en parte consustancial de la vida humana, pero abona tres explicaciones.

La primera se iguala con agresión, por tanto inherente a nuestra biología. La segunda opción, con perspectiva sociológica, se observa como construcción humana similar al trabajo, la cultura, la ética o el deseo, por mencionar algunas. Aquí, la violencia remite al poder, acompañante consciente y razonado del desarrollo civilizatorio y exhibe su papel normativo y organizador desempeñado a lo largo de la historia política e intelectual de Occidente. La tercera vía contempla a la violencia como producto de la interacción biopsicosocial donde la sociedad regula su expresión mediante actitudes, prácticas, creencias e instituciones. La violencia como acto racional o como acto de poder rebasa instintos animales por la elaborada seducción al acosar a la víctima, la curiosidad de observar el dolor ajeno y el placer engendrado al torturar, degradar, intimidar o desposeer al otro. Porque el género es el eje por donde discurren las desigualdades del poder, por ello violencia y género resultan inseparables.

Esta conjunción conduce a la autora a postular sus conclusiones, en las que señala la existencia de diversas masculinidades y abunda sobre el vínculo género y violencia con la antropología física, y enlista posibles problemáticas de análisis como la repercusión de la violencia intrafamiliar sobre la salud de las mujeres y/o el crecimiento y desarrollo infantiles; hombres con problemas de salud física y mental generados por su propia violencia; violencias de género inmersas en prácticas, creencias, roles y estereotipos sociales, entre muchos otros. Después de una breve discusión con varios autores, Herrera ofrece su punto de vista sobre la violencia y

reflexiona de manera extensa sobre ésta y señala la necesidad de elaborar la etnografía de los errores y horrores humanos a fin de transformar las maneras de relacionarse en sociedad, reivindicar el valor de toda vida humana, contemplar la diferencia como potencial de diversidad y construir un mundo donde quepamos todos.

Otra temática transdisciplinar está a cargo de Anabella Barragán Solís, “Las metáforas del cuerpo: entre la antropología simbólica y la semiótica de la cultura”. En este trabajo se reflexiona sobre la conveniencia de utilizar herramientas teórico-metodológicas de la semiótica para interpretar el campo antropofísico. Con ese propósito se desarrollan elementos fundamentales para comprender dicha propuesta. Se inicia con el concepto signo, acto seguido se discuten los campos de la semiótica y de la semiótica de la cultura, la relación entre este último y la antropología simbólica, la interpretación y el texto, para finalmente llegar al cuerpo, objeto de estudio de la antropología física. Después del recuento que hace la autora sobre distintas formas de concebir el signo, se centra en la semiótica como campo de investigación, que incluye un amplio repertorio de temas vinculados con sistemas de comunicación, por tanto, incluye gestos y movimientos corporales, además se interesa por códigos arquitectónicos, códigos musicales, sistemas onomatopéyicos, sistemas cromáticos, entre otros. Si la cultura se contempla como proceso de comunicación, la semiótica puede traducir los códigos subyacentes de sus diversos metalenguajes como el lenguaje corporal y las relaciones proxémicas. Luego expone ejemplos explicativos de dichos sistemas. Al abordar la semiosfera lotmaniana, desde la perspectiva de Haidar hace notar los distintos discursos-textos que cotidianamente interactúan con distintos investigadores, como son todo tipo de documentos, algunas actividades y ciertas expresiones artísticas colmados de significados culturales. En otro apartado, explica cómo al interpretar se busca comprender expresiones sociales superficialmente enigmáticas, pero las propuestas hermenéuticas para develarlas son múltiples. Por otro lado, códigos y procesos de comunicación se entienden como productos simbólicos. Aquí se asume la propuesta hermenéutica gadameriana, la cual privilegia el sentido otorgado por el actor, como sujeto, en tiempo y espacio determinados. A continuación expone la relación de la semiótica de la cultura y la antropología simbólica: las metáforas del cuerpo, pieza nodal de su trabajo, ya que subraya, es en el cuerpo donde se realiza la síntesis del proceso social y se plasman las formas simbólicas socializadas o se producen resignificaciones. Así, el cuerpo es la realidad aprehensible del yo, a través de él se vive y con él se establecen relaciones con el entorno y se percibe desde

la subjetividad culturalmente elaborada. La metáfora, un tropo de la retórica, es empleada aquí para transferir características conocidas a entidades desconocidas, por ende, fusionan dos ámbitos de experiencia independientes. El análisis del discurso reconstruye los relatos en sus componentes, las metáforas insinúan lo imaginado por el hablante, lo que posibilita comprender el sentido. La autora ejemplifica el campo de la representación textual del cuerpo con el análisis semiótico de 56 epitafios, y el llanto como proceso semiótico discursivo del lenguaje corporal para representar el dolor. Como reflexiones finales, observa al cuerpo humano como sistema simbólico y al mismo tiempo codificador. Su propuesta central es hacer explícita la presencia, la necesidad y la pertinencia de una semiótica del cuerpo.

En Ecología y cultura, el quinto apartado de esta sección final, Gabriel Saucedo presenta su artículo “Antropología alimentaria y nutricional”. Expone sus perspectivas teóricas, así como a los investigadores con mayor influencia; además, hace hincapié en recomendaciones metodológicas y técnicas para investigarla; expone estudios sobre alimentación y nutrición y, finalmente, recomienda lecturas importantes para el tema. Alimentación y nutrición son procesos distintos pero vinculados. Alimentación implica el conjunto de prácticas, hábitos, costumbres y conocimientos encaminados a conseguir y consumir alimentos. Nutrición se refiere a la energía almacenada y disponible para otros procesos fisiológicos después de la ingesta de alimentos. En efecto, la antropología considera sistemas alimentarios y evalúa requerimientos nutricios. El sistema alimentario congrega desde recolectar, producir, intercambiar y transportar productos naturales hasta transformarlos y prepararlos en alimentos y, como tal, adquiere características originales en diversos puntos planetarios. Por otro lado, la evaluación se vale de procesos biológicos y socioculturales a nivel familiar, grupal o poblacional. El autor presenta un breve resumen histórico del interés por esta materia, desde los relatos de viajeros asombrados por el consumo de especies exóticas hasta los registros de prácticas y hábitos alimentarios de los primeros trabajos de campo realizados por antropólogos, al concluir la Segunda Guerra Mundial. Pero es durante los últimos 40 años, y en México sólo durante los últimos cinco quinquenios, cuando surgen observaciones sistemáticas y estudios propiamente nutricionales. La segunda parte se inicia al presentar dos clasificaciones de temas de investigación en el campo de la alimentación y nutrición, para exponer a continuación la propia. Después refiere cómo se han investigado los conceptos empleados y las tendencias. El acercamiento a los sistemas alimentarios se inicia desde perspectivas económicas y

funcionalistas, le sigue una etapa de materialismo cultural y más recientemente se arraiga sobre el análisis sociocultural o la economía política. Otro apartado está dedicado a presentar los métodos y técnicas de investigación. Al tomar como unidad de análisis y observación al grupo social, emplea el método etnográfico y recomienda estudiar comunidades pequeñas, donde es posible observar, registrar y cuantificar casi todo el proceso alimentario y realizar estudios comparativos. De su experiencia personal, el autor comparte valiosos consejos. El siguiente apartado se dedica a los tipos y diseños de estudio. Aunque la etnografía de grupo suele describir cómo se alimentan, las etnografías sobre alimentación son recientes y, con frecuencia, invierten el protocolo al enfocarse en el objeto y no en el sujeto. Los estudios de tipo transversal muestran cambios de la misma comunidad al hacer observaciones sistemáticas cada cinco, diez, veinte años o más. Los estudios longitudinales se llevan a cabo a fin de evaluar el crecimiento y desarrollo infantiles en alguna población, o el impacto de cambios tecnológicos. Los estudios de caso generan gran cantidad de información detallada sobre grupos pequeños, familias o individuos. A continuación precisa otros recursos técnicos para coadyuvar en la investigación. Al enfocarse sobre las técnicas para investigar la alimentación, desglosa las encuestas dietéticas más conocidas y las técnicas para evaluar la nutrición. En la tercera parte de su trabajo, el autor aborda ¿cómo construir un problema de investigación? Y concreta, desde la perspectiva nutricional, cuáles preguntas pueden formularse. No se queda en el plano teórico, pues se explaya con varios ejemplos de estudios realizados. Al concluir señala a volapié diversos problemas como obesidad, alimentos transgénicos, alimentos milagrosos, mitos y realidades sobre vitaminas y complementos alimenticios, en grupos sociales tan diversos como competidores de alto rendimiento, poblaciones con consumo excesivo, infantes, adolescentes, ancianos y marginales, entre otros, hasta declarar que el campo de investigación es sencillamente enorme.

El artículo siguiente, de María Eugenia Peña Reyes, es “El estudio de la actividad física desde la perspectiva de la antropología física”. En esta participación, se hace notar que hasta el advenimiento de la Revolución Industrial, nuestros antepasados realizaban actividades extenuantes como parte de su vida cotidiana; estudios de sociedades preindustriales develan cómo los individuos consiguen satisfacer necesidades básicas mediante actividades físicas con estrategias diferentes como recolectar o cultivar la tierra, con gasto energético considerable, todo para responder a retos impuestos al reproducir su grupo social. En relación directa con

el establecimiento de sitios urbanos, se definen patrones de actividad, resultado de la especialización ocupacional, con tendencia progresiva a reducir la intensidad del esfuerzo físico. Cuando el abasto de alimentos se asegura, se dispone de tiempo suficiente para el ocio y surge la inquietud por el ejercicio relacionado con el funcionamiento del organismo, y se discute su posible vinculación con la salud. En la secuela de evolución social el papel de la actividad física puede explorarse a partir de tres grandes ámbitos: salud, educación y deporte. Enseguida, la autora resume y comenta datos históricos publicados por el Departamento de Salud de Estados Unidos. En otro apartado considera a la actividad física como facultad del cuerpo, pues para llevarse a cabo depende de la respuesta coordinada tanto de sus estructuras como de su eficiencia funcional. La antropología física analiza la amplia gama de actividades, desde habilidades motoras en los primeros años de vida, hasta complejas manifestaciones de gimnastas de elite. El análisis se enriquece al considerar el contexto social y cultural donde surgen tales conductas. Al postular a la variabilidad morfológica humana como condicionante de capacidades funcionales al ejecutar deportes, la autora aborda ejemplos de varias olimpiadas.

En otra sección del escrito, la autora refiere cómo estimar aptitudes individuales para realizar actividades físicas, para ello las ubica en el ámbito de la salud y a ésta con dimensiones físicas, psicológicas y sociales, todas oscilan desde un polo positivo hasta otro negativo. Pocos estudios en México han explorado estas relaciones. De cada etapa del ciclo de vida discute sus características y necesidades específicas. Desde la perspectiva de la salud pública, concuerda con otros autores en promover actividades físicas durante la adolescencia, aunque resulte difícil determinar la cantidad de ejercicio necesario para promover y mantener la salud. Al examinar las relaciones entre crecimiento corporal y salud, destaca la influencia positiva de la actividad física durante los años del crecimiento.

En el siguiente apartado, la autora proporciona ideas para cuantificar tanto actividades como gasto energético y describe, de manera breve, los métodos reportados con mayor frecuencia en la literatura. En el espacio dedicado a las “Formas de expresión de la actividad física”, Peña Reyes define cómo movimientos producidos por músculos esqueléticos incrementan el gasto energético. Distingue cuatro tipos de expresión: recreativa, de ejercicio, deportiva y laboral, y reflexiona sobre cada uno de ellos. Al final señala seis temas prioritarios, con lo cual queda abierta la puerta a investigaciones futuras.

El trabajo de Amaceli Lara, titulado “Algunas consideraciones sobre la relación entre ergonomía y antropología física”, expone en su introducción los vínculos entre la antropología física y la ergonomía desde una perspectiva histórica. Al describir al hombre con dimensiones, la antropología física puede entablar relaciones con la ergonomía. Los objetivos planteados como cuestionamientos incluyen: ¿cómo se desarrollan tales vínculos?, ¿qué aportan los antropólogos físicos al campo de la ergonomía?, ¿qué falta por hacer? En primer término realiza un censo de trabajos sobre ergonomía elaborados por antropólogos físicos. Si bien señala que los datos antropométricos son requeridos por la ergonomía para diseñar espacios de trabajo, ropa, equipo personal, máquinas, herramientas, aparatos y mobiliario, el antropólogo físico dispone de mayores recursos teóricos para construir trabajos diferentes a los hasta ahora realizados. Al destacar su importancia, recuerda la imperiosa necesidad de contar con una base sólida de datos antropométricos de la población mexicana para permitir el desarrollo tecnológico en nuestro país.

Cuando se refiere a los conceptos fundamentales de la ergonomía, destaca la plasticidad humana. Para la autora es erróneo diseñar con base en dimensiones promedio, pues un alto porcentaje de la población tiene problemas con muebles, espacios o herramientas. Después refiere las técnicas aplicadas y aplicables a la ergonomía diferentes a la antropometría, no sin reflexionar sobre el verdadero trabajo de investigación para decidir qué medir y cuánta gente medir, pues el antropólogo está capacitado para observar de manera diferente y discriminar actividades para explicar por qué algunas tareas se desarrollan de manera distintiva por tal o cual grupo, o revelar los cimientos culturales cuando algún sistema hombre-máquina no es totalmente aceptado. Sin embargo, este tipo de observación, no se ha explotado debidamente. A continuación, reflexiona sobre la representatividad de las tablas antropométricas usadas por diseñadores, para alentar la investigación sobre las dimensiones antropométricas de los mexicanos, sobre todo al enfrentarse situaciones de transición nutricional y que la obesidad obliga a replantear. Al final expone problemas como el escaso apoyo a proyectos ergonómicos, falta de personal docente, instrumentos insuficientes para poner en práctica los conocimientos adquiridos o carencia de infraestructura como cámaras de video y programas computacionales para analizar movimientos corporales, equipos para medir factores ambientales y un largo etcétera.

Esta sección se cierra con el trabajo “El cuerpo experiencial en el proceso salud-enfermedad-atención: objeto de estudio de la antropología física” de Ana-

bella Barragán Solís. La autora anota la pertinencia de desarrollar investigaciones antropológicas a partir de la experiencia corporal, dentro del paradigma salud-enfermedad-atención. Después de pasar revista a diversas actividades realizadas por la antropología física ortodoxa, con el objetivo de resaltar cómo se estudia sólo al soma, la autora se centra en el cuerpo-persona, es decir, el cuerpo vivido: cuerpo-trabajador, cuerpo-enfermo, cuyo análisis requiere la auto-percepción para develar sus vivencias corporales. Para mayor claridad metodológica recurre al paradigma de la antropología médica desarrollada por Menéndez con el concepto salud-enfermedad-atención, donde se integran tanto parámetros económicos, sociales y políticos, como dimensiones culturales y simbólicas y se aceptan conocimientos médicos académicos y populares. Además, su propuesta de “antropología de la experiencia corporal”, se ancla en la categoría *experiencia* de Dilthey y en el concepto *drama social* de Turner. Signo de esta época es el incremento de la esperanza de vida, empero, se observan diferencias entre grupos sociales respecto a su calidad de vida. En concordancia, resurgen sistemas curativos con acciones complementarias. Afirmar que sobre el cuerpo de los sujetos reales se materializan preceptos médicos académicos o populares al afrontar sufrimientos y dolores con un nuevo sentido de la vida. Así, la autora defiende su punto de vista para convertir al paradigma salud-enfermedad-atención en eje analítico, al cuerpo en actor principal y a la enfermedad o al dolor en antagonistas. Cabe, entonces, entender como *corporeidad* aquellas manifestaciones físicas, biológicas, sociales o culturales del cuerpo o sobre el cuerpo humano cuyo testimonio se obtiene. En apartado especial la autora trata teorías y métodos para abordar la experiencia sobre enfermedades sin despegarse del sendero trazado por Menéndez. Ahora sólo cabe resaltar la postura *emic*, idónea para este análisis, tanto para obtener testimonios como al observar el lenguaje corporal embebido culturalmente por el género. Otro concepto por destacar es carrera del enfermo, idónea para construir la narrativa o discurso, llamado por la autora itinerario de la experiencia. El material recopilado a través de entrevistas es la base para construir la antropología de la experiencia. Del apartado sobre “Etnografía de la experiencia”, cabe resumir que con ese tipo de técnicas es posible rescatar dos caras de la experiencia: su expresión corporal y la comunicación verbal. El primero se observa en la escenificación de la dolencia, donde las secreciones corporales también significan y otorgan sentido, lenguajes cuya lectura debe emplear técnicas diferentes; el concepto drama social dilucida espacio y tiempo de esa experiencia. Sobre el intercambio verbal, conviene recordar

su carácter intersubjetivo para confrontar conocimientos e identidades culturales, en consecuencia, el lenguaje no es transparente y recurre a metáforas; además, apela a la memoria y a la tradición cultural, por ende, su interpretación descubre su significado. En su comentario final enlista varios trabajos recientes elaborados por antropólogos físicos desde el análisis de la experiencia corporal.

A través de silencios, esta presentación trasluce las dificultades para desarrollar temáticas como el racismo, el patrimonio y la antropología forense, entre otras, cuya ausencia lamentamos pero, a pesar de ello, el volumen denota las múltiples áreas de interés y la forma de abordarlas, sustrato tanto del horizonte antropológico actual como de la mirada de las nuevas generaciones de egresados de la Licenciatura en Antropología Física de la ENAH.

Finalmente, en estas breves líneas expresamos nuestro profundo reconocimiento a la labor desarrollada por Erika Gretchen Almady en la captura del primer borrador de este volumen; a la paciencia de María del Carmen Lerma se debe el cotejo del primer borrador con los textos originales, y a Cinthya Karina Castro por resolver diversos problemas relacionados con la edición final.

I. Historia de la antropología física

1. Algunos aspectos de la historiografía de la antropología física en el siglo XIX europeo¹

José Luis Fernández Torres

Introducción. El campo de la historia de las ciencias

Durante el siglo XIX, la ciencia era un fenómeno exclusivamente europeo sin deuda con otras culturas ni otras épocas [Kragh, 1984]; por ejemplo, para William Whewell, la historia es la única fuente admisible de todo conocimiento filosófico de la ciencia; este postulado, modalidad posible, es el fundamento del historicismo que surge como oposición al logicismo, donde los criterios lógicos determinan a la filosofía de la ciencia y la historia es irrelevante. Tanto el idealismo hegeliano como el romanticismo alemán y la historiografía de Whewell dan origen al historicismo de Leopold von Ranke y de Berthold Niebuhr. En 1854, Ranke subrayaba la objetividad y autonomía del conocimiento histórico y el hecho de que el pasado debía entenderse sobre la base de sus propias premisas y no de las contemporáneas [Ranke, 1884]. Estableció también

1. Este trabajo es la revisión bibliográfica de la línea de investigación que forma parte de las actividades realizadas para el Cuerpo Académico Diversidad Biosocial Contemporánea, que coordina la doctora Florencia Peña en la ENAH.

los cimientos de la crítica sistemática de las fuentes, con la necesidad implícita de realizar un exhaustivo examen de éstas y una precisión en las referencias.

Esta corriente historiográfica tuvo fuerte influencia en la investigación histórica desde el siglo XIX, cuando se ve reforzada por la filosofía positivista de Comte hasta bien entrado el siglo XX; influye en la construcción de una metodología para la investigación en historia de las ciencias particulares como la química, la física y la mecánica.

Por lo tanto, muchos sabios europeos ignoraron la historia de las ciencias, quedando relegada casi al dominio exclusivo de los científicos. Aunque en la segunda mitad del siglo XIX se escribieron varios temas sobre historia de las ciencias, más por motivos nacionalistas que por interés genuino:

Con la intención de llamar la atención sobre la excelencia de la ciencia de una nación o como argumento en defensa de exigencias de prioridad nacional por ejemplo [...] los historiadores y químicos franceses se dedicaron a un culto casi religioso de Lavoisier, al que no sólo se le consideraba el fundador de la química, sino también un símbolo del poderío francés. Muchos alemanes minimizaron el significado histórico de Lavoisier y subrayaron, en cambio, el papel de los primeros químicos alemanes como Paracelso y Stahl. Esta historia arraigada en motivaciones nacionalistas daba a entender que la ciencia se había convertido en un emblema de prestigio, en un factor ideológico de importancia nacional [Kragh, 1984:30].

Algo similar ocurre con la historia de la antropología. A manera de argumento general, recordemos la polémica entre Paul Topinard y Rudolph Virchow sobre la construcción del mito ario durante la invasión alemana a París en los años setenta del siglo XIX y, por otra parte, cómo esta perspectiva, en tanto asunto ideológico, motiva a los paleoantropólogos, en realidad protopaleoantropólogos, a buscar su propio origen del hombre en los yacimientos de sus respectivos países: Inglaterra, Francia, Alemania, Argentina, México, etc. Así, el discurso poligenista es muy pertinente para justificar históricamente el trabajo de autores que buscaron pruebas fehacientes del origen del hombre en su propio país, el caso más notable es el de Florentino Ameghino en la Argentina de finales del siglo XIX, aunque no es el único documentado para esa época.

Desde esta perspectiva, los especialistas traducen dos significados del concepto de historia: como el estudio del pasado, digamos H1, y la historia como un con-

cepto disciplinario, H2. El enfoque de H1 se refiere a la descripción de acontecimientos producidos en el pasado, de conocimientos obtenidos a partir de fuentes históricas primarias. Por otro lado, H2 se refiere al análisis de la realidad de H1, es decir, a la reflexión teórica de los resultados del análisis de las fuentes primarias; como nos explica Helge Kragh [1984:33]:

Del mismo modo que nuestro conocimiento [científico] de la naturaleza se limita a los resultados de las investigaciones de la ciencia que no son la naturaleza, sino una interpretación de ella, también nuestro conocimiento de los acontecimientos ocurridos en el pasado se limita a los resultados de la historia (H2) que no son el pasado, sino una interpretación teórica del mismo.

La historiografía trata de este segundo sentido de la historia, la cual se entiende en dos vertientes: primero, como escrito profesional de historia, en tanto producto de la preparación académica de la persona que ha estudiado la profesión de historiador y, segundo, como una metadisciplina que tiene su objeto en el estudio de los resultados de la investigación histórica (H2), cuyo campo disciplinario común son la teoría de la historia y la filosofía de la historia. En consecuencia, la investigación histórica está ligada al comportamiento humano y no al de la naturaleza en general.

A partir de estas reflexiones, en el presente trabajo pretendo mostrar cómo en materia de origen y evolución del hombre, la antigua controversia de la relación entre el organismo humano y su medio está presente desde el siglo XVIII y estas representaciones y concepciones heredadas inciden sobre la cuestión de si los pueblos de Europa, África, Asia y el Nuevo Mundo eran especies separadas o sólo variedades de la especie humana. Mientras que en la literatura decimonónica se distinguen dos tendencias de pensamiento: una que considera a las razas humanas con morfología fija y los que sostienen la noción de plasticidad y que la variación humana es producto de la interacción entre el organismo y factores ambientales diferenciales [Spencer, 1986]. Así en la primera mitad del siglo XIX la esencia de este debate se encuentra entre los poligenistas y los monogenistas, cuyas controversias se transformaron en la piedra angular de la investigación en antropología física por el resto de ese siglo.

La historia natural del hombre y los ideólogos

A principios del siglo XIX, James Cowles Pritchard se declara monogenista y sostiene que la transmisión de variaciones ocasionales tenía cierta influencia en la diversidad

de las razas [Haddon, 1910]. Pritchard, que simpatizaba con la frenología, suponía que había correlaciones entre la humedad y el nivel social; los modos de subsistencia y el grado de civilización fueron contruidos como agentes de mutaciones físicas internas que actuaron en una especie humana negra original. El concepto de degeneración era ampliamente usado desde la época de las culturas griega y romana como pérdida de las cualidades de su raza; este sentido literal permaneció hasta finales del siglo XVIII en Europa. En el ámbito de la historia natural, la teoría de la degeneración era de uso constante entre naturalistas como Buffon, Lamarck y Blumenbach, quienes lo entendían como desviación natural de la especie. En las ciencias médicas aparecen degeneración y *degenerescencia* con un sentido anatómico-clínico preciso. En el contexto de la psiquiatría, el concepto apareció a mediados del siglo XIX e influyó en prácticamente todos los temas de medicina mental y fue empleado por Benedict Augustin Morel (1809-1873) como degradación malsana de la especie, con muy amplia influencia en Europa, entre 1840 y 1850 [Postel y Quétel, 1987].

Alrededor de 1810 la reformulación de la doctrina degeneracionista clásica de la raza comenzó a afectar la manera en la que se entendía la formación de diferentes variedades dentro de una especie, incluso entre los monogenistas [Blanckaert, 1988].

La cuestión de la raza estaba guiada por la noción buffoniana de historia natural del hombre, que los naturalistas —poligenistas o monogenistas— entendían como el estudio zoológico del género humano y no como una disciplina raciológica. En 1800 J. J. Virey, que estudió con Montesquieu, Cabanis y Buffon, de quien por supuesto no era seguidor, continúa con la línea demarcada por Camper y hacia 1817 acepta la existencia de dos especies, una con un ángulo facial entre 85 y 90 grados constituida por tres razas: la blanca, la morena y la amarilla; y una segunda especie con ángulo entre 75 y 85 grados con tres razas: morena oscura, negra y negruzca [Blanckaert, 1988].

Entre 1780 y 1830 domina el mundo romántico; los problemas del conocimiento se examinan a la luz de la razón y la imaginación, de manera diferente a la Ilustración del siglo XVIII. Con el romanticismo, la naturaleza se humaniza y espiritualiza, predomina un sentido histórico que hace énfasis en las diferencias más que en las semejanzas entre los pueblos, en consecuencia, se crea un sentido nacionalista en Inglaterra, Francia, pero sobre todo en Alemania [Von Aesch, 1948].

En este proceso constitutivo de tradiciones de investigación sobre la naturaleza humana, la anatomía y la fisiología, el método comparado exigió el empleo, la modificación e inclusive la fabricación de instrumentos de medición y de experimentación, con el fin de poder construir los datos de la manera más exacta posible en el proceso de comparación. Estas estrategias de investigación fueron aplicadas a los estudios raciales desde el siglo XVIII de manera recurrente y hacia fines de esa época se constituyen en los fundamentos metodológicos de la craneología raciológica del siguiente siglo.

En 1778, el mismo año de la muerte de Linneo, J. J. Virey ocupó en Gotinga la cátedra de anatomía Johanes Frederic Blumenbach (1752-1840). Como respuesta al trabajo de Camper, se opone a lo que consideraba a la disección inútil de animales y se dedica al estudio morfológico de los seres humanos.

A partir de 1795 con Blumenbach la raza se convirtió, craneométricamente, en una transformación degenerativa de una especie migratoria, que se creía accidental e irreversible bajo la influencia de contextos geográficos favorables, como una expresión renovada del pensamiento monogenista. El resultado de sus investigaciones sienta las bases para el nacimiento de la antropología física racial, con su obra magna *De generis humani varietati nativa*. En este libro establece un método de clasificación racial basado en mediciones exhaustivas del cráneo, para describir y hacer notar en detalle las variaciones existentes en el cráneo y la cara.

Estos estudios tuvieron como consecuencia que la incipiente comunidad científica de antropólogos físicos se viera atraída por el aspecto físico del hombre. Armados con un instrumental técnico más que filosófico, sin que se pudiera hablar aún de una ciencia antropológica desarrollada, se iniciaba una tradición de investigación.

Por ejemplo, en 1785, Samuel Thomas von Soemmering, con base en los estudios de Blumenbach, publica un texto de antropología comparada entre negros y europeos [Spencer, 1986], aunque en realidad trata de casos acerca de diferentes mezclas entre personas de raza negra europea, es decir, negros nacidos en Europa, con el fin de establecer si los negros o los europeos estaban más cercanos a los simios. Entre 1791 y 1796 publica en cinco volúmenes *De la constitución del cuerpo humano*, que durante veinte años fue la obra más importante de anatomía humana en las escuelas de medicina en Alemania.

A principios del siglo XIX, la anatomía comparada mostró que las diferencias mentales entre los primates y el hombre eran fundamentales para entender la estructura de la naturaleza humana.

En este aspecto es primordial la publicación en 1788 de *Antropología o ciencia general del hombre*, por George Chavannes en Suiza. Consta de ocho partes: antropología física, etnología, noología, glosología, etimología, lexicología, gramatología y mitología. Define a las disciplinas antropológicas con semejanzas a nuestro concepto actual, y en el año de 1799 Georges Lapepe dicta lo que se puede considerar el primer curso de antropología física, titulado *Historia natural del hombre*.

En el mismo año, Moreau de la Sarthé, también miembro de la SOH, escribe en la revista *Decade Philosophique*, órgano de expresión de los ideólogos que se publicó entre 1794 y 1809, un artículo donde define a las áreas medulares de la antropología física: 1) la historia natural del hombre y la anatomía; 2) la fisiología o ciencia de la organización humana; 3) la higiene o la fisiología aplicada a la administración de la vida, al arte de conservar la salud; 4) la medicina propiamente dicha, o la fisiología aplicada a la cura del hombre enfermo [Bilbao, 1978].

Simultáneamente, ciertos grupos de sabios, algunos de ellos médicos, se empezaron a llamar a sí mismos ideólogos, entendiendo el término como analistas del entendimiento humano. Uno de ellos fue Georges Cabanis, quien en 1802 propone una nueva ciencia integrada de la naturaleza humana basada en la determinación mutua de fenómenos mentales y cambios en la organización corporal, y aunque reconoce que se trata de dos niveles empíricos diferentes, lo mental y lo corporal, Cabanis pretende relacionarlos [Blankaert, 1988].

Estos ideólogos asociaban el pensamiento republicano a una filosofía del conocimiento; uno de los principales representantes de esta tendencia fue Destutt de Tracy, para quien la ideología es tanto una disciplina como una concepción racional del mundo y de la sociedad, un grupo de intelectuales, un dispositivo pedagógico y un cuerpo legislativo. Estos grupos tendrán un papel central en la organización de las instituciones educativas; en el ámbito intelectual, los ideólogos escribieron gran cantidad de textos, algunos permanentes y otros circunstanciales, como vehículos de acceso directo a la vida pública.

El texto programático fundamental fue *Éléments d'Ideologie* de Destutt, que originalmente se empleó en la enseñanza de las escuelas centrales, para desarrollar un pensamiento en situación y acción, que fue la diferencia entre los ideólogos y el pensamiento ilustrado; así la ideología será más un método que una doctrina. Cuando Destutt de Tracy, el principal vocero de los ideólogos, afirma que las ideas surgen de nuestras sensaciones, genera un método riguroso de observación, desacralizado, contextualizado y naturalizado, firmemente incrustado en la biología

humana; desde esta perspectiva salta a la vista la dimensión epistemológica del programa de la ideología: la socialización de las ciencias y, en consecuencia, de los saberes, para observar y pensar al hombre, mas allá del universo discursivo de la lengua y de la política.

Por su concepción reflexiva del conocimiento, construyeron nuevas formas de difusión del saber mediante la redacción de manuales, con el fin de enfrentar el problema de la interacción entre un sistema de observación y el propio sistema social que será observado.

Estos antecedentes inmediatos de la institucionalización de la antropología física cristalizan en diciembre de 1799 con la fundación de la Sociedad de Observadores del Hombre (en adelante SOH). Mientras que en el *Jardin des plantes*, Napoleón dio todo su apoyo a los naturalistas y desaprobó la fundación de dicha Sociedad, porque consideraba que estaba compuesta sólo por ideólogos metafísicos y constituían para él un grupo de presión.

Esta institución concretará el proyecto de los ideólogos, con una metodología unificada que les permitiera determinar la génesis de todas las formas del conocimiento humano, cuya meta, según Jauffret, es la constitución de una antropología comparada con base en la fisiología y la fisiognomía.

Años antes Buffon había trazado la línea a seguir en materia de raciología; el clima, la complexión y la alimentación eran las constantes que determinaban a las variedades de la especie humana, mediante procesos degenerativos; los monogenistas Zimmermann desde la geografía, Lacepede desde la fisiología y Blumenbach desde la craneometría, apuntaban en la misma dirección que el conde naturalista del Jardín Real: la humanidad originaria era blanca y los factores del clima, actuando diferencialmente, la ha oscurecido.

El enfoque ambientalista influyó tanto en los ideólogos, que concibieron a las sociedades humanas como sistemas atomizados de individuos relacionados por leyes newtonianas de atracción social, como en los miembros de la SOH, cuyo método de investigación parte de la descripción el ambiente, luego de las características físicas de los individuos típicos como resistencia corporal, motricidad, salud y longevidad [Stocking, 1982]. Así a partir de la estructura corporal se avanza hacia el análisis del pensamiento y de las sensaciones. Por esta razón fundamentan el estudio de la humanidad con base en un contexto biológico.

Desde esta perspectiva, la SOH realiza algunas actividades de trascendencia. Su objetivo es el estudio de la historia natural del hombre y las causas de la diferen-

ciación racial, mediante la anatomía comparada. También se interesaron por la relación entre el espíritu y el cuerpo individual; el principal proveedor de materia prima para realizar esta empresa fue el capitán Vaisseau Baudin, a quien el gobierno francés y el Museo de Historia Natural le solicitaron una expedición de reconocimiento a los mares del sur y a la costa suroeste de Nueva Holanda.² Cuvier escribe las instrucciones para la observación morfológica de los grupos humanos que se encuentren en esas tierras lejanas y de Gerardo se encarga de las instrucciones para registrar los aspectos morales, todo esto ocurre en 1800.

La Sociedad Etnológica de París

Después de que esta institución fue suprimida hacia 1803, la investigación antropológica fue continuada, unos años después, por el fisiólogo William Frederic Edwards (1777-1842) a partir de los escritos históricos de Agustín Thierry y los raciológicos de Antoine Desmoulins, quien era un poligenista convencido de que las facultades intelectuales y morales de las razas están determinadas por su particular organización cerebral. William Edwards es pariente de otro gran fisiólogo francés, Edward Edwards, y hermano de los no menos célebres zoólogos Alphonse y Henri Milne Edwards, aunque William Edwards, por razones fortuitas, nació en Jamaica, pero su desarrollo intelectual, científico y social se realizó en Francia [Blanckaert, 1988].

En 1832, Edwards, miembro igual que Broussais de la Academia de Ciencias Morales y Políticas, madura la idea de establecer relaciones de continuidad entre tipos raciales antiguos y poblaciones modernas, a partir de una concepción poligenista del origen de las razas humanas; integra conocimientos de frenología, biología experimental, historiografía europea y lingüística comparada, el resultado de esta síntesis fue una nueva disciplina: la etnología, que se desarrollaría a partir de la aplicación de la fisiología a la historia y que definió como ciencia de las razas humanas.

El objetivo de los antiguos ideólogos, como ya vimos, fue crear una ciencia política fundada en la descripción biológica y racial de los pueblos europeos. Este hecho histórico obligó a las comunidades antropológicas, poli o monogenistas, a aceptar la creencia en la irreversibilidad de las razas y la estabilidad histórica de los grupos humanos. Por ejemplo en 1845, desde su autoridad epistémica, Etienne Serres sostenía que:

2. La actual Australia, nombre que se empleó hasta 1844, después del viaje de Flinders.

A causa de que las acciones de un pueblo están subordinadas en ciertos límites a sus disposiciones físicas; el historiador que narra, sintetiza y compara lo primero sin atención a lo segundo, con frecuencia está temeroso de escribir sobre los efectos sin ver sus causas; y de este viene la necesidad, bien apreciada en la actualidad, de la fisiología, la filología y la historia [Blanckaert, 1988:46].

En este contexto, Edwards logró establecer consenso acerca de que la noción de raza pura no era una abstracción sino una entidad históricamente real; tanto Isidore Geoffroy Saint Hilaire (hijo de Etienne Geoffroy Saint Hilaire) como el monogenista Armand de Quatrefages reconocieron que gracias a Edwards se conservó la cátedra de anatomía humana en el Museo, puesto que en esa institución ya existía la de anatomía comparada, y evitó que la anatomía humana se restringiera sólo a las escuelas de medicina; aunque, por otra parte, sólo se establece un consenso pero no se funda una comunidad epistémica. Así, Quatrefages sólo le reconoce algún mérito en la posibilidad de aplicar algunas ideas antropológicas y fisiológicas al estudio de la historia. Como magistralmente nos explica Villoro:

Una comunidad puede, por ejemplo, consentir en la verdad de la astrología y no constituir una comunidad epistémica pertinente para juzgar lo bien fundado de ella, porque ni todos los que la aceptan han examinado las razones en que se funda, ni todos los que tendrían acceso a estas razones las considerarían suficientes. Intersubjetividad no coincide, pues, con consenso, ni las comunidades epistémicas pertinentes se identifican con comunidades consensuales. Por otra parte, que una creencia tenga validez intersubjetiva no quiere decir que, de hecho, la juzguen válida todos los miembros de la comunidad epistémica pertinente, sino que si un sujeto de esa comunidad la juzga, entonces será válida para él [...] con todo, en ciertos casos el consenso real de una comunidad científica puede constituir un “modelo” de la comunidad epistémica correspondiente. Es lo que suele suceder en las situaciones de “normalidad científica” [Villoro, 1989:150].

En este sentido, con la fundación de la Sociedad de Edwards, a diferencia de la Sociedad de Broca, la etnología no se convierte en una ciencia normal, no se constituyen comunidades epistémicas propiamente dichas sino sólo relaciones de intersubjetividad. Sin embargo, el consenso permanece en generaciones posteriores

aun en poligenistas como Nott y Glidon, que se declaran, en 1854, deudores de la obra de Thierry y Edwards y de Paul Broca, que fue el seguidor más sobresaliente de las doctrinas raciales de Edwards.

Edwards se apegaba más al pensamiento morfológico de Cuvier que al de Blumenbach, pero en última instancia, se manifestaba la idea kantiana de la permanencia racial, que trató de difundir en el Museo de Historia Natural de París. El 3 de diciembre de 1838, cuando obtiene la cátedra de Anatomía humana e historia natural del hombre, aporta a ésta un enfoque etnológico para introducir fundamentos anatomofisiológicos a las ideas morales de los pueblos. En efecto, la conservación de esta cátedra en el Museo no sólo sirvió para revivir la historia natural sino que gracias a la labor de traducción y enrolamiento de Edwards, la historia natural del hombre, que había sido marginada y prácticamente abandonada, hasta 1840 se transforma en una disciplina académica. Daba la impresión de que con las investigaciones de Edwards se desterraría el problema de la querella poligenismo-monogenismo; aunque en sus escritos, como en el de la mayoría de sabios de la época, se reflejaban algunos elementos del estilo poligenista y en otros eran francamente monogenistas.

En la época de Edwards la mezcla racial se entendía como un medio de reincorporar la pluralidad de las razas geográficas porque él sostenía que la persistencia racial era histórica y no geográfica. Popularizó las investigaciones de hibridación, que hacia 1824 habían realizado Frederic y Jean Antoine Callandon, muchos años antes de que Mendel iniciara sus experimentos con chícharos en Moravia.

Los Callandon, padre e hijo, realizaron cruza con ratones de diferente color, blanco y gris, y encontraron que:

En cualquier combinación de hembra y macho que se use, la generación subsecuente incluye individuos blancos y grises en número variable: nunca aparecen individuos intermedios y el considerable número de camadas que observamos no revelan ninguna alteración de la pureza de los tipos gris y blanco originales [Blanckaert, 1989:37].

A partir de estos experimentos Edwards concluyó que la permanencia y estabilidad de caracteres cromáticos estaba bien demostrada con estos experimentos. Por otra parte, ignoro si Mendel tuvo noticia de estos trabajos en su tiempo, pero en la primera mitad del siglo XIX francés representan una muestra de la más pura experimentación con las leyes de la hibridación, que hacia 1863 formalizaría Gregor

Mendel. Estos experimentos fueron trasladados por Edwards a la etnología para reorientar el problema antropológico de las razas humanas, en el sentido que en el proceso de mezcla racial una porción de las nuevas generaciones tendería a retener una porción del tipo primitivo. La raza pura no fue para Edwards un concepto abstracto sino una realidad empírica constituida por un conjunto de tipos que a pesar de dominar unos sobre otros no dejaban de existir, de ahí la importancia que le concedía a la relación entre la fisiología y la historia, aunque la balanza se inclinaba más hacia la dimensión histórica.

Es decir, el estudio de las razas humanas se tenía que abordar a partir de la comprensión de factores sociales, de grupos más que de individuos, el cruce de dos individuos no era de su interés, en consecuencia, estos temas pertenecían, por derecho propio, al campo de la etnología.

En la sesión de 1839, Edwards se propone la discusión de la posibilidad de emancipar a los esclavos de las colonias francesas; forma una comisión para que realice una encuesta sobre este delicado tema. Atento a todos los puntos de vista de los especialistas, como un moderador, logró reunirlos en 1839 en una Sociedad de Etnólogos. El itinerario intelectual de Edwards resume una transformación de intereses que conduce del estudio sincrónico de “naciones” como objeto de la investigación geográfica y anatómica a un análisis diacrónico de filiaciones étnicas, y luego a las perspectivas políticas de los sociólogos e historiadores contemporáneos. Finalmente, el 21 de agosto de 1839, con la venia del ministro del Interior, el ministro de Instrucción Pública de Francia, William Edwards, junto con Henri Milne Edwards, Alcide D’Orbigny y Pierre Marie Flourens (un furibundo antifrenólogo), funda la Sociedad Etnológica de París, que funciona como tal hasta 1848, aunque su nombre permanece hasta 1860. Esta institución estaba encaminada a traducir los intereses de otros actores, aun fuera de Francia.

La Sociedad de Antropología de París

Sin lugar a dudas, el constructor de la tradición moderna de investigación en antropología física es Pierre Paul Broca (1824-1884). Con Broca los valores epistémicos en antropología física configuran un campo de investigación que, a partir de la anatomía comparada y la anatomía humana con Cuvier, Gegenbaur y Broca, se reelabora la organización de las estructuras animales; los elementos invisibles se hacen visibles y por lo tanto perfectamente comparables, sobre todo desde Cuvier se considera la existencia del órgano en relación con la función que éste desempeña

y Gegenbaur, que en la segunda mitad del siglo XIX aplica los conceptos darwinianos a la anatomía humana y de manera fundamental, partir de la creación de la Sociedad de Antropología de París, con Paul Broca al frente, con objetos de estudio centrados inicialmente en la craneometría, no obstante tener alguna influencia de la frenología.

El interés de Paul Broca por la antropología surge en 1847, cuando participa en las excavaciones arqueológicas realizadas en la Antigua Iglesia de los Celestinos, y hacia 1850, para preparar su reporte sobre los restos óseos encontrados, requiere estudiar textos sobre craneología y razas humanas [Schiller, 1992]. En esta etapa entra en contacto con la obra de Samuel George Morton y a partir de esta primera experiencia con el conocimiento antropológico exploró otros temas.

En 1858 leyó, en una reunión con la Sociedad de Biología, un estudio sobre la hibridación animal y humana para defender su posición poligenista. Esto resultó contraproducente, ya que prácticamente lo expulsaron de la Sociedad, pues sus miembros consideraron que esos temas eran científica y políticamente incorrectos. Su salida obedeció a que presentó sus ideas acerca de la hibridación humana y animal para fundamentar ampliamente sus ideas poligenistas sobre el origen de la humanidad, ya que Charles Rayer, antiguo miembro de la desaparecida Sociedad de Etnología de París, pide a Broca suspenda sus presentaciones sobre el tema; estos dos acontecimientos determinaron que él, junto con un grupo de científicos, principalmente médicos, se congregaran para fundar una nueva sociedad.

En estas circunstancias, en noviembre de 1858 se reúnen seis científicos tanto de la Facultad de Medicina como del College de France, para planear la fundación de la futura sociedad antropológica.³ Por fin el 19 de mayo de 1859 se inaugura la Sociedad de Antropología de París (SAP) con 19 miembros fundadores;⁴ y el 7 de junio del mismo año se realiza la primera sesión oficial de la SAP en la Facultad de Medicina [Vallois, 1959]. La SAP se funda con una mezcla de ideologías diversas: positivistas, materialistas, monogenistas, idealistas, poligenistas y evolucionistas, como ya se dijo, a partir de la iniciativa de Paul Broca, quien unos años antes había “renunciado” a la Sociedad de Biología [Harvey, 1989]. Francis Schiller [1992], cuenta que el sitio donde se llevó a cabo la primera sesión de la

3. Eran profesores de la facultad: Follin, Robin, Verneuil y Broca; del College: Brown-Sequard y Godard.

4. Bechard, Broca, Fleury, Pullin, Robin, Verneuil, Isidore Geoffroy Saint Hilaire, Gratiolet, Lemerrier, Brown-Sequard, De la Siauve, Rambaud, Martin-Magnon, Antelme, Bertillon, Doreste, Godard, Castelnau, y Grimaud de Caux.

SAP fue en un pequeño local de la *École Pratique*. Posteriormente, debido a que algunos miembros de la SAP eran también miembros de la Sociedad de Cirugía, consiguieron un local más apropiado en la Rue de l'Abbayé, un antiguo palacio renacentista, que fue la sede hasta 1866.

Los inicios de esta institución exigieron el establecimiento de ciertas alianzas, principalmente entre materialistas y positivistas, y la tácita aceptación de la teoría de Darwin acerca del origen de las especies. El más fuerte apoyo para Paul Broca en la consumación de la Sociedad de Antropología fue su amigo Charles Robin, médico profundamente influido por el positivismo científico de Emile Littré, intérprete ortodoxo del sistema filosófico fundado por Augusto Comte, llevado al terreno de las ciencias naturales. Evidentemente, junto con Broca; Robin fue uno de los fundadores de la nueva Sociedad de Antropología [Harvey, 1989].

En 1861, ingresa a la SAP Armand de Quatrefages, eminente monogenista, opositor del pensamiento de Paul Broca. Quatrefages afirmó que los cruces humanos presentan todas las características del mestizaje y se caracterizó por ser el principal opositor de la mayoría poligenista de la Sociedad de Antropología. Promovió la discusión de nuevas ideas acerca de la naciente paleoantropología y consolidó su propia posición monogenista y positivista [Harvey, 1989].

En 1861, Broca inicia su colección osteológica con sus correspondientes investigaciones. Su pensamiento recibió dos influencias, por una parte, la obra craneológica de Morton y, por otra, fue el discípulo más brillante de William F. Edwards, el fisiólogo que al apoyarse en la historiografía funda la Sociedad Etnológica de París en 1839 y sienta las bases para el desarrollo de la etnología en Francia. En 1868 se funda la Escuela Práctica de Altos Estudios que resulta otro evento fundamental para la institucionalización de la antropología física, pues se crea también en esa casa de estudios el Laboratorio de Antropología y se nombra a Broca su primer director.

A partir de este cargo, Broca inicia, de 1868 a 1877, una tarea eminentemente tecnológica: la perfección, en unos casos, y el diseño, en otros, de instrumentos antropológicos, es decir, de inscriptores. Perfecciona el compás de ramas curvas, el goniómetro y el método de cubicación craneal de Morton, pone en práctica sus conocimientos de física y matemáticas para diseñar el estereógrafo y las escalas cromáticas para cabello, ojos y piel, entre otros.⁵

5. La descripción y explicación del uso de estos y otros instrumentos se encuentra en Broca, P. [1865] y en "Instrucciones craneologiques et craneometriques" [1875].

La prehistoria, los fósiles y el origen del hombre

Los monogenistas defendieron la tradición del origen único para explicar la diversidad racial en términos ambientalistas, esto implicó aceptar la creencia de que la plasticidad humana era una realidad y, en consecuencia, podían rechazar la creencia en la fijeza de las especies sin problema alguno; por esta razón el monogenismo tendió más a buscar los mecanismos de la variabilidad humana, es decir, su enfoque fue más transformista que el del poligenismo.

El pensamiento geológico y paleontológico de la primera mitad del siglo XIX europeo estuvo dominado por el catastrofismo de Cuvier y el uniformitarismo, planteado inicialmente por Hutton, encontrando su máxima expresión en *Los principios de geología de Lyell*, publicados en Londres entre 1830 y 1833.

El uniformitarismo rechazaba la hipótesis catastrofista y aceptaba que la tierra tenía una enorme antigüedad en cuyo proceso el registro paleontológico tendía a mostrar, en su estratigrafía, una creciente complejidad biótica. Tanto la hipótesis catastrofista como la uniformitarista jugarían un papel central en el desarrollo de la paleontología humana de esa época y, simultáneamente, constituyeron el telón de fondo a partir del que se proyectaría la teoría darwiniana de la evolución de la segunda mitad del siglo XIX.

Antes del descubrimiento de los restos fosilizados del Valle de Neander en 1856, actualmente conocidos como la etapa Neandertal de la evolución humana, la evidencia que indicaba alguna antigüedad de la existencia de depósitos “diluviales”, es decir, la referencia cronológica, aún contenía elementos ideológicos de la literatura bíblica. En esta época el término diluviano o antediluviano se empleaba para *prehistórico* respectivamente, es decir, los periodos Moderno y Antiguo. Hacia 1830, cuando Woorsae y Thomsen establecieron el sistema de las tres edades, Piedra, Bronce y Hierro, inicia la discusión, entre los expertos, sobre la aceptación o rechazo de la existencia antediluviana del hombre en Europa. Nace así la ciencia de la prehistoria y, posteriormente, veremos que con la publicación de *El origen de las especies* y el desarrollo de la investigación geológica, paleontológica y prehistórica, el escenario está listo para el surgimiento institucional de la paleoantropología. En 1866, en su *General morphologie*, Haeckel postuló la ley biogenética, en la que explica que el desarrollo ontogenético es una recapitulación de la filogenia de las especies, con esta idea como estandarte, Haeckel “filogenetiza” a la biología del siglo XIX mediante la construcción casi indiscriminada de árboles filogenéticos.

Tanto para Haeckel como para otros investigadores, entre los que destaca en América Latina el sabio bonaerense Florentino Ameghino (1853-1911) no era muy importante que las evidencias de la anatomía comparada fueran circunstanciales; el objetivo era construir árboles como meta explicativa.

Otro aspecto importante para el desarrollo de la paleoantropología decimonónica europea es que la verdadera significación antropológica de los restos del hombre de Neandertal fue reconocida por los especialistas hasta 1880, con el descubrimiento de otros esqueletos fosilizados encontrados en Spy, Bélgica, con la que se tenía evidencia comparable para fundamentar tanto antigüedad como el desarrollo evolutivo del ser humano en el continente europeo. A partir de estos elementos la noción de que la población autóctona de Europa se había mezclado o había sido sustituida sucesivamente por otras poblaciones, se convirtió en el tema central del debate prehistórico y paleoantropológico de la época, con el resultado de que los investigadores quedaron convencidos que el tipo neandertal había sido el tipo prevaleciente en Europa durante el Pleistoceno Superior.

Mientras tanto, poco a poco se acumulaba cierta evidencia empírica con el descubrimiento de artefactos de piedra, asociados con fósiles de fauna en depósitos geológicos muy antiguos. Por ejemplo, el descubrimiento de John Covers, a fines del siglo XVIII, de unas piedras en forma de pera junto a un elefante “antediluviano”. Casi un siglo después, John Frere descubre en terrenos arcillosos en Gran Bretaña unas puntas de proyectil asociadas a animales extintos [Buffetaut, 1991]. Estos hechos, junto a la creación de instituciones científicas, generaron un clima intelectual propicio para el desarrollo de la investigación antropológica con fundamentos científicos, al comenzar el siglo XIX. El uniformitarismo rechazaba la teoría catastrofista y sostenía que el mundo, desde su creación, estaba sujeto a modificaciones graduales por la acción de agentes naturales. En gran medida indiferentes a las doctrinas religiosas, los “hutonianos” le asignaban una gran antigüedad a la tierra, por el contrario, los catastrofistas sostenían que el registro paleontológico mostraba una tendencia a la complejidad biótica. Estas ideas tuvieron un papel central en el desarrollo de la teorización darwiniana de la evolución [Bowler, 1992].

En el ámbito de la antropología, antes del descubrimiento de los restos óseos de Feldhofer en el Valle de Neander en 1856, la evidencia fósil sostenía la existencia de hombres prehistóricos, sobre la base de ciertos hallazgos de piedras primitivamente trabajadas en depósitos “diluviales”, que Jacques Boucher de Perthes y Casimir Picard en Abbeville habían descubierto por separado a lo largo de la de-

cada 1830-1840. En esa misma época los daneses Thomsen y Woorsae elaboraron el esquema de las tres edades para estudiar a la humanidad prehistórica: Piedra, Bronce y Hierro. A partir de este esquema situaban a los artefactos líticos en antediluvianos y postdiluvianos. Esto demuestra claramente la idea de antigüedad del hombre; es decir, primero se encontraron evidencias de su existencia (industrias líticas) y luego se encontraron sus propios restos óseos.

A pesar de que en 1839, Lyell describe el periodo paleontológico posterior al Plioceno y lo define como Pleistoceno, sólo se generalizó el uso del término Pleistoceno hasta las últimas décadas del siglo XIX. Entre 1839 y 1890, comúnmente se hablaba en Gran Bretaña del Post-Plioceno, aunque en Francia se empleaba más el término Cuaternario. Por su parte los alemanes usaban el término “Diluvio”, que continuaron empleando hasta los primeros años del siglo XX.

En la década de 1860, el paleontólogo francés Eduard Lartet subdividió el Pleistoceno en periodos a partir de los cambios bioculturales (flora, fauna y lítica). En 1865, John Lubbock introduce la división de Paleolítico y Neolítico.

En este contexto, y en ausencia de hallazgos fósiles humanos, el descubrimiento de los restos de Feldhofer pasó inadvertido hasta 1880, cuando se descubren otros huesos humanos similares en Spy, Bélgica. En el lapso de 1856 a 1880, se discutió sobre los fósiles de Neandertal en conexión con los orígenes de las razas de Europa. En esta polémica el tema central fue la idea de que las poblaciones autóctonas de Europa habían sido sustituidas y se habían mezclado en repetidas ocasiones con pueblos asiáticos en periodos postpliocénicos, y los presuntos grupos asiáticos invasores se denominaban “arianos” (arios). Aunque la fundamentación de esta hipótesis se apoyaba sólo en investigaciones filológicas.

Es de particular importancia para los historiadores de la antropología física, subrayar las peculiaridades por las que el pensamiento evolutivo del siglo XIX se distingue de los esquemas anteriores a esta época. A principios de ese siglo la jerarquización de la naturaleza se funda en el concepto de tiempo, por lo que el biocentrismo del romanticismo alemán, con fuerza influido por el pensamiento griego, significa un replanteamiento del pensar el tiempo [von Aesch, 1948].

Esto muestra la gran actividad antropológica durante el siglo XIX. Estaba ocurriendo una revolución científica cuyo eje articulador era la teoría darwiniana de la evolución. Este hecho fue fundamental para entender los orígenes de la humanidad y junto con los avances logrados en geología y paleontología, permiten el surgimiento de la ciencia de la prehistoria. Desde 1850 tanto en Europa como en

América se empiezan a producir gran cantidad de escritos sobre el descubrimiento de fósiles humanos, sobre todo en estratos geológicos del Nuevo Mundo, aunque en Europa entre 1833 y 1890, se conocen algunos especímenes de importancia paleoantropológica: los restos de Engis (1833), los de Gibraltar (1848), Neanderthal (1856); Naulet, Spy, Bélgica (1866); Cro-Magnon (1868) y *Pithecanthropus erectus* (1890). Los reportes muestran que algunos científicos de la época abandonaron el esquema monofilético y adoptaron uno polifilético, fundamentado teóricamente por el poligenismo. Posiblemente, el autor más connotado en este proceso de cambio de interpretación sea Alfred Russell Wallace, quien hacia 1864 sostenía que la morfología humana había permanecido inmutable desde fines del Terciario [Spencer, 1986].

Este argumento lo tomaba como válido para cualquier parte del mundo, incluida América. Al revisar, en 1877, algunos fósiles humanos de este continente, les atribuyó una gran antigüedad y junto con Julien Kollmann encontró una notable continuidad en la morfología de los especímenes americanos. Así, la bibliografía publicada entre 1860 y 1890 daba noticia de fósiles humanos con antigüedad geológica correlacionada con el terciario tanto en el Viejo como en el Nuevo Mundo [Spencer, 1986].

A pesar de este incipiente proceso de síntesis, tanto la búsqueda del origen como la aceptación de la gran antigüedad de la especie humana en los inicios de la paleoantropología fueron eventos un tanto independientes, como sugiere Bowler [1992], puesto que no estuvieron directamente relacionados. Consideraban que la polémica entre transformistas (darwinianos o lamarckianos) y fijistas sobre el origen de las especies y el rechazo, en algunos centros europeos de ciencia y cultura, del evolucionismo a mediados del siglo XIX, no era obstáculo para que los geólogos y paleontólogos pudieran aceptar la evidencia de una gran antigüedad geológica de la humanidad. En este sentido, las teorías transformistas precisan la dirección de la investigación, tanto del origen como de la antigüedad, e integran ambos caminos en un marco evolutivo, aun antes de la publicación de la obra de Darwin. Un ejemplo ilustrativo al respecto es la expedición geológica y prehistórica que en 1858 encabezó William Pengelly en Inglaterra con el fin de recolectar fauna antediluviana, y cuyo equipo estaba formado por Joseph Prestwich, Hugh Falconer, Charles Lyell, Richard Owen y R. Godwin Austen. En esta ocasión, Falconer se convence de que la tesis de Cuvier, quien negaba la existencia del hombre fósil, era incorrecta.

En 1859 Lyell anunció que estaba preparado para corroborar las conclusiones de Prestwich, a pesar de que no había plena certeza de la antigüedad y mucho menos del origen de la especie humana; el hecho era que Prestwich creía firmemente que tal antigüedad se remontaba hasta la época glacial y encontraba evidencias de continuidad hasta el presente.

Años después de la publicación de *El origen de las especies* se anunciaron algunos libros que proyectan la dirección y el sentido de la preocupación por indagar a fondo tanto el origen como la antigüedad del hombre: *Evidencia del lugar del hombre en la naturaleza* de Huxley en 1863, *La antigüedad del hombre* de Lyell en 1863, *Tiempos prehistóricos* de Lubbock en 1865. A pesar de que en esa época se conocían sólo unos cuantos fósiles de homínidos: Engis (Bélgica, 1833); Gibraltar (España, 1848, y descrito hasta 1865). Feldhofer (Alemania, 1856) y Naulett (Bélgica, 1865) y hasta antes de 1885 no estaba clara la situación filogenética de estos restos; Quatrefages en 1882 y Mortillet en 1883 los consideraron ejemplos morfológicos de una raza primitiva semejante al hombre moderno que habitó durante el Paleolítico europeo. Esta posibilidad ya la había planteado Huxley en 1863, pero no pudo llegar a su demostración por dos razones: 1) la notoria escasez del registro fósil, aunada a la frustración de algunos darwinistas cuando fallaron sus expectativas de encontrar un eslabón perdido, y 2) la gran cantidad de deficiencias técnicas y metodológicas que, en materia de excavación y exploración geológica y paleontológica, existían en la época, amén de carecer de un marco cronológico confiable para el Pleistoceno en el cual ubicar los materiales tanto fósiles como líticos. Estos dos obstáculos, más el desconocimiento casi absoluto de la naturaleza de las glaciaciones, impedían que Huxley y otros científicos de los años sesenta abordaran con parsimonia el estudio paleoantropológico, propiamente dicho, de la antigüedad del hombre, tanto de América como en Europa.

Es importante recordar, por otra parte, que las excavaciones eran con frecuencia realizadas por aficionados y las pocas fuentes bibliográficas existentes hablaban de fósiles humanos y animales que se atribuían al Terciario. Hacia 1870, en Francia, Mortillet sostenía que los implementos de piedra del Terciario recuperados por el Abate Louis Burgeois representaban manufacturas de una etapa intermedia entre el hombre y los antropoides, y a dicha criatura la llamó *Antropopithecus* y posteriormente *Homosimius*, entre 1881 y 1883 bautizó a la lítica supuestamente asociada con este “eslabón perdido” como Eolitos [Leakey y Goodall, 1978].

Entre 1822 y 1836, Henrie Marie Ducrotay de Blainville desarrolló la clasificación de los primates que desde 1812 Geoffroy de Saint-Hilaire había propuesto en Platiirinos, Catirrinos y Strepsirrinos. En 1839 Bainville describió y clasificó un primate fósil que llamó *Pithecus antiquus*, ejemplar encontrado por Lartet en 1830 y definido como *Pliopithecus* por Gervais.

Años antes, en 1812, Georges Cuvier en *Las revoluciones del globo* esbozó un modelo catastrofista donde sostuvo que la aparición de hombre fue precedida por un periodo de extinciones de fauna, principalmente de vertebrados. Por ello, la ausencia de restos humanos en depósitos fosilíferos significaba que el hombre apareció en etapas posteriores a la extinción masiva de los vertebrados y mamíferos, hace unos 5 o 6 mil años. En sus *Principios de geología*, Lyell rechazó el catastrofismo de Cuvier y plantea una explicación alternativa: todas las formas vivientes aparecieron simultáneamente en diferentes partes del planeta; tesis que aplica en 1863 en *Evidencia geológica de la antigüedad del hombre*, para describir los fósiles humanos que en ese entonces se conocían en Europa y América. En efecto, al igual que Humboldt, D'Orbigny y Darwin, Lyell visitó el continente americano en 1840 pero, a diferencia de éstos, sólo conoció algunas formaciones geológicas de Norteamérica (Nueva Escocia), examinó la pelvis de Natchez —mostrando cierto escepticismo— y los huesos de Lago Monroe.

En 1865 Richard Owen, una de las grandes figuras de la paleoprimatología, desde 1830 hasta 1865 publicó múltiples estudios de osteología comparada de primates. Estudió un fósil, procedente del Eoceno de Kent, Gran Bretaña, al que llamó *Miolophus*, y posteriormente Lemoine lo asignó al género *Plesiadapis*. En ellos concluyó que el chimpancé y el gorila tenían gran afinidad [Spencer, 1986].

Wilhem Vrohick y Jeoffries Gimán sostenían que el cráneo del gorila estaba más “degradado” que el de chimpancé. Esta diferencia de opiniones fue el punto de partida de un célebre debate entre Owen y Huxley sobre el origen del antropoide de la humanidad, que también apoyaba Edward Gray. Otro sabio de primera línea, William Henry Flower, realiza una serie de estudios neuroanatómicos entre diferentes especies de primates, con el fin de evaluar la teoría de Owen. Estas investigaciones representan la síntesis de la perspectiva antropológica del empleo de los llamados “rubicones cerebrales” al finalizar el siglo XIX.

Mientras tanto, el paleontólogo Edward Drinker Cope, en 1872 reconocía que algunos mamíferos primitivos del terciario de Norteamérica podían ser primates; describió y postuló que el *Anaptomorphus omunculus* era filogenética-

mente más cercano a un hipotético ancestro lemuroideo de la especie humana. En 1893 se anticipó a Schwalbe, afirmando que el Neandertal era un seguro antecesor del hombre. Hasta la última década del siglo XIX, la discusión sobre los orígenes del *Homo sapiens* en Europa se enfocó casi exclusivamente al registro fósil de ese continente. Esta tendencia eurocéntrica en la teoría antropológica cambió sustancialmente con el descubrimiento de un homínido fósil en Java, que proyectaba muchas de las características predichas por Haeckel en *Morfología general* publicada en 1866 y en la *Historia de la creación* de 1868.

Estos fósiles fueron encontrados hacia 1897 por el anatomista holandés Eugene Dubois en estratos geológicos con fauna que marcaba una transición entre el Plioceno y Pleistoceno, lo cual levantó mucha polémica respecto a su interpretación taxonómica y significado filogenético, prácticamente hasta la actualidad.

También durante el siglo XIX se incrementan paulatinamente los estudios de primates fósiles. La mayoría de sitios reportados provenían de Europa y Norteamérica. Sin embargo, hacia 1870 se reportan fósiles de primates descubiertos en las colinas de Siwalik (Pakistán) y el norte de la India, también hacia 1890 se empiezan a publicar reportes de primates del terciario en Sudamérica. Según Spencer [1986], el primer intento serio de estudiar la filogenia de los lémures y los póngidos fue realizado por Schlosser en 1887. Durante este periodo se tienen algunas reservas sobre la posibilidad de derivar la forma homínida de algún espécimen similar a los póngidos extintos.

Aunque la teoría de la descendencia no antropoidea se asocia con las ideas formuladas por Frederic Wood Jones, un esbozo anterior de esta idea se encuentra en los trabajos de Edward Drinker Cope y de Florentino Ameghino. En 1891 y 1893 Ameghino publica un par de artículos en los que describe algunos primates fósiles del sur de la Patagonia, entre los que destaca el *Homunculus patagonicus*.

Para cerrar este breve recuento del surgimiento de la paleoantropología en Europa durante el siglo XIX, no es ocioso recordar que esta disciplina, como todas las ciencias, es una actividad realizada por personas, sometida por lo tanto a interpretaciones subjetivas, errores y puntos de vista encontrados. También es pertinente hacer notar que la paleoantropología es una de las ciencias más singulares, puesto que aborda algunas de las interrogantes fundamentales para el intelecto humano ¿de dónde venimos y qué lugar nos corresponde en la naturaleza?

La búsqueda da respuesta a ésta y otras interrogantes en el ámbito de las ciencias antropológicas, sin duda alguna ha definido estilos de tradiciones académicas

e intelectuales a partir de las que expresan y se han expresado los descubrimientos científicos, por ejemplo, Darwin, Huxley y Lyell evitaron al máximo construir árboles filogenéticos, a causa de no disponer de evidencia fósil que los fundamentara. Darwin sólo hizo alusiones a la posibilidad de construir alguna filogenia que explicara el origen de la humanidad.

Entonces, es a finales del siglo XIX cuando el trinomio Darwin, Huxley y Haeckel deja planteado un desafío científico e incluso ideológico a la paleoantropología del siglo XX, con sus estudios de anatomía comparada publicados en sus respectivas obras: *El origen del hombre* (1871); *El lugar del hombre en la naturaleza* (1863); *Morfología general* (1868), cuyo resultado es el surgimiento de la paleoprimatología que arrojaría, entrado el siglo XX, importantes datos para sondear en las profundidades de la evolución humana.

Bibliografía

Bilbao, Cristina

1978 *La ciencia del hombre en el siglo XVIII*, Buenos Aires, Centro Editor de América Latina.

Blanckaert, Caude

1988 "On the Origins of French Ethnology. William Edwards and the Doctrine of Race", en Stocking, G. W. (ed.), *Bones Bodies and Behaviour*, University of Wisconsin Press.

Bowler, Peter J.

1992 *Historia Fontana de las ciencias ambientales*, México, FCE.

Broca, Paul

1877 *Recherches sur la Hybridité animale en général et sur l'Hybridité humaine en Particulier consideres dans leurs rapports avec la question de la pluralité des especes humaines. Memoires D' Anthropologie*, t. III, París, Reinwald et Cie.

1865 "Instruccion general para las pesquisas y las observaciones antropologicas", *Mem. Soc. Anthr.* t. II. París.

1875 "Instruccion craneologicas y craneometricas", en *Mem. Soc. Anthr.* 2 serie t. II. París.

Buffetaut, Erick

1991 *Fósiles y hombres*, Barcelona, Plaza y Janés.

Coleman, William

1980 *La biología en el siglo XIX*, México, FCE.

Fisher, Jean. L.

1991 *La naissance de la vie. Une anthologie*, París, Presses Pocket.

Haddon, Henry C.

1910 *History of Anthropology*, Londres.

Harvey, Roy

- 1989 “La evolución transformada. Positivistas y materialistas en la Sociedad de Antropología de París”, en B. Rupp-Eisenreich (ed.), *Historias de la antropología siglos XVI-XIX*, Madrid, Jucar, pp. 344-367.

Howells, Williams

- 1980 “*Homo erectus*: how, when and where?”, en *Yearbook of Physical Anthropology*.

Kragh, Helge

- 1984 *Introducción a la historia de las ciencias*, Barcelona, Crítica.

Leakey, Louis y Jane Goodall

- 1978 *Hacia el desvelamiento del origen del hombre*, Madrid, Aguilar.

Postel, Jacques y Charles Quézel

- 1984 *Historia de la psiquiatría*, México, FCE.

Ranke, Leopold

- 1984 *Sobre las épocas de la historia moderna*, Madrid, Editora Nacional.

Rupp-Eisenreich, Brita (ed.)

- 1989 *Historias de la antropología siglos XVI-XIX*, Madrid, Jucar.

Schiller, Francis

- 1992 *Paul Broca, Founder of French Anthropology, Explorer of the Brain*, Oxford, University Press.

Stocking Jr. George. W.

- 1982 *Race Culture and Evolution. Essays in the History of Anthropology*, University of Chicago Press.

Stocking Jr. George W. (ed.)

- 1988 *Bones Bodies and Behaviour*, Estados Unidos, University of Wisconsin Press.

Spencer, Franck

- 1986 *Ecce Homo. An Annotated Historical Bibliography in Physical Anthropology*. Nueva York, Greenwood Press.

Vallois, Henry

- 1959 “La Société D’ Anthropologie de Paris 1859-1959”, en *Bull et Mem Soc. Anthr. Paris*. Serie II, núm. 1, pp. 293-312.

Villoro, L.

- 1989 *Creer, saber, conocer*, México, Siglo XXI Editores, p. 150.

Von Aesch, Alexander Gode

- 1948 *El romanticismo alemán y las ciencias naturales*, Madrid, Espasa Calpe.

Wendt, Herbert

- 1958 *Tras las huellas de Adán*, Madrid, Noguera.

2. Algo más que 100 años de antropología física en México

LA PRECISA ARBITRARIEDAD DE NUESTRA HISTORIA

José Luis Vera Cortés

Introducción

El objetivo del texto es presentar una serie de reflexiones relacionadas con ese poco más de un siglo de existencia de la antropología física mexicana, lo cual me lleva a hacer una pequeña digresión sobre el título. “Algo más que cien años de antropología física en México” hace referencia al libro que, junto con los doctores María Villanueva y Carlos Serrano tuve la oportunidad de publicar hace algunos años [Villanueva *et al.*, 1999]. En él, y de manera un tanto arbitraria pero precisa, escogimos un trabajo del doctor Nicolás León como el origen de la investigación antropológica nacional. Me refiero a *Anatomía y mutilaciones étnicas del sistema dentario entre los tarascos precolombinos*, publicado originalmente en 1890 en los Anales del Museo Michoacano y en la misma fecha en el Octavo Congreso Internacional de Americanistas en París.

Califico de arbitrario el suceso, tanto por la fecha, como por el personaje. Nicolás León había publicado multitud de trabajos previos y en el mismo periodo algunos otros investigadores podrían haber reclamado también el título de padres fundadores.

Se trata, como he dicho, de una elección tanto arbitraria como precisa, que posibilita y determina a la vez una manera de contar la historia de nuestra disciplina.

Empiezo aclarando el título y la arbitrariedad de la elección para poner de manifiesto uno de los cruces de caminos a los que se ha visto enfrentada la antropología física mexicana durante su historia: su propia definición y su inserción en el marco más amplio de la antropología; la delimitación de lo que podríamos llamar su matriz disciplinar es un tema que abordaré ampliamente más adelante y que, por otro lado, muestra también la elección respecto a quien consideramos nuestro padre fundador, por un lado, arbitraria, y por otro, precisa.

A diferencia de lo que ocurre en la vida cotidiana, nosotros sí podemos elegir a nuestro padre fundador de linaje. Antes de entrar de lleno en el tema, haré unas breves reflexiones.

Decía el gran E. Mayr que:

la historia de la ciencia es, entre otras cosas, una historia de los problemas de la ciencia y sus soluciones e intentos de soluciones; pero es también una historia del desarrollo de los principios que forman el marco conceptual de la ciencia. Debido a que las grandes controversias del pasado frecuentemente llegan a la ciencia moderna, muchas discusiones actuales, no pueden ser estudiadas completamente a menos que uno entienda su historia [Mayr, E. 1998:61].

Así, la historia de la ciencia, como la ciencia misma, necesita ser revisada constantemente, por lo que en muchos casos la historia es subjetiva y efímera.

Por otro lado, también es importante saber quién escribe la historia y el propósito de la escritura. Existen, por ejemplo, lo que algunos autores llaman las “historias disciplinares”, es decir, las escritas desde y para la disciplina que se pretende historiar. En algunos casos se trata de narraciones apologéticas cuya función es justificar el orden actual de las cosas al interior y exterior de la disciplina en cuestión.

Este tipo de historias cumplen también una función, una función más propia de los actos celebratorios como las conmemoraciones y los homenajes, y permiten una mayor integración del gremio. Existen también las historias críticas de las disciplinas, que en muchos casos son ignoradas por el gremio, condenando a quien las escribe a una existencia marginal al interior de la vida académica. La disidencia en las comunidades académicas recibe por castigo, las más de las veces, no la crítica, sino el olvido.

Dice Mayr, en el trabajo antes citado, que podemos hacer historias lexicográficas cuando describimos ¿qué?, ¿cuándo?, ¿dónde?, ¿cuáles fueron las principales actividades científicas en un periodo dado del pasado?, ¿cuáles fueron los principales centros de investigación donde los científicos más sobresalientes trabajaron y cómo cambiaron a través del tiempo? Historias cronológicas cuando el escenario temporal es el marco que determina la narración; historias biográficas centradas en los personajes; historias culturales y sociales, con énfasis en el hecho de que la ciencia se construye por sujetos sociales y que, por lo tanto, es inseparable del medio intelectual e institucional, de un periodo dado como la condición de posibilidad del desarrollo de determinados campos de conocimiento o determinadas problemáticas sobre otras; y por último, la historia problemática, que parte del postulado de que la historia estudia problemas y no periodos. Existen controversias al interior de las diferentes disciplinas, cuyo cambio a lo largo del tiempo constituye el objeto de este tipo de narraciones.

Resulta claro que, dependiendo del tipo de historia escrita y su carácter específico, apologético o crítico, se generan o pueden generar conflictos entre los historiadores de la ciencia y los propios científicos.

Primera parte

Transcribo a continuación un breve texto donde se describe a la antropología física y se justifica su existencia como campo de conocimiento en el marco de la antropología general y la pertinencia de la existencia de departamentos de investigación en el área:

Departamento de Antropología

1. La antropología física, anatómica o somatológica, es una de las más importantes partes de la ciencia del reino humano. Mediante ella se estudian las variaciones del cuerpo humano y de todas sus partes; las particulares diferencias y variedades de ese mismo cuerpo humano, en cada región de la tierra, investigando sus causas y significación; y con los resultados de esa investigación se puntualizan las razas, tribus, familias y grandes grupos de la humanidad que existen y han existido desde la aparición del hombre en nuestro planeta.
2. El Departamento de Antropología Física de este Museo se ha establecido para ayudar a esta grandiosa labor, recogiendo, clasificando y estudiando en él, tan-

to los despojos esqueléticos como al hombre vivo que en la tierra mexicana ha existido y existe actualmente.

3. Tocante a ambas cosas se tienen recogidas numerosas notas y medidas que en circunstancias propicias se pondrán en manos del público, mediante su publicación.
4. De años atrás se instruye a personas de ambos sexos, teórica y prácticamente, en las doctrinas y procedimientos científicos, tanto antropológicos como antropométricos, pues en nuestro extenso territorio hay campo amplísimo, del todo virgen, para estudios de la clase de estos.
5. Su colección de cráneos (calaveras), principalmente, y de los demás huesos del esqueleto humano es numerosa. Cada pieza está numerada, clasificada e inscrita a su vez en un Catálogo impreso que puede adquirir por compra, quien en ello se interese, en la oficina de publicaciones de este Museo.
6. Toda información científica y aun de simple curiosidad, la proporciona el Profesor y su Ayudante, a todo el que la solicite, teniendo en ello verdadera complacencia por ser ésta la mejor manera de excitar el interés por esta disciplina científica que tanto se echa de menos en el cuadro de la cultura nacional, y a la cual indispensablemente tienen que recurrir los filósofos, los médicos, los jurisconsultos, los cirujanos, los etnologistas, los arqueólogos, los historiadores, los sociólogos, los higienistas, los educadores o maestros de escuela, y en general todas las gentes instruidas y estudiosas.
7. Ciencias como la antropología física y su complementaria la antropometría no pueden condensarse con palabras vulgares, puesto que para abordarla con fruto es necesaria preparación científica y entender el valor de su tecnicismo.
8. No puedo, por lo mismo, sino repetir aquí lo que, en un gran cartel que se fijó en el muro del salón de antropología, escribí:

Antropología física o somatológica es la ciencia que estudia y determina, por especiales procedimientos, los caracteres físicos o externos del cuerpo humano y su constitución fisiológica.

Estudia al hombre vivo y puntualiza esos caracteres físicos, por medio de la antropometría.

Estudia al hombre muerto y define sus caracteres físicos, mediante la osteometría.

Comparando los resultados de ambas investigaciones, caracteriza y separa los grupos humanos y clasifica las razas extinguidas y las actualmente existentes.

doctor N. León

Profesor de Antropología y decano del Museo Nacional de México

El texto anterior fue publicado en 1924 con el título: *Antropología. ¿Qué es la antropología física y con qué objeto hay un Departamento de ese nombre en el Museo Nacional de Arqueología, Etnografía e Historia?*, por la imprenta del Museo Nacional, en el marco de la edición de cartillas de vulgarización.

Al provenir del investigador al que consideramos el padre fundador de la antropología física mexicana, el texto me servirá como guía para analizar algunos aspectos de la historia de la disciplina, como su propia definición, sus objetivos, sus técnicas, etcétera, con el fin de evaluar sus modificaciones respecto de esos parámetros a lo largo del tiempo. Se trata finalmente de un texto que refleja —es cierto, en un contexto de difusión— las ideas que sobre la disciplina existían en nuestro país en el primer cuarto del siglo pasado.

Por supuesto, sería injusto, pero también errado, sacar de su contexto las ideas del doctor León. Sin embargo, asimismo sería un error considerar sus ideas completamente validadas a más de 80 años de su enunciación. La ciencia se transforma, así como el contexto en el que los investigadores realizan su labor, y ese es precisamente el tema del presente trabajo.

En un artículo sobre el efecto de las posturas esencialistas en *Dos mil años de pensamiento taxonómico*, publicado por el filósofo de la biología, David Hull [1965], se proponía que algunas disciplinas pueden mostrar un rezago de acuerdo con el nivel de desarrollo de otras. Por ejemplo, la biología practicada en la década de los sesenta, según Hull, presentaba un atraso de 30 años en su estructura explicativa respecto de la física, y la taxonomía presentaba también un atraso, pero de varios cientos de años respecto de la propia biología.

No considero válida la comparación entre diferentes campos del saber, sin embargo, es posible hacerlo a lo largo de una misma disciplina, analizando sus diversas fases de desarrollo.

En ese sentido, los importantes trabajos de S. Washburn [1951] y S. Garn [1962] sobre las etapas subsiguientes a la antropología física clásica, que es de alguna manera la enunciada por León, me refiero a la Nueva Antropología Física y a la Más Nueva Antropología Física, las cuales permiten realizar un conjunto de reflexiones sobre la historia de la antropología física mexicana.

La fase de desarrollo a la que hemos dado en llamar antropología física clásica se origina en paralelo a la disciplina misma y es, en buena medida, heredera de los fundamentos de la historia natural, en el sentido de ser fundamentalmente descriptiva y clasificatoria. La enunciación de León respecto a que la antropología física se orienta principalmente a la descripción de la variabilidad humana con el objeto de conformar “razas, tribus, familias y grandes grupos de la humanidad” inscribe su visión en el seno de la antropología física clásica. Parecería que el único matiz posible es producto de que tal descripción se realice en “despojos esqueléticos” o en el “hombre vivo”.

Ante la imposibilidad de tratar a la antropología física contemporánea como un todo homogéneo, cualquier intento de generalización carecería de sentido, sin embargo, es notable la presencia de ambos fundamentos (descripción y clasificación) como los objetivos principales de gran cantidad de investigaciones contemporáneas de la antropología física mexicana.

Existen, por ejemplo, frecuentes investigaciones cuyo objetivo es describir y clasificar colecciones de cráneos procedentes de hospitales psiquiátricos e instituciones carcelarias, que toman a los cráneos como individuos procedentes de una población biológica, es decir, interfecunda. Dichos trabajos son claramente herederos de las investigaciones tipológicas de la frenología, la fisiognómica y la antropología criminal del siglo XIX y sus presupuestos y consecuencias siguen siendo peligrosos. Las preguntas de los autores de estos trabajos siguen enmarcándose en el contexto de la descripción y la clasificación.

Resulta preocupante que “después de realizar numerosos análisis” de un famoso cráneo precerámico el resultado sea, como me enteré en una reciente publicación de distribución masiva en nuestro país, que tiene “forma alargada” y nada más. Hablamos por cierto de uno de los cráneos más antiguos encontrados en México. No afirmo que ese dato carezca de interés pero resulta preocupante, además de que sea la única información obtenida, la radical falta de preguntas de investigación. No descarto la utilidad de la métrica como técnica que posibilita la obtención de determinada información, critico la utilización de ella como fundamento *a priori* de la investigación antropológica.

La lectura de la siguiente cita permite percibir la postura de ciertos sectores de historiadores de la ciencia sobre el papel de la antropometría utilizada como fin y no como medio. Procede del famoso libro de S. J. Gould (fallecido recientemente), *El pulgar del panda*, publicado originalmente en 1980. Se trata de un ensayo

denominado “El cerebro de las mujeres”, donde el autor realiza un conjunto de reflexiones sobre la antropometría en general y la craneometría en particular, utilizadas como estrategias de investigación que permitieron, durante el siglo XIX, la elaboración de taxonomías discriminatorias. Llama poderosamente la atención el carácter anacrónico atribuido por Gould a dicha técnica, postura que avalo sólo en el contexto de la antropología física contemporánea. Cito:

La antropometría o medición del cuerpo humano no está tan de moda como campo de estudios en nuestros días, pero dominó las ciencias humanas durante buena parte del siglo XIX y siguió siendo popular hasta que los *tests* de inteligencia reemplazaron a las mediciones craneanas como mecanismo favorito para realizar odiosas comparaciones entre las razas, las clases y los sexos. La craneometría o medición del cráneo era la disciplina que gozaba de mayor atención y respeto. Su líder incuestionado, Paul Broca (1824-1880), profesor de cirugía clínica de la Facultad de Medicina de París, reunió en torno suyo toda una escuela de discípulos e imitadores. Su trabajo, tan meticuloso y tan aparentemente irrefutable, ejerció gran influencia y ganó gran estima como joya de la ciencia decimonónica. El trabajo de Broca parecía ser particularmente invulnerable a toda refutación. ¿Acaso no había tomado sus medidas con el más escrupuloso cuidado? (Efectivamente así había sido. Tengo el más profundo respeto por la meticulosidad de los procedimientos de Broca. Sus cifras son justas. Pero la ciencia es un ejercicio de inferencias, no un catálogo de datos. Los números, por sí mismos, no especifican nada. Todo depende de lo que haga uno con ellos) [Gould 1980:161-162].

Regreso con el doctor León. El texto anteriormente citado procede de 1924, precisamente una década antes del surgimiento de la teoría sintética de la evolución, construida por autores como T. Dobzhansky, E. Mayr, G.G. Simpson, S. Wright, Haldane, Huxley y Fisher, entre otros, que amalgamaron áreas como la genética de poblaciones, la taxonomía, la paleontología y el darwinismo tradicional y que, aun con críticas, ha funcionado hasta nuestros días como la teoría dominante que permite entender el surgimiento y la fijación de la variabilidad en las poblaciones.

Fue precisamente su surgimiento y consolidación como teoría paradigmática lo que en 1951 motivó a S. Washburn a proponer un nuevo estadio de la disciplina, a la que denominó la nueva antropología física. Estoy de acuerdo con Comas [1957] cuando afirma que la distinción entre ambas etapas no es del

todo precisa. Su propuesta principal es, a su vez, la síntesis del neodarwinismo con la antropología física. Si la teoría sintética de la evolución era un área de conocimiento que permitía entender los mecanismos responsables del surgimiento y fijación de la variabilidad biológica, entonces se convertía en una herramienta indispensable para explicar y no sólo describir la variabilidad de las poblaciones humanas.

Sin embargo, en un estudio realizado en 1991 sobre el impacto de la teoría evolutiva en la antropología física mexicana, un grupo de colegas y yo llegamos a la conclusión [Arjona *et al.* 1997], a partir de un muestreo al azar de un total de 183 trabajos publicados por antropólogos físicos en México que aparecieron en revistas como los *Estudios de Antropología Biológica*, los *Anales del INAH*, los *Anales de la UNAM* y las tesis de grado que, con excepción de los trabajos sobre primatología y evolución, casi por definición deberían utilizar categorías de análisis propias del evolucionismo, el resto de las áreas no utilizaba dicha herramienta. El 87.5% de los trabajos osteológicos consultados (42) ni siquiera hacía referencia a categorías evolutivas como herramienta para analizar la variabilidad esquelética, 12% sólo hacía mención y .5% una mención operativa. En los trabajos somatológicos, la proporción fue la siguiente: 70% ninguna referencia, 21% mención y 7% mención operativa. En los estudios sobre genética y demografía, por motivos en parte obvios, la distribución fue la siguiente: 50% no mención, 40% mención y 10% mención operativa. Hay que subrayar que aproximadamente 50% de los trabajos consultados pertenecían a las áreas osteológica o somatológica.

Resulta interesante que la introducción del pensamiento evolucionista, en particular el de la síntesis moderna, representó mundialmente, si bien de un modo un tanto arbitrario, el nacimiento de una nueva etapa de la disciplina, mientras que en México funcionó como símbolo o bandera que ha permitido la identificación del gremio. ¿Sería acaso que la antropología física mexicana mantuvo su propio perfil y preocupaciones, conformando de esta manera una especie de escuela mexicana? Volveremos a ello más tarde.

Cabe subrayar en el texto de León [1924] el énfasis en la precisión en la toma de datos y en el “tecnicismo” necesario para llevar a cabo la investigación antropológica.

Tocante a ambas cosas se tienen recogidas numerosas notas y medidas que en circunstancias propicias se pondrán en manos del público, mediante su publicación [...]

Su colección de cráneos (calaveras), principalmente, y de los demás huesos del esqueleto humano es numerosa [...]

Ciencia como la Antropología Física y su complementaria la antropometría no puede condensarse con palabras vulgares, puesto que para abordarla con fruto es necesaria preparación científica y entender el valor de su tecnicismo [...]

Aunque fue hasta 1962 cuando S. Garn publicó su famoso trabajo donde anunciaba el surgimiento de una nueva etapa de la antropología física a la que denominó “La Más Nueva Antropología Física”, la preocupación por la introducción de técnicas cada vez más precisas, útiles para la obtención de datos, parece haber sido constante en la historia de la disciplina. En el caso del trabajo de Garn se hacía referencia al surgimiento de técnicas surgidas en el campo de la genética y la bioquímica. Recientemente observamos la introducción de las técnicas surgidas en la biología molecular, a partir de las cuales hablamos de la existencia de una antropología molecular.

En este caso, la antropología mexicana no se ha mantenido al margen. Desde sus inicios como disciplina, ha sido constante la preocupación por la obtención precisa de datos, desde la utilización de instrumentos para la medición del cuerpo y cráneo, como la introducción de escalas para caracterizar rasgos y la pigmentación de diferentes estructuras, pasando por la utilización de técnicas de valoración de características funcionales o incluso *tests* de inteligencia, hasta las técnicas actuales de valoración de secuencias de bases del DNA o secuenciación de aminoácidos en las proteínas.

Sin embargo, cabe la reflexión sobre si la sola inclusión de técnicas sofisticadas puede ser responsable por sí misma del surgimiento de nuevas etapas para la disciplina. Se afirma que los últimos 40 años de la antropología física mundial no se han caracterizado por reformulaciones de su cuerpo teórico, o de las preguntas formuladas por la disciplina respecto de la variabilidad física de las poblaciones humanas, sino sólo por la inclusión de las técnicas mencionadas. En palabras de Morin, la antropología física ha sido víctima de lo que el autor llama una “cuantofrenia antropológica” [Morin, 1984].

En todo caso, aunque tal vez sea prematuro evaluarlo ahora, el surgimiento de la antropología molecular sí representa la aparición de una nueva faceta de la antropología física mundial, no porque se planteen en todos los casos nuevas preguntas (en muchos casos sí se obtienen respuestas a las que no se podía acceder

mediante las técnicas tradicionales) sino por el ámbito o universo de variación biológica al que se tiene acceso.

La antropología física tradicional había abordado fundamentalmente a los fenotipos, entendidos como el producto de la interacción entre la biología y el medio ambiente. En este caso, el acceso es directo al genotipo, y eso marca, a mi juicio, una diferencia notable. Son famosas las discusiones entre los paleoantropólogos y los biólogos moleculares respecto del estatus taxonómico y las distancias biológicas entre los chimpancés actuales y los humanos contemporáneos. Se ha producido un verdadero diálogo de sordos que, dada la calidad de la información procedente de ambos discursos, es prácticamente irresoluble. El encuentro con el “otro” y el reconocimiento de sus semejanzas y diferencias, es completamente trastocado, dando origen a una especie de antropología de lo críptico que crea su propio espacio de existencia, sus propios parámetros de justificación y sus propios criterios de validación.

La antropología física mexicana puede no haber seguido las tendencias mundiales en todo momento, y ello no quiere decir necesariamente que tenga un rezago respecto de las disciplinas practicadas en otros países, existe también la posibilidad, y no es excluyente con la primera opción, que el motivo sea el intento de construir una variante local de la disciplina. El pretendido carácter biosocial de la antropología física y su inserción en el seno de la antropología general, tanto en la formación como en la práctica profesional, podrían ser factores que apoyan esta idea.

Tal vez este espacio no sea suficiente para dar cabal respuesta a tal cuestionamiento. Las constantes discusiones sobre la identidad biológica o social de la disciplina es otro factor por tomar en cuenta. Siempre es posible decidir no meterse en problemas y aceptar simplemente que la antropología física mexicana es aquella que practican los antropólogos físicos en México, aunque esta postura no resuelva el problema y solamente lo desplace. Una dificultad para dar respuesta a esta interrogante es la diversidad de la práctica antropofísica realizada en nuestro país.

Ahora quisiera analizar la utilización de algunas categorías intrínsecas a la práctica antropofísica y que representan el fundamento de nuestro quehacer. Se trata de categorías de utilización internacional y que considero deben ser analizadas.

Segunda parte

El conjunto de reflexiones que plantearé brevemente a continuación se refieren a algunos temas que considero han sido ejes o fundamentos teóricos utilizados por la disciplina a lo largo de su historia. Algunos de ellos tienen que ver con la

enunciación del objeto, otros con atributos de éste y algunos más con problemas metodológicos derivados de la forma como hemos definido a nuestro objeto. Se trata de categorías que vale la pena visitar, incluso de forma breve, pues constituyen, por así decirlo, la estructura conceptual de nuestra disciplina.

El cuerpo

Se afirma que la existencia del hombre es corporal y, debido a ello, el cuerpo es el eje de todo tipo de reflexiones que pretenden, en algunos casos, anclarlo a los tradicionales esquemas dualistas, o integrarlo a una entidad indisoluble a la que denominamos, no sin cierto escepticismo, individuo.

Con Vesalio y su *De humani corporis fabrica* (1543) se produjo una ruptura en la *episteme* occidental que replanteó la relación del hombre con su cuerpo e inauguró una tradición aún vigente, a la que Le Breton llama “el hombre anatomizado” [Le Breton, 1995]. Se trata de penetrar en lo más profundo del ser humano, fragmentarlo y reconocer en él un orden natural, ir más allá de la estructura visible, abstraer al individuo, disgregarlo y finalmente reintegrarlo a partir de la suma de sus fragmentos.

La mayoría de las definiciones de antropología física a lo largo de su historia involucran, explícita o tácitamente, al cuerpo como eje rector de la labor antropológica. Y es que el cuerpo en la antropología física ha sido el elemento fundamental en el reconocimiento de lo que nos hace humanos.

Paradójicamente, no encontramos en la Antropología Física un discurso explícito sobre él. Para su evaluación han jugado el papel de nociones paradigmáticas, un conjunto de teorías, métodos y técnicas, que en función del estado de desarrollo de la antropología, han funcionado ya no sólo como ejes analíticos sino como orientadores del quehacer de los antropólogos, en función de lo que se consideraba la labor fundamental de la ciencia en sus diferentes momentos históricos.

Si bien estas nociones paradigmáticas pervivieron, su función se modificó, constituyéndose en técnicas al servicio de nuevas herramientas teóricas, cuya función si bien involucraba a la descripción y clasificación, intentaba acceder al nivel de las explicaciones, que no era más que un intento de poner en manifiesto las relaciones causales de los hechos de la naturaleza.

Identifico cuatro etapas paradigmáticas en el estudio del cuerpo realizado por la antropología física a lo largo de su historia, se trata de etapas no excluyentes unas de otras, con orígenes diversos [Vera, 2002]:

1. Paradigma anatomofuncional.
2. Paradigma dimensioproporcional.
3. Paradigma biomecánico.
4. Paradigma morfogenético.

La variabilidad y las clasificaciones

El estudio de las semejanzas y diferencias de los seres humanos ha sido, a lo largo de su historia, el motivo de existencia de la antropología física, sin embargo, las diferencias se manifiestan en prácticamente todos los diferentes niveles organizativos y bajo esquemas estructurales distintos. Así, aunque nos referimos a distintas formas de variación, solemos denominarla indistintamente con los nombres diversidad, variabilidad, disparidad, etc. ¿Se trata sólo de diferentes nombres para un mismo fenómeno, y por lo tanto, sólo basta con el acuerdo de la comunidad respecto del contenido semántico de cada término? Creo que no, en ciencia, los nombres no son solamente parte de sistemas nomenclaturales, los nombres denotan conceptos, aun cuando sabemos que por otro lado permiten y facilitan la comunicación como una función alterna a la conceptual, de esa forma, la existencia de los diversos términos mencionados hacen referencia a los diferentes niveles organizativos en los que se manifiestan las diferencias, y por lo tanto su existencia es pertinente.

Por otro lado, la forma como normalmente describimos la variabilidad, respecto a su manifestación entendida en términos de continuidad o discontinuidad, requiere algunos comentarios breves referidos no a la forma como efectivamente se manifieste la variabilidad, sino a las causas a partir de las cuales las describimos de una u otra manera.

Una de las herramientas básicas para explicar los patrones de variabilidad ha sido la teoría evolutiva en sus diferentes vertientes, sin embargo, los antecedentes y el contexto en el que se generó el moderno evolucionismo se caracterizó desde sus inicios, si no por visiones deterministas del mundo, sí por esquemas gradualistas de cambio. Los mecanismos fundamentales responsables de la variación y fijación de caracteres en el esquema neodarwinista, son mecanismos que casi por definición excluyen la posibilidad de cambios de gran magnitud. De esta forma, al enfrentarnos a los diferentes patrones de variación, si la herramienta de análisis es el evolucionismo neodarwinista, describiremos dichos patrones como resultado de secuencias graduales de cambio, y una de sus implicaciones en el proceso de clasificación será el establecimiento de barreras artificiales entre los patrones de variación.

La variación clinal, al menos en nuestra especie, no parece ser la forma más común de expresión de la variabilidad, sobre todo tomando en cuenta las características del flujo génico, de los patrones de dispersión y de la dinámica reproductiva de las poblaciones contemporáneas.

Uno de los problemas tradicionales de las clasificaciones se refiere al reconocimiento de entidades a clasificar y su existencia en la realidad, más allá de ser, por supuesto, categorías de clasificación. La naturalidad de las clasificaciones ha sido a lo largo del pensamiento taxonómico un problema fundamental, la idea de que la categoría clasificatoria tenga un referente material y no sea sólo producto del imaginario del clasificador, ha servido como motor del desarrollo de la taxonomía, aun cuando fue hasta bien entrado el siglo xx que se establecieron claramente los parámetros que debía tener la clasificación para ser considerada natural: reproducción y genealogía.

El hecho de que la mayor parte de las categorías de clasificación utilizadas por los antropólogos no cumplan con los criterios mencionados no las invalidan, aunque no podemos entonces considerarlas como clasificaciones naturales, se trata de clasificaciones operativas que permiten, en el mejor de los casos, la comunicación, pero que en sí mismas son inútiles para establecer genealogías.

El concepto de especie biológica es claramente la excepción, aunque no su vertiente tipológica, que puede ser clasificada como artificial. En el mismo sentido, el concepto de raza, entendido tipológicamente sería artificial, a menos que se utilizara en su acepción de subespecie, entendida como población mendeliana.

El concepto de población presenta su propia problemática debido a que indistintamente ha sido utilizado como población mendeliana, es decir, como un grupo de individuos relacionados por procesos de interfecundidad; como un conjunto de individuos delimitado de otros por un descenso del flujo en la comunicación o incluso, como un mero agregado de individuos que excepcionalmente comparten relaciones de sincronía y simpatía.

Los conceptos de individuo tipo o población tipo, tan característicos de las escuelas biotipológicas, hacen énfasis en las relaciones morfológicas pero se trata fundamentalmente de clasificaciones que, aunque pueden ser funcionales porque posibilitan la comunicación y porque resaltan relaciones funcionales a partir de relaciones morfológicas, son artificiales en la medida que es el clasificador quien impone los atributos que han de ser evaluados, sin permitir éstos establecer relaciones de ancestría-descendencia.

El cambio

Empecemos por el concepto de cambio. Robert Nisbet lo define como una sucesión de diferencias en el tiempo en una entidad persistente [Nisbet, 1979].

Utilizando tres elementos básicos en la definición (diferencia, tiempo y entidad persistente) diferenciamos el cambio de lo que podría denominarse movimiento e interacción. Variedad, movimiento e interacción son propiedades universales de la vida, pero por sí solas ni en conjunto presuponen necesariamente cambio.

La observación, descripción y cuantificación de la diferencia o diferencias es sólo el principio de la toma de conciencia de cambio, no obstante, el mero agregado de diferencias no constituye un cambio, al menos en un horizonte sincrónico, aunque puedan suponerlo potencialmente en términos diacrónicos.

Para algunas corrientes de pensamiento parecería que es sólo la magnitud de cambio la que ocasiona los diferentes niveles de transformación de las entidades, por ejemplo, las manifestadas en nuestra especie. De esta forma, los procesos macroevolutivos no serían más que el resultado de la acumulación de variabilidad intraespecífica. Esta es, claro, sólo una posibilidad, la otra es aceptar que los diferentes niveles evolutivos son reales y no sólo formales, y que puede existir entre ellos algún tipo de desacoplamiento caracterizado por mecanismos y ritmos diferenciados. Esta segunda postura reconoce dos tipos de cambio:

1. El reajuste para mantener el equilibrio de un sistema.
2. El cambio de tipo como responsable de la transformación de un sistema en otro.

En el moderno evolucionismo quedan claramente diferenciados ambos tipos de cambio, aunque para algunos, en el fondo no sea más que una distinción formal: el reajuste representado por el proceso de adaptación y el segundo por la *especiación*.

En una visión como la anterior, lo que provoca el cambio de identidad no es sólo la magnitud del cambio vía la acumulación de pequeñas variables, sino el tipo de transformación. Al considerar la existencia real de ambos tipos de cambio, los mecanismos asociados son distintos, y son ellos los que confieren la diferencia a tal esquema: el reajuste se asocia normalmente a procesos deterministas, léase selección natural, mientras que los asociados al cambio de tipo están relacionados a factores vinculados con el indeterminismo, en el caso del evolucionismo, asociado a la deriva génica.

Como fácilmente podrá deducirse de lo dicho en el párrafo anterior, una discusión seria sobre la interacción de los niveles microevolutivos y macroevolutivos involucra necesariamente una discusión sobre los parámetros de análisis derivados del reconocimiento de la realidad de los diferentes niveles de organización y de las jerarquías evolutivas.

Parecería trivial afirmar que el cambio es inseparable de la dimensión temporal, es de hecho por el transcurrir del tiempo que las diferencias pueden ser entendidas como cambio.

Sin embargo, no es del todo claro cómo esta variación tipológica puede vincularse con el tiempo, más allá de ser, por supuesto, el escenario del cambio. Es decir, cómo se debe interpretar las sucesiones temporales como resultado de un proceso donde el tiempo es parte de los factores responsables del cambio. Por otro lado, existen demasiadas incógnitas referidas a los “órdenes temporales discontinuos”.

Aunque el fenómeno humano se encuentra en constante transformación, no es posible entender cabalmente los mecanismos responsables del cambio si no entendemos a la par los mecanismos de fijación y persistencia que provocan en nuestra especie una constante estabilidad modificada. Y no se trata sólo de que el sistema de transmisión de información genética involucre a la vez mecanismos de continuidad y mecanismos para la transformación. En otras palabras: ¿cómo entender que los sistemas generen a la vez mecanismos para mantener la estabilidad y mecanismos promotores del cambio?

Parece paradójico que en el fenómeno humano coexistan fuerzas que podemos calificar como conservadoras y transformadoras. El papel de estas últimas se ha comentado ya, sin embargo, queda pendiente abordar lo que Nisbet llama “la naturaleza de la persistencia” y que de nuevo, paradójicamente, halla su respuesta en los mecanismos de transformación.

Aun admitiendo que en casi cualquier momento se produzcan cambios macro y micro en las poblaciones humanas, de ello no se deduce necesariamente que todos los niveles de organización del fenómeno humano se encuentren en proceso de cambio, y tampoco que esa dinámica de cambio haya sido constante a lo largo del proceso que provocó nuestro surgimiento. De hecho, podemos afirmar que esas constantes transformaciones son compatibles con cierto “conservadurismo” manifiesto en los sistemas biológicos.

Resulta claro que una vez que se ha logrado un cierto éxito en la adaptación, y no me refiero solamente a la adaptación biológica, se desarrollen a la vez impulsos,

mecanismos y estrategias cuya finalidad sea mantener o aumentar esa adaptación. En sentido estricto tendríamos que calificar a esos impulsos, mecanismos y estrategias como factores conservadores, sin embargo, tal postura anularía o minimizaría la importancia de los factores de cambio que propiciaron la adaptación original.

Debemos entender que cada adaptación, entendida como la solución a un problema determinado, posibilita a su vez a la entidad adaptada la exploración de nuevas posibilidades de solución, con lo cual pluraliza y magnifica su efecto. No es casual entonces que las rutas posibles (adaptativas) de cambio estén restringidas a sólo algunas posibilidades, particularmente cuando hablamos de estrategias evolutivas especialistas.

Una vez que los sistemas biológicos existen, habiendo desarrollado para ello determinadas estrategias adaptativas, tienden a continuar existiendo en razón de la utilidad de dichas estrategias que, eventualmente pueden cumplir funciones para las cuales no estaban seleccionadas originalmente, idea que podría sugerir procesos preadaptativos y que, sin embargo, ha sido calificada como exaptación, por desear el componente ortogenético presente en la preadaptación.

Es entonces la utilidad o funcionalidad de un rasgo adaptativo, la responsable del mantenimiento de dicho rasgo a lo largo del tiempo y del desarrollo de estrategias para su perpetuación.

Lo anterior no invalida que, a la vez que se generan estrategias para mantener una cierta eficacia en la solución de problemas que plantea el medio ambiente, se generen también, como rutas de exploración, mecanismos de cambio que posibiliten la invasión de nuevos territorios y nichos funcionales. Sólo entendiendo la estabilidad implícita en las estrategias adaptativas involucrada en los procesos de cambio es que podremos dar significación real a este último.

Tercera parte

Quiero concluir este trabajo con un conjunto de reflexiones breves derivadas de amenas charlas realizadas en el Seminario de Historia, Filosofía y Sociología de la Antropología Mexicana, en particular de lo que Carlos García Mora llamó en una ocasión, “las deudas de la antropología física con la antropología mexicana”.

No estoy seguro si la palabra “deuda” es adecuada, podríamos sustituirla por la más eufemística frase de “tareas pendientes de la antropología física mexicana”. Podríamos agrupar a éstas en dos grandes bloques: tareas epistemológicas y tareas de compromiso social de la disciplina.

El primero se refiere a la serie de responsabilidades epistémicas contraídas a partir de la forma en como hemos enunciado a nuestro objeto, y de los métodos derivados de esa enunciación. Las bases para su discusión están esbozadas en el apartado anterior.

Mencionaré brevemente algunas de las tareas derivadas de la práctica antropológica y sus compromisos sociales.

Llama la atención que ya en 1924, el doctor León dijera que:

Toda información científica y aun de simple curiosidad, la proporcionarán el profesor y su ayudante, a todo el que la solicite, teniendo en ello verdadera complacencia por ser ésta la mejor manera de excitar el interés por esta disciplina científica que tanto se echa de menos en el cuadro de la cultura nacional...

Me pregunto si el panorama que describe el doctor León es aún vigente. En cualquier caso es también nuestra responsabilidad ocuparnos de ello, a partir de estrategias de divulgación de nuestro quehacer.

Hay que hacer notar que en el libro mencionado al inicio de este trabajo, *Cien años de Antropología Física en México*, dos autores eran los responsables de aproximadamente 10% de la producción antropológica nacional a lo largo de sus primeros cien años de existencia: Juan Comas y Santiago Genovés.

Por último, creo que hay temas que demandan una mayor atención por parte de la comunidad antropológica mexicana. Pienso particularmente en los estudios sobre prehistoria de México y recibo con agrado los intentos realizados recientemente en esa línea. Al mismo tiempo, echo de menos estudios que centren su atención en la discriminación que encuentra sus ámbitos de justificación en las diferencias corporales: estudios de género y racismo en México.

Creo, por ejemplo, que el papel del antropólogo físico no puede reducirse a un pronunciamiento sobre la arbitrariedad del uso de la categoría de “raza”, pues resulta ingenuo el pensar que la eliminación de dicha categoría suprima a su vez una práctica que, como el racismo, desborda claramente el ámbito clasificatorio. Considero que la estructura de la disciplina permite el abordaje de ese tema que, las más de las veces, negamos o sólo hablamos de él en el plano de lo privado, como si de un tabú se tratara, pues sentimos que toca fibras muy sensibles de nuestra identidad como mexicanos. Es importante investigar los matices de cómo se expresa en México esta práctica social. La evidente correlación entre fenotipo y

clase social que se da en nuestro país no sólo amerita sino reclama ser investigada de un modo serio y responsable que seguramente dará a nuestra disciplina eso que al parecer anhelaba el doctor León: presencia en el cuadro de la cultura nacional.

Bibliografía

Arjona, P. et al.

1997 “La teoría evolutiva y la antropología física en México”, en *Estudios de Antropología Biológica*, vol. VI, México, pp. 21-37.

Comas, J.

1957 *Manual de antropología física*, México, FCE.

Garn, S.

1962 *The Newer Physical Anthropology. American Anthropologist*, vol. 64, núm. 5, Parte 1, pp. 917-918.

Gould, S. J.

1990 *El pulgar del panda*, España, Muy Interesante.

Hull, D.

1965 *The Effect of Essentialism on Taxonomy. Two thousand years of stasis. The British Journal for the Philosophy of Science*, vol. XV y XVI, núm. 60 y 61.

Le Breton, D.

1995 *Antropología del cuerpo y modernidad*, Argentina, Nueva Visión.

León, N.

1890 “Anomalías y mutilaciones étnicas del sistema dentario entre los tarascos precolombinos”, en *Anales del Museo Michoacano*, México, núm. 3, pp. 168-173.

1924 *Antropología. ¿Qué es la Antropología Física y con qué objeto hay un Departamento de ese nombre en el Museo Nacional de Arqueología, Etnografía e Historia?*, México, Cartillas de Vulgarización del Museo Nacional de México, Imprenta del Museo Nacional.

Mayr, E.

1998 “¿Cómo escribir historia de la biología?”, en Martínez, S. y A. Barahona (comps.), *Historia y explicación en Biología*, México, Ediciones Científicas Universitarias-UNAM-FCE.

Morin, E.

1984 *Ciencia con conciencia*, España, Anthropos.

Nisbet, R.

1979 “El problema del cambio social”, en R. Nisbet et al., *Cambio Social*, España, Alianza.

Vera, J. L.

2002 *Las andanzas del caballero inexistente. Reflexiones en torno al cuerpo y la antropología física*, México, CEPFSLT.

Villanueva, M.; C. Serrano, y J. L. Vera

1999 *Cien años de antropología física en México. Inventario bibliográfico*, México, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM.

Washburn, S.

1951 *The New Physical Anthropology. Transactions of the New York Academy of Sciences*, serie II, vol. 13, núm. 7, pp. 298-30.

II. Antropología física y evolución

1. Los primates no humanos en el espejo del antropólogo físico

Pilar Chiappa

Introducción

¿Quiénes somos, de dónde venimos, a dónde vamos? Estas son algunas de las preguntas que refieren a una concepción de lo humano, un asunto que ha perturbado a los pensadores desde tiempos remotos. Todos aquellos que han intentado precisar los límites que nos distinguen del entorno han propuesto alguna característica que, en su juicio, nos hace únicos. Tan sólo en la tradición occidental es posible hacer un recorrido para conocer las diversas propuestas que se han hecho para anclar nuestra identidad, por ejemplo, en relación con las bestias. De este modo aparecen la virtud, la razón, la ética, la política, la religión, el mito, el símbolo, el lenguaje. O, tal vez, la compasión y los celos; más aún, la amistad, el erotismo o la personalidad.

En paralelo a los cambios que ha sufrido la concepción de lo humano en el pensamiento occidental, se fueron sucediendo ciertas transformaciones en las formas de abordar los problemas, con lo cual se fue configurando el mundo que vivimos actualmente, donde las actividades están altamente diversificadas. De

esta manera, en algunos campos del conocimiento se dejaron implícitas aquellas preguntas pero en otros quedó abierta la posibilidad de intentar responderlas de manera explícita.

Así, algunas ciencias cultivaron con ahínco la comparación con otros entes. Bajo el amparo de argumentos discutibles, esta tarea se ha ido concentrando. Actualmente, este proceso de comparación científica prácticamente ha descartado lo inerte y ha dejado de lado lo vegetal, pero todavía borbotea con lo animal, sobre todo con lo primate. Estos estudios comparativos entre primates y humanos han estado ligados a las técnicas disponibles y hoy en día forman un cúmulo de datos, gigantesco en todos los sentidos, que comprende desde la fusión del hueso intermaxilar de Camper hasta los porcentajes de genes compartidos.

Cuando un antropólogo físico enfoca algún tema de la evolución humana, como la evolución del sistema digestivo, la evolución del sistema locomotor o la evolución del sistema cognitivo, entre otros, el resto de las especies de seres vivos le son útiles porque las usa como puntos de comparación para lograr inferencias más certeras, pero entre todas las especies de seres vivos que habitan el planeta los primates tienen una utilidad particular porque el antropólogo físico puede establecer diversos aspectos de filogenia compartida que le permiten precisar aún más dichas inferencias.

Este texto es una reseña de algunas miradas que han contribuido a delinear nuestra imagen en el último recodo del espejo animal que usamos para reconocernos y formalmente se constituye alrededor de las siguientes preguntas: 1) ¿qué es un primate y qué primates hay? (una presentación de los primates, en la cual se describen someramente los rasgos generales de los primates vivos y su clasificación taxonómica); 2) ¿qué es la primatología? (una introducción a los estudios de primatología en campo y en laboratorio, donde, por motivos de espacio, aludo sobre todo a los enfoques que intentaron contornear nuestra figura con respecto a los chimpancés, ya que su imagen nos ha provocado de manera particular en todos los sentidos —anatómico, epistémico, genético, moral, etcétera).

La filogenia de los primates

Antes que primates

La descripción meticulosa de los rasgos de los seres vivos en diversas materias, tales como la morfología, la fisiología y la paleontología, posibilita hacer múltiples comparaciones, las cuales a su vez pueden usarse para diversos fines. De este modo,

se pueden buscar las características necesarias para diferenciar a los procesos de lo vivo de aquellos de lo inerte, para agrupar a los seres vivos incluso estableciendo relaciones ancestrales entre organismos aparentemente distintos, y así inferir la presencia de un rasgo en organismos extintos o hasta para hacer algunas predicciones que puedan ser sometidas a prueba acerca del efecto de ciertos factores sobre los procesos biológicos.

Estas comparaciones sostienen una serie de principios que actualmente subyacen a cualquier investigación sobre un ser vivo, por ejemplo, 1) que los seres vivos son sistemas capaces de generar una operación constitutiva espacio-temporalmente delimitada y de originar sistemas similares a partir del intercambio de materia y energía con su entorno; 2) que la gran diversidad de seres vivos que hay actualmente tiene un origen común; 3) que el origen de estos sistemas tuvo lugar hace varios miles de millones de años, cuando nuestro planeta tenía ciertas condiciones físico-químicas particulares; 4) que se pueden remontar las líneas ancestrales a través de la identificación de las características operativas, por tanto constitutivas, que se han mantenido, modificado o adquirido en los descendientes respecto a aquéllas de los ancestros; o tal vez, 5) que se pueden identificar los factores de cambio en las características de los seres vivos.

Hoy en día, tales estudios permiten afirmar que un primate es un ser vivo, eucarionte, animal, metazoo, eumetazoo, eucelomado, bilateral, deuterostomo, cordado, craneado, vertebrado, homeotermo, mamífero, euterio, primate... Más allá de la dificultad implícita en los términos científicos, el avance en la lectura de esta lista aumenta la precisión de las particularidades de un primate. Por ejemplo, “eucarionte” (cuya célula tiene núcleo y organelos definidos por membrana) lo distingue de un alga verdiazul y de una bacteria; asimismo, “homeotermo” (que mantiene la temperatura corporal en cierto rango, independientemente de la temperatura exterior) lo distingue de un reptil. Por otra parte, la lectura de derecha a izquierda permite una agrupación creciente, por ejemplo, “homeotermo” lo agrupa, entre otros, no sólo con un murciélago y un ornitorrinco, sino también con un avestruz.

Al fin primates

El origen filogenético del orden Primates, en relación con otros órdenes de mamíferos, no está claro. Algunos investigadores consideran que los ancestros de los primates son los plesiadapiformes, un grupo de fósiles de animales pequeños, con

incisivos largos, hocico prominente, cavidad nasal grande y órbitas oculares laterales, articulaciones del codo y la rodilla que indican gran movilidad y estructura del oído interno parecida a la de los primates actuales, que vivieron hace unos 65 millones de años.

En todo caso, los primates tienen muchas características que los diferencian de otros grupos de mamíferos, como antebrazo giratorio, dos pezones, una sola cría por gestación (salvo alguna excepción), pene colgante en los machos (rasgo que sólo comparten con osos y murciélagos), uñas planas (por lo menos una), cojinetes sensitivos en el interior de los dedos, huellas dactilares, cinco dedos (o sus reminiscencias), la mayoría con el pulgar oponible tanto en las manos como en los pies. Además, los primates se pueden considerar animales tropicales, ya que la mayoría vive en la franja subtropical alrededor del mundo. Para obtener más detalles de éstas y otras características, se pueden consultar diversos libros especializados, como algunos referidos en la bibliografía de este capítulo: Fleagle [1999], Ember *et al.* [2004].

Sin embargo, este texto resalta sobre todo las características del cerebro de los primates, el cual se distingue de otros mamíferos terrestres porque es más grande en relación con el tamaño del cuerpo. La elección de esta característica está relacionada con la antropología primatológica, ya que en zoología, el tamaño del cerebro generalmente se relaciona con la velocidad del desarrollo, la longevidad y con diversas facetas del comportamiento; a mayor cerebro suele haber una maduración más lenta, un periodo de juego y aprendizaje, una vida más larga y, sobre todo, mayor comportamiento social.

El cerebro de los primates no sólo es más grande en su conjunto sino que además ha sufrido una serie de diferenciaciones relativas a las formas ancestrales o primitivas de los mamíferos en ciertas estructuras. Por ejemplo, 1) el aumento del cerebelo, el cual está relacionado principalmente con la coordinación motora; 2) el aumento de los hemisferios cerebrales; los cuales están involucrados en los movimientos voluntarios, el reconocimiento de las sensaciones, la integración de los sentidos y las funciones mentales, como la memoria, el pensamiento y la interpretación; 3) el aumento del área cerebral dedicada a la visión y su capacidad estereoscópica y, finalmente, 4) la disminución del área dedicada al olfato.

Muchos animales nacen inmaduros en algunos de sus rasgos, lo cual imposibilita que realicen por sí solos algunas funciones de interacción con su am-

biente, como las aves que nacen sin poder volar. Esta condición de altricialidad implica una dependencia de otros individuos para el establecimiento de algunas de las interacciones que satisfagan sus necesidades. Los mamíferos en general nacen con más rasgos altriciales en comparación con otras clases de animales, como los reptiles. Si bien no se puede afirmar llanamente que los primates se distinguen de otros mamíferos por ser más altriciales, se pueden destacar algunos aspectos de la altricialidad primate, como su larga duración en proporción a la duración de su vida, una gran cantidad de rasgos altriciales y el desfase ontogenético los periodos de altricialidad de éstos. Específicamente, entre los primates no humanos hay algunos que tienen una esperanza de vida de más de 40 años, de los cuales dependen de su madre hasta los ocho años, aunque sólo lacten durante uno.

Siendo primates

La evolución de los primates ha ocurrido casi en su totalidad durante la era Cenozoica (la era de los mamíferos) en los últimos 65 millones de años. En una escala de tiempo evolutivo los primates son un fenómeno reciente en comparación con otras formas de vida, ya que hay animales que han existido sobre la tierra por más de 600 millones de años o en los mamíferos que tienen por lo menos 200 millones. Por ejemplo, el equidna, que se originó en el Triásico hace unos 225 millones de años, o como los tiburones cuyos orígenes se remontan hace unos 350 millones, durante el Devónico.

A pesar de todas las características que tienen en común, los primates vivos muestran adaptaciones muy diversas. Por ejemplo, la estructura de las manos y de los pies de los primates varía en las diferentes especies: la mano del mono araña, que es braquiador, no tiene un pulgar aparente; igualmente los gibones, que son arbóreos, tienen un pulgar oponible corto; los tamarinos, que rascan los árboles para alimentarse, tienen algunos dígitos con garras.

Naturalmente, es necesario clasificar tanta diversidad, aunque ello implique asumir ciertas constricciones (Cuadro 1).

En este texto se utiliza un lenguaje que tal vez no sea familiar para el lector, por ello, se presenta un cuadro de la jerga primatológica (Cuadro 3) que tiene como punto de referencia la nomenclatura taxonómica (Cuadro 2). Está claro que si el lector está más acostumbrado a estos términos podría obviar ambos cuadros.

Cuadro 1

Existen diversas formas de clasificación. Ninguna es mejor o peor que otra, simplemente, cada cual satisface ciertas necesidades. Por ejemplo, existen clasificaciones parafiléticas y monofiléticas. Una clasificación parafilética del orden Primates podría establecer una primera división en dos subórdenes, *Prosimii* y *Anthropoidea*, incluyendo a los tarseros en el suborden de los prosimios. Otra clasificación parafilética en el orden primates agruparía a los orangutanes, gorilas y chimpancés en la familia *Pongidae* e incluiría a los humanos en la familia *Hominidae*. En comparación, una clasificación monofilética del mismo orden sería aquella que estableciera una primera división entre los *Strepsirrhini* y los *Haplorrhini*, incluyendo a los tarseros, junto con los antropoideos, entre estos últimos. Asimismo, otra agrupación monofilética reconocería mayor parentesco entre gorilas, chimpancés y humanos que entre orangutanes, gorilas y chimpancés. La primera forma de clasificar, si bien tiene un carácter cualitativo, permite establecer ciertas diferencias adaptativas entre los grupos, como la radiación geográfica de los antropoideos fuera de Madagascar o las notables diferencias entre los humanos y otros simios. En cambio, la forma monofilética destaca las relaciones filogenéticas entre los grupos, lo cual permite dirigir de forma más precisa las investigaciones acerca de la evolución de los grupos involucrados.

Durante mucho tiempo ha habido controversia alrededor del uso de las diversas formas de clasificación. Actualmente se prefieren las formas monofiléticas, como el caso del reciente *Node Pointing System*, que es una forma para codificar los cambios filogenéticos o nodos en la nomenclatura. En ésta, por ejemplo, *Macaca fuscata* podría ser *fuscata-Macaca-Papionini-Cercopithecinae-Cercopithecidae-Cercopithecoidea-Catarrhini-Simiformes-Haplorrhini-Primates* [Queiroz y Gautier, 1992; v. Groves, 2004].

Introducción a las formas de clasificación.

Cuadro 2

La taxonomía clasifica a los organismos en un sistema jerárquico que los ubica en categorías de inclusión sucesiva o rangos (los organismos se agrupan en especies, las especies en géneros, los géneros en familias, etcétera, por lo cual, un organismo sólo puede pertenecer a una especie, un género, una familia y así sucesivamente). Cualquier grupo de organismos en cualquier rango taxonómico se llama taxon (taxa en plural).

Cuadro 2 (continuación)

Los taxa principales son Reino, Phylum, Clase, Orden, Familia, Género y Especie; aunque también existen subcategorías, como subclase, infraclase, superorden, suborden, cohorte o tribu. De este modo, por ejemplo, se podría clasificar a un ser humano de la siguiente manera:

Reino	Animalia
Phylum	Chordata
Suphylum	Vertebrata
Clase	Mammalia
Subclase	Eutheria
Orden	Primates
Suborden	Anthropoidea
Familia	Hominidae
Subfamilia	Hominae
Género	Homo
Especie	<i>Homo sapiens</i>
Subespecie	<i>Homo sapiens sapiens</i>

La nomenclatura taxonómica, o forma de nombrar en taxonomía, tiene terminaciones estandarizadas en los rangos familiares. Por ejemplo,

Superfamilia:	-oidea
Familia:	-idae
Subfamilia:	-inae
Tribu:	-ini
Subtribu:	-ina

De este modo, los nombres de los rangos familiares se forman a partir del “principio de coordinación”, el cual consiste en considerar, a menudo arbitrariamente, como típico a uno de los taxa que lo componen y agregar la terminación correspondiente. Por ejemplo, Hominidae, Cercopithecidae, Cebidae, Lemuridae. Los nombres de un género suelen ser sustantivos latinizados en singular y se escriben en itálicas o subrayadas, por ejemplo, *Homo*, *Cercopithecus*, *Cebus* o *Lemur*.

El nombre de una especie consiste en el nombre genérico y otra palabra, el nombre específico, el cual suele ser un adjetivo y también se escribe en itálicas o

Cuadro 2 (continuación)

subrayado: *Homo sapiens*, *Cercopithecus neglectus* o *Cercopithecus diana*. Para obtener mayor precisión en la formación de nombres es recomendable consultar el *Código internacional de la nomenclatura zoológica*.

Introducción a la nomenclatura científica (a partir de Groves [2004]).

Cuadro 3

Los primatólogos se sienten incómodos usando la nomenclatura científica para comunicarse coloquialmente, pero a la vez sienten la necesidad de usar un lenguaje que les permita cierto grado de distinción entre los grupos de primates. Por ello, usan una jerga propia. En esta jerga primatológica se usan algunas palabras que provienen del lenguaje común, como mico, mono, macaco, simio e, incluso, chango, pero éstas no tienen la sinonimia habitual ya que hacen referencia a un nivel jerárquico de la taxonomía. Además, en la jerga primatológica también se usan palabras que provienen de los vocablos científicos, pero éstas toman diversas formas según la lengua del primatólogo. Por ejemplo los primatólogos hispanoparlantes usan las palabras españolizadas cercopitécido y cercopitecino para referir a los primates de la familia *Cercopithecidae* y de la subfamilia *cercopithecinae* respectivamente. A continuación se esboza un glosario que puede servir para entender la forma en que se estructura esta jerga:

Prosimio: primate del infraorden Lemuriformes; son prosimios los índridos, los lémures, los gálagos, los lorises, etcétera.

Tarsero: primate del infraorden Tarsiiformes.

Mono: primate de las superfamilias *Ceboidea* y *Cercopithecoidea* o primate antropoideo con cola.

Mono americano o mono del nuevo mundo: primate de la superfamilia *Ceboidea* o del infraorden *Platyrrhini*; son monos americanos los primates de la familia *Cebidae* y *Atelidae*, como el mono araña, el mono ardilla, los titíes, los monos aulladores o saraguatos, etcétera.

Mono del viejo mundo: primate de la superfamilia *Cercopithecoidea* o de la familia *Cercopithicidae*; son monos del viejo mundo los papiones, los mandriles, los colobos, los macacos, etcétera.

Mono asiático: primate antropoideo *cercopitecoideo* o *cercopitecido* (mono del viejo mundo) originario de una región asiática, como los macacos cola de muñón.

Cuadro 3 (continuación)

Mono africano: primate antropoideo *cercopitecoideo* (mono del viejo mundo) originario del continente africano, como el colobo rojo.

Simio: primate de las familias *Hylobatidae* y *Pongidae* o primate antropoideo sin cola; son simios los gibones, los orangutanes, los gorilas y los chimpancés.

Gran simio: primate de la familia *Pongidae*, un simio que no es gibón; son grandes simios los orangutanes, gorilas y chimpancés.

Introducción a la nomenclatura coloquial (a partir de Paleofreak [2004]).

Asimismo, con fines puramente referenciales, en este texto se utiliza una clasificación taxonómica relativamente reciente (véase la sección izquierda de la Figura 1); sin embargo, dado que esta clasificación no expresa fielmente los resultados de los análisis moleculares en cuanto a las relaciones ancestrales entre los grupos de primates, se ha esbozado un diagrama para una escala temporal de las mismas (véase la sección derecha de la Figura 1).

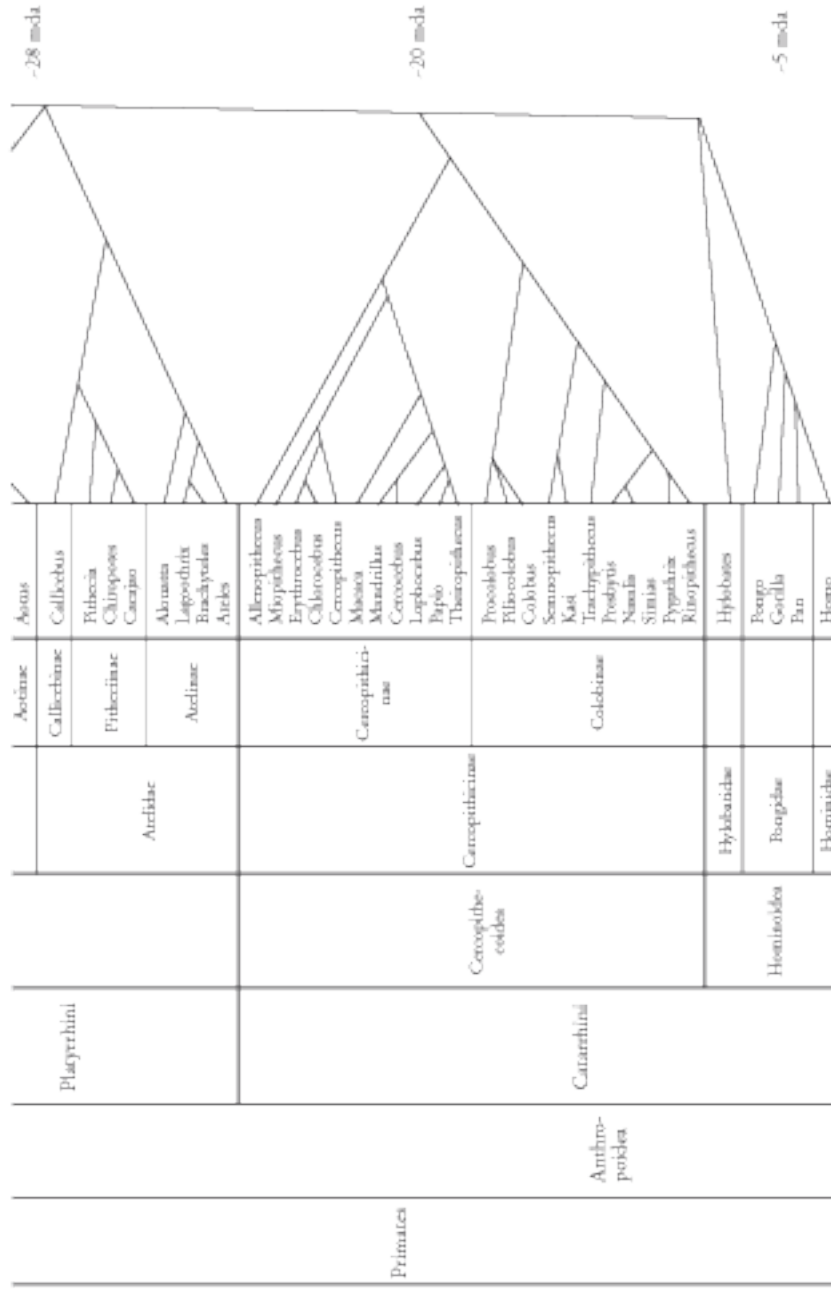
Aparte de las especies extintas que se conocen, los primates suelen ser agrupados en 237 especies; las cuales, a su vez, pertenecen a los 67 géneros, 14 familias, seis superfamilias y dos subórdenes que aparecen en la Figura 1.

El estudio de los primates

Hoy en día, la primatología engloba un conjunto disciplinariamente diverso de estudios sobre los primates. Esto se puede constatar echando un vistazo a las revistas de primatología,¹ las reuniones de las diversas sociedades primatológicas alrededor del mundo y los libros especializados, ya que ahí se reportan investigaciones antropológicas, biológicas, psicológicas y sociológicas que, con diferentes técnicas y, tanto en campo como en laboratorio, enfocan una gama muy amplia de temas, como los de evolución, taxonomía, anatomía, genética, conducta, conservación o medicina. De alguna manera, todo aquel que estudie a un primate es un primatólogo (Cuadro 4).

Este texto intenta enfocar los estudios primatológicos que competen a los antropólogos, aún así el campo de investigación sigue siendo demasiado vasto y resulta difícil abarcarlo con cierto grado de profundidad. Por ello, he elegido

1. Por ejemplo, *American Journal of Primatology*, *Folia Primatologica*, *International Journal of Primatology*, *Journal of Medical Primatology*, *Neotropical Primates*, *Primate Conservation*, *Primates*, *Primates Report* o *Primatologie*.



Taxonomía y relaciones filogenéticas de los primates (modificado a partir de Fleagle [1999:6-7]).

Cuadro 4

Al igual que sucede con el resto de las personas, los primatólogos imprimen una visión propia en su quehacer. Muchos autores han destacado los sesgos de esta disciplina debidos al sexo y a la nacionalidad de la persona que los lleva a cabo (véase, por ejemplo, de Waal [2003] y Fedigan [1992]). En los estudios primatológicos se pueden distinguir estos sesgos. Por ejemplo, en la primatología de los años 50 y principios de los 60 del siglo xx, el principal objeto de estudio fueron las relaciones de dominancia entre los machos y es difícil encontrar alguna referencia al desempeño social de las hembras más allá de la crianza; sin embargo, en las últimas dos décadas de ese mismo siglo, las feministas empezaron a publicar sus estudios y mostraron otra visión acerca del desempeño de las hembras en los grupos de primates.

La primatología y los primatólogos.

solamente relatar concisamente 1) el fundamento que subyace a los estudios de la evolución de la conducta y 2) los estudios de las conductas que afectan directamente a la antropología que se hayan realizado en chimpancés.

La evolución del comportamiento

Los estudios acerca de la evolución del comportamiento están encaminados por dos niveles explicativos: el de la causalidad última y el de la causalidad próxima. Referiré brevemente el nivel de causalidad última, el cual comprende a los análisis filogenético y adaptativo.

El análisis filogenético busca identificar la sucesión de los cambios que han devenido en un sistema funcional, es decir, se trata de inferir los orígenes y la ruta de la evolución. Los procesos filogenéticos imprimen una inercia sobre otros niveles causales, de manera análoga en que la utilización de la madera de una silla en la fabricación de una mesa determinaría en cierto grado las características del nuevo objeto.

Los cambios filogenéticos se registran sobre una escala de tiempo geológico. En esta escala, es difícil aislar el comportamiento de los organismos, por lo que el análisis filogenético de la conducta se dirige hacia grupos de organismos que comparten ancestros y la inferencia se obtiene a partir de la comparación entre estos grupos. Uno de los enfoques posibles inicia con la obtención de un diagrama que refleje las relaciones ancestrales y la distinción entre las características derivadas y primitivas, para luego sobreponer la evidencia de los procesos conductuales que se

obtiene a partir del estudio de los diferentes grupos. Naturalmente, una inferencia adquiere mayor certeza si diferentes tipos de evidencia convergen hacia el mismo punto de origen. Por ejemplo, si el aprendizaje por imitación está presente en humanos y en simios, es posible inferir que los homínidos tenían esta facultad.

En un segundo nivel de causalidad última se busca identificar una relación entre los cambios del entorno y de los organismos. Generalmente, esta relación se concibe como el resultado de un proceso de selección duradero, en términos de la interacción del sistema orgánico y el entorno. En otras palabras, este nivel de análisis intenta dilucidar en qué dimensión ambiental un sistema conductual confirió ventajas selectivas a los organismos durante generaciones. Es importante notar que los grupos de organismos filogenéticamente distantes pueden entablar relaciones con la misma dimensión ambiental y enfrentarlas de manera similar; de este modo, la inferencia adaptativa se obtiene de la comparación de la conducta entre diferentes grupos de organismos que interactúan con entornos similares, así como entre grupos de organismos filogenéticamente cercanos que interactúan con entornos diferentes.

El primer paso para el análisis adaptativo está dado por los resultados del análisis filogenético y refiere a las tendencias esperadas en relación con las formas ancestrales. Por ejemplo, entre los primates el tamaño del cerebro en función del tamaño del cuerpo rebasa la tendencia de esta proporción que se observa entre los mamíferos, con lo que se infiere que entre los primates ha habido una presión de selección sobre el tamaño del cerebro. Luego se busca un grupo de organismos filogenéticamente distante en el que haya una alteración similar. Siguiendo el ejemplo del tamaño del cerebro, este grupo podría ser el de los delfines. Luego se busca una dimensión de interacción similar entre ambos grupos.

La inferencia sobre la función del tamaño del cerebro es un punto que ocupa a muchos investigadores de diferentes campos del conocimiento. Hasta ahora han propuesto dos hipótesis. Una, conocida como la inteligencia de forrajeo, que establece una relación entre los cambios estacionales en la disponibilidad de alimento y las capacidades cognitivas involucradas con la planeación de rutas de forrajeo eficiente. La otra hipótesis, conocida como de la inteligencia social, relaciona la competencia y la cooperación que enfrentan los organismos que viven en grupo con la capacidad cognoscitiva involucrada en su balance. Ambas hipótesis desembocan en predicciones precisas acerca del comportamiento y, aunque ambas tienen evidencia a favor, la hipótesis de la inteligencia

social ha tenido más seguidores (para una explicación más profunda véase Boyd y Silk [2001]).

Los estudios sobre chimpancés

El conocimiento de la existencia de los chimpancés en el mundo occidental es relativamente reciente: apenas alcanza dos milenios y medio de antigüedad. Los primeros indicios están constituidos por las imágenes de dos vasijas griegas y por las menciones en las obras de los exploradores. Por ejemplo, en el *Periplus Hannonis* (alrededor del 470 aC) se describe la cacería de una chimpancé que pertenecía a un grupo de “[...] salvajes, [...] en su mayoría hembras de cuerpo rugoso y peludo”. Sin embargo, el tratamiento de los chimpancés en el discurso del conocimiento formal inicia, aunque de manera indirecta, durante el siglo XVII. Por ejemplo, en los estudios de los anatomistas (como Aldrovandi en 1637 citado en Giacobini y Giraudi [1986]) aparecen descripciones e ilustraciones que se formularon a partir de los relatos de los viajeros; incluso la primera edición del *Sistema naturae* de Linneo [1735 v. Giacobini y Giraudi, 1986], en la cual nos ubica en la misma rama taxonómica, fue hecha de ese modo [v. Giacobini y Giraudi, 1986; Martínez, 1999; Martínez, 2005].

Desde entonces, estos primates ocuparon un lugar central en la confrontación científica de lo humano en la que, de una manera bastante simplista, se podrían distinguir dos posturas fundamentales: una que aboga por la continuidad entre los seres vivos; y otra que sostiene la dicotomía humano-animal.

Eventualmente, a partir de nuevas formas de acercamiento, tal vez más finas, se ha establecido, sin lugar a dudas, que los chimpancés son muy similares a nosotros: son nuestros parientes vivos más cercanos (en este texto los chimpancés se presentan en el nivel del género *Pan* (v. Figura 1), aunque hay dos especies de chimpancés: *Pan paniscus*, que en la jerga primatológica son los bonobos o chimpancés enanos, y *Pan troglodytes*, que los primatólogos refieren como chimpancés comunes). Aún así, las diferencias y las semejanzas que se han descrito entre los chimpancés y los humanos no han sido suficientes para formular un relato que satisfaga a todos acerca de la evolución humana.

Sobre la taxonomía

La situación taxonómica de los chimpancés en el nivel de familia está en discusión hasta hoy día, ya que se sigue debatiendo su pertenencia al grupo de los póngidos

o al grupo de los homínidos. En el centro de esta discusión, por una parte, están las interpretaciones de los análisis moleculares, los cuales pueden contabilizar desde 95% hasta 99.4% de parecido genético, dependiendo de sus particularidades técnicas (véase, por ejemplo, Wildman *et al.* [2003]), o que pueden encontrar un gene específico de humanos en la microglia [Hayakawa *et al.*, 2005]. Sin embargo, por otra parte y más relevante aún es que dichos porcentajes todavía no explican cómo lo genético pueda estar involucrado en ciertas facetas del ser vivo que afectan el comportamiento aprendido socialmente y las pocas propuestas que se han hecho al respecto dejan mucho que desear, sobre todo desde los enfoques de las ciencias sociales.

Los estudios con chimpancés fuera de sus comunidades silvestres

Sobre la mente chimpancé

Es difícil definir de modo operativo la mente y sus expresiones. Sin embargo, se han hecho muchos intentos en esta búsqueda. Los estudios pioneros fueron llevados a cabo durante la segunda década del siglo xx por dos psicólogos, el alemán Wolfgang Köhler [v. Köhler, 1989 (1921)] y el norteamericano Robert Yerkes [v. Yerkes, 1943]. Vale la pena mencionar como ejemplo el famoso experimento de Köhler, que consistía en colgar del techo una penca de plátanos y dejar en el suelo varias cajas de cartón y madera: uno de sus chimpancés, llamado Sultán, resolvió el problema no por azar sino por *insight* (palabra del alemán que no tiene traducción a otras lenguas pero que se usa de manera similar a “me cayó el veinte”): el simio intentó sin éxito alcanzar el plátano dando brinco; dándose por vencido con esa técnica, se sentó en una esquina del cuarto, observó “pensativo” sus alrededores, “se le iluminó la cara”, se levantó sin demora, apiló las cajas y alcanzó el plátano.

Hay un gran número de estudios subsecuentes; sin embargo, son muy pocos aquellos que enfocan las diferencias interindividuales en la ejecución de los chimpancés, ya que la mayoría sólo analiza la presencia-ausencia de alguna capacidad mental. Por ahora, se acepta que los chimpancés tienen: 1) percepción modal cruzada, esto es, por ejemplo, reconocer con la vista un objeto que previamente sólo conocían al tacto [v. una revisión en Essock-Vitale, 1987]; 2) razonamiento lógico-matemático necesario como para distinguir las relaciones de mayor-menor y de semejanza-diferencia, y tal vez incluso alcancen el concepto de número [v. por ejemplo, Woodruff y Premack, 1981 y una revisión en Hauser, 2000]; 3) una memoria sorprendente que les permite recordar hechos que sucedieron 20 años antes

o personas que conocieron años atrás [v. por ejemplo, Fouts, 1997 o Povinelli *et al.*, 1993]; 4) autoconciencia, la capacidad de hacer de sus propios estados mentales el objeto de su atención [v. una revisión en Parker *et al.*, 1994]; 5) la capacidad para inferir los estados mentales (emociones y creencias) en otros, conocida como teoría de la mente o, en inglés, *Theory of Mind* (ToM) [v. por ejemplo, Povinelli *et al.*, 1992; o la revisión de Russon *et al.*, 1999].

Hoy en día está bastante difundida la creencia de que estas dos últimas capacidades, conocidas genéricamente como precursoras de la mente, les permite, entre otras cosas, engañar [v. por ejemplo, Premack y Woodroff 1978; Premack y Woodroff 1979] imitar [v. Horner y Whiten, 2005; Tennie *et al.*, 2006] o incluso de enseñar [v. Boesch 1991]. Sin embargo, también hay investigadores que critican esta visión [v. por ejemplo, Heyes, 1994 y 1998] o incluso algunos que, como se suele referir, cambiaron de bando [v. por ejemplo, Povinelli, 1998].

Sobre la comunicación chimpancé

Los estudios acerca del alcance de la capacidad mental de los chimpancés para la comunicación son diversos. Sin embargo, destacan algunos intentos con los chimpancés “enculturizados” (una traducción de *encultured* que se usa para referir que los animales han sido criados por humanos y como humanos). A continuación se ejemplifica esta línea de investigación a partir de los resultados que se obtuvieron en cuatro casos. En primer lugar está la chimpancé Gua, que fue criada en la casa Kellogg junto con el hijo de la pareja y que mostró que era capaz de responder adecuadamente a las señales humanas de comunicación verbal [Kellogg *et al.*, 1933/1969].

El segundo caso es Vicky, criada por el matrimonio Hayes, que fue capaz de producir sonidos roncós que los Hayes percibieron como “mami” y “papi”, “taza” y “arriba” [Hayes y Hayes, 1951; Hayes, 1951].

El tercer caso es Washoe, que fue criada por el matrimonio Gardner en una casa-remolque —“un ambiente interesante” y no familiar— en la que recibía visitas humanas que solamente empleaban el lenguaje de signos, la risa y los gritos de placer y disgusto. Washoe usaba un lenguaje de signos con nombres, verbos, adjetivos, adverbios y preposiciones, y transfería espontánea y adecuadamente el significado de los signos a otros contextos; después de haber aprendido el uso de los pronombres pudo hacer frases con una clara estructura sintáctica y referir objetos que no había visto por un tiempo [Gardner *et al.*, 1989].

El cuarto caso es Sarah, criada por el matrimonio Premack para que aprendiera un lenguaje con una estructura lógica no semántica, en la que por ejemplo, los verbos se distinguían de los sustantivos por la forma. Sarah adquirió un vocabulario de 130 términos, que usaba correctamente entre 75 y 80% de las veces —una capacidad lingüística comparable a la de un niño de dos años y medio [Premack y Premack, 1983].

Es interesante notar los cambios en las formas para abordar este problema. En un principio los investigadores apuntaban la mira sobre el aprendizaje del habla, sin embargo, algunos trabajos posteriores de morfología comparada mostraron que los chimpancés tienen un tracto vocal supralaríngeo corto en comparación con los humanos adultos, por lo cual es prácticamente imposible la modulación necesaria para el habla [Lieberman, 1972]. Esto dio lugar a los intentos por enseñar un lenguaje de signos. Sin embargo, pronto, la escuela chomskiana destacó que la estructura semántica de estos lenguajes era específicamente humana, por lo cual la incorporación del lenguaje no podía efectuarse igual que en humanos. Así, empezaron los estudios con otra estructura. Este campo de investigación sigue abierto en muchos sentidos. Gua, Vicky, Washoe, Sarah, no son los únicos ejemplos; faltaría otro, como Kanzi, y el bonobo estudiado por Sue Savage-Rumbaugh, quien por cierto, aprendió el lenguaje desde el regazo de su madre adoptiva durante las sesiones en las que se intentaba enseñarle a ésta y es capaz de captar el orden de las palabras y comprender que las palabras pueden ser clasificadas en categorías, como acciones y objetos [Savage-Rumbaugh y Lewin, 1996] (ver un video de Kanzi en acción en *Great Ape Trust of Iowa*, 2006), pero creo que los anteriores bastan para entender por qué los investigadores de esta área piensan que las capacidades lingüísticas humanas se ubican en un continuo filogenético (para mayor información consultar, por ejemplo, Hauser [2000], así como muchas otras publicaciones que relatan experiencias similares con otras especies de primates).

Sobre la política

Frans de Waal estudió durante varios años a un grupo de chimpancés comunes cautivo en un zoológico en Holanda. En *La política de los chimpancés* [De Waal, 1986], analiza el comportamiento de los individuos del grupo en el tiempo e infiere que los chimpancés usan tácticas para obtener y conservar el poder, haciendo alianzas con otros individuos o traicionando a sus aliados.

Los estudios con chimpancés en sus comunidades

Sobre la vida chimpancé

La pionera de la primatología conductual de campo, Jane Goodall, inició en 1960 la descripción de la vida cotidiana de los chimpancés. En sus relatos (por ejemplo, en la autobiografía que presenta en Goodall y Berman [2000]) aparecen imágenes de estos seres que han dejado huella tanto en la propia primatología como en otras áreas del conocimiento, donde se constituyeron como verdaderas líneas de investigación y, en su caso, se discuten los hallazgos desde otros puntos de vista.

En sus primeros relatos, Goodall muestra la faceta bondadosa de estos primates: madres cariñosas, hermanos mayores cooperando en la crianza, padres protectores, en fin, una sociedad que recuerda al “buen salvaje”. Esta visión de los chimpancés empezó a derrumbarse en 1978, cuando la misma Goodall describió un episodio de guerra entre dos comunidades aledañas de chimpancés. El relato de dicho acontecimiento —espeluznante sin duda— describe patrullas fronterizas de machos que durante cuatro años se enrolaron en batallas a muerte con el grupo enemigo hasta exterminarlo. Además, también se han descrito episodios de infanticidio que se distinguen de aquellos de otros animales —como los leones— porque el victimario puede estar emparentado con la cría.

Sobre el duelo chimpancé

La descripción de Goodall del “duelo chimpancé” que sucede en un día soleado del otoño de 1972, cuando encontró el cuerpo sin vida de la chimpancé Flo cerca de un riachuelo. Flint, su hijo menor, estuvo junto al cuerpo de su madre durante tres días y tres noches hasta que uno de sus hermanos mayores, Figan, llegó y lo incitó a que lo siguiera. Está claro que este punto se ha tratado con anécdotas y que su interpretación puede ser objeto —como de hecho lo ha sido— de múltiples críticas.

Los chimpancés no son los únicos animales que han sido vistos en una situación similar. De hecho, los reportes de los elefantes son todavía más sorprendentes [v. por ejemplo, de Wall, 1996].

Sobre el uso de herramientas y la cultura

Una de las anécdotas más citadas en los textos de primatología acerca del uso de herramientas es una nota sobre el comportamiento de los chimpancés que fue publicada en 1951 por H. Beatty, en la cual se describe a un chimpancé común macho que disponía una nuez sobre una roca plana y la golpeaba con otra roca para comerse el centro [Sarringhaus, 2005].

Las anécdotas de este tipo fueron acumulándose y junto con la influencia de otros estudios (v. Cuadro 5) dieron lugar a la observación continua y a la comparación del uso de las herramientas en las diversas comunidades de chimpancés. Hoy en día se identifican muchos de estos comportamientos, tales como pequeñas varas para sacar insectos de sus nidos o para obtener la miel de los panales, ramas a manera de mondadientes, bolas de hojas masticadas a modo de esponja para obtener agua de troncos huecos, etcétera.

Cuadro 5

El primer indicio de la cultura primate apareció en la primatología japonesa con una conducta llamada el “lavado de papas”: en 1952, en la isla de Koshima, los primatólogos del grupo de Masao Kawai enfrentaban el duro trabajo de seguir a una tropa de primates para estudiar su conducta. Por ello, decidieron ofrecerles papas en la playa. Rápidamente los monos acudieron por el alimento. Una hembra de 18 meses llamada Imo empezó a lavar sus papas en el agua. Algunos de sus compañeros de juego aprendieron la técnica. En 1958, 17 de 30 monos lavaban sus papas, casi todos eran jóvenes. Después de 1958, los hijos de los que habían aprendido también aprendieron, y para 1962, 36 de 49 monos lavaban sus papas [v. Galef, 1990].

El lavado de papas en los macacos.

Con esto, los chimpanzoólogos se dieron cuenta de que no todas las conductas estaban presentes en todas las poblaciones y de que los infantes deben aprender algunas de éstas. Entonces, a partir de la definición del comportamiento cultural como aquel que se adquiere social y no genéticamente, que es compartido por muchos miembros de un grupo, que persiste en generaciones sucesivas y que no resulta de la adaptación a diferentes condiciones locales, se sistematizó el análisis del uso de herramientas. Lo asombroso es que los comportamientos culturales que se han descrito en los diversos grupos de chimpancés que han sido estudiados continuamente por un mínimo de 10 años sobrepasan el centenar [v. Whiten *et al.*, 2001].

Los casos más estudiados son el cascado de las nueces y la pesca de termitas; por ello, los referiré brevemente. En la zona occidental de África los chimpancés cascan nueces: en Senegal, usan como martillo piedras pequeñas; mientras que en Guinea, Sierra Leona, Liberia y Costa de Marfil usan como martillo piedras más grandes. En otras zonas de África habitadas por chimpancés hay nueces e incluso algunas poblaciones las consumen pero no las cascan con la técnica del yunque y

martillo. Muchas poblaciones de chimpancés pescan termitas. Sin embargo, en las zona de África occidental (Senegal, Guinea, Sierra Leona, Liberia y Costa de Marfil) y central (Camerún, Guinea Ecuatorial y Gabón) las pescan usando bastones; mientras que en la zona oriental de África (República Democrática del Congo, Uganda y Tanzania) las pescan usando tallos herbáceos. Aún sin profundizar en el tema, es necesario mencionar la sorprendente relación que se puede establecer entre el flujo migratorio entre las poblaciones y el uso de determinadas herramientas, lo cual se aprecia considerando las barreras geográficas entre las comunidades de chimpancés, por ejemplo el río Níger para el cascado de nueces.

Sobre el desempeño diferenciado individualmente (“división del trabajo”)

Además de las diferencias “naturales” que los chimpanzoólogos han observado en las labores domésticas (donde la madre amamanta, las crías juegan, los jóvenes rompen las reglas y los padres protegen, lo que sin duda recuerdan la vida de una familia nuclear como la que pretendemos en nuestra sociedad), estos científicos han descrito la caza conjunta de un grupo de chimpancés como una actividad muy bien organizada, con reglas bastante definidas.

Aunque los chimpancés comen fruta principalmente, también son depredadores. Los chimpancés de Gombe matan y comen a animales pequeños y medianos, tales como monos, cerdos salvajes y antílopes jóvenes. En algunos sitios la cantidad de carne que ingiere una comunidad de chimpancés alcanza una tonelada por año. Nuevamente, Jane Goodall fue una de las primeras en reportar la caza de los chimpancés, pero recientemente se han descrito aspectos muy interesantes de la depredación.

Por lo menos en Tãï (Costa de Marfil) no todos los miembros de un grupo participan en la cacería: sólo cazan los machos; además, algunos, los más jóvenes, rodean animales, persiguen a la presa y sólo el más experimentado —¡ocho años de experiencia!— la ataja [Boesch y Boesch, 2002]. Además, los cazadores comparten la presa de una manera bastante igualitaria, permitiendo que incluso hembras y crías obtengan un pedazo de carne [Boesch y Boesch, 1989].

En Gombe (Tanzania), contrariamente a lo que se podría esperar si se supiera que cazan por hambre, este comportamiento sucede con mayor frecuencia cuando hay más disponibilidad de otros alimentos, justo cuando la comunidad está en etapa de fusión. Estudios como el anterior indican que la caza puede ser una herramienta política y reproductiva, y explica, por un lado, la identidad y el

desempeño diferenciado, es decir, por qué sólo algunos miembros de la comunidad cazan, y por otro, las diferentes formas de repartición de la carne en los diversos grupos de chimpancés [Stanford, 2006].

Sobre las normas sociales

La idea de que el comportamiento social de los chimpancés está influenciado por “acuerdos tácitos o reglas” se empezó a difundir a partir de la experiencia de los cuidadores en los zoológicos, quienes se percataron de que los animales recién llegados a un grupo tardan en aprender las nuevas reglas de vida o, en algunos casos, sobre todo aquellos individuos con una historia de vida de maltrato —como la que suelen tener los animales de circo—, no lo logran nunca.

Los chimpancés que “desobedecen” las pautas para el comportamiento social, es decir, que se aparean “con quien no deben”, que no respetan los “turnos” para alimentarse o que interfieren las afiliaciones de los machos dominantes, son “castigados” por los demás. Además, varios intentos de reintroducción de chimpancés criados entre humanos a comunidades silvestres también indican que el aprendizaje particular de las nuevas pautas es importante para el establecimiento de relaciones sociales “normales” [Linden, 1999]. Este tópico ha sido abordado de una manera menos anecdótica, incluso empatando los registros conductuales con aquellos fisiológicos —niveles de cortisol, testosterona, etc.— y, *grosso modo*, es posible afirmar en conclusión que el control del comportamiento de los chimpancés está mediado socialmente y es, hasta cierto punto, alterable.

Sobre los rituales

Los chimpancés parecen tener varios rituales. El más común es el aseo ritualizado o *hand clasp grooming*, que se usa entre los miembros de una misma comunidad [v. Nakamura y Uehara, 2004; Nakamura e Itoh, 2005], pero hay otros aún más extraños, como la “danza de la lluvia” o “la danza de la cascada” [v. Wallauer, 2002].

Sobre la compasión

Good natured [de Waal, 1996] es un libro que compendia y analiza una gran cantidad de anécdotas y de estudios controlados acerca de las conductas cooperativas de los animales que refieren a sentimientos humanos de segundo orden, como la compasión, la simpatía o la amistad. Éste inicia con la descripción anecdótica de la “pertenencia al grupo” de una macaca que nació sin movilidad en las extremida-

des posteriores —por efecto de los pesticidas usados para los cultivos cercanos al territorio de su grupo—. Esta obra se podría describir como una incitación a los estudiosos del comportamiento animal para abordar los fenómenos conductuales que asociamos con la bondad y la moralidad humana desde la ciencia o, tal vez, como una provocación al dogmatismo respecto a los modelos evolutivos del comportamiento animal.

Sobre el erotismo

Desde que a principios del siglo xx se describiera como una especie al chimpancé enano o bonobo, su comportamiento sociosexual ha llamado la atención tanto de los científicos como del público en general, ya que tienen encuentros sexuales sin distinción de sexo y edad, copulan ventro-ventralmente (de frente), venden sexo por alimento, etc. Frans de Waal encabezó un artículo sobre la resolución de conflictos en las sociedades de los chimpancés enanos con la frase “haciendo el amor, no la guerra”.

Sobre la personalidad

Cualquiera que haya trabajado con primates —incluso los neurocientíficos que estudian el interior de sus cerebros— está convencido de que los primates tienen modalidades conductuales propias, es decir, que tienen algo similar a la personalidad humana, ya que despliegan, por ejemplo, su dominancia o su maternidad en modalidades conductuales diferentes. Esta percepción ha dado lugar a una serie de estudios, hasta el momento muy pocos, sobre la similitud entre los chimpancés. El fundamento, tanto teórico como técnico, de estos estudios proviene de una rama de la psicología humana que considera a la personalidad como un fenotipo conformado a partir de la interacción de componentes genéticos y ambientales y que, por tanto, puede ser estudiado a partir de la evaluación de ciertos factores que se piensan estables durante la vida de un individuo. Si bien hay diferentes métodos para evaluar la personalidad humana, uno de los más usados es el de los cinco factores, el cual considera que la variación en la personalidad humana se puede describir en cinco dimensiones calificativas independientes. Las técnicas que se derivan de esta idea, *grosso modo* consisten en cuantificar, según la percepción propia, la intensidad con la cual cada adjetivo de una lista describe una persona (que bien puede ser uno mismo) y ubicar a la persona en un punto de dicho “espacio” pentadimensionado. La aplicación de estos métodos en chimpancés muestran que la personalidad de

los chimpancés está compuesta por seis factores (los cinco humanos: *surgency, dependability, emotional stability, agreeableness and openness*, más uno de dominancia) [King *et al.*, 1997]. Además, al igual que en humanos, se piensa que estos factores de la personalidad puedan tener un componente heredado [Weiss *et al.*, 2000] y estar relacionados con el sexo [Buirski *et al.*, 1978].

Una reflexión

La observación de los bocetos para el autorretrato humano indica el inicio de una composición antropológica pero la revisión meticulosa de los trazos indica que persiste la pregunta: ¿qué significa tanto parecido, dónde está la diferencia, qué nos hace humanos?

Bibliografía

Boesch, Christophe

- 1991 "Teaching among Wild Chimpanzees", en *Animal Behaviour*, vol. 41, pp. 530-532.
2002 "Cooperative Hunting Roles among Tāi Chimpanzees", en *Human Nature*, vol. 13, núm. 1, pp. 27-46.

Boesch, Christophe y Hedwige Boesch

- 1989 "Hunting behavior of Wild Chimpanzees in the Tāi National Park", en *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 78, núm. 4, pp. 547-573.

Boyd, Robert y Joan B. Silk

- 2001 *Cómo evolucionaron los humanos*, Barcelona, Ariel.

Buirski, Peter; Plutchik, Robert y Kellerman, Henry

- 1978 "Sex Differences, Dominance, and Personality in the Chimpanzee", en *Animal Behaviour*, vol. 26, pp. 123-129.

de Waal, Frans B. M.

- 1982-1986 *La política de los chimpancés*, Madrid, Alianza Editorial.
1996 *Good Natured: The Origins of Right and Wrong in Humans and other Animals*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.
2003 "Silent Invasion: Imanishi's Primatology and Cultural Bias in Science", en *Animal Cognition*, vol. 6, pp. 293-299.

Ember, Carol R.; Ember, Melvin y Peregrine, Peter N.

- 2004 *Antropología*, Madrid, Pearson Educación.

Essock-Vitale, Susan y Seyfarth, Robert M.

- 1987 "Intelligence and Social Cognition", en Barbara B. Smuts; Dorothy L. Cheney; Robert M. Seyfarth, y Richard W. Wrangham (eds.), *Primates Societies*, Chicago, University of Chicago Press, pp. 452-461.

Fedigan, Linda M.

1992 *Primate Paradigms. Sex Roles and Social Bonds*, Chicago, The University of Chicago Press.

Fleagle, John G.

1999 *Primate Adaptation and Evolution*, San Diego, Academic Press.

Fouts, Roger y Stephen Tukul Mills

1997-1999 *Primos hermanos: lo que me han enseñado los chimpancés acerca de la condición humana*, Barcelona, Ediciones B.

Galef, Bennett G. Jr.

1990 "Tradition in Animals: Field Observations and Laboratory Analyses", en Bekoff, Marc y Dale Jamieson (eds.), *Interpretation and Explanation in the Study of Animal Behavior*, San Francisco, Westview Press.

Gardner, Allen R. et al.

1989 *Teaching Sign Language to Chimpanzees*, Nueva York, State University of New York Press.

Giacobini, Giacomo y Riccarda Giraudi

1986 "E l'uomo incontrò la scimmia", en *KOS*, vol. III, núm. 23, pp. 14-37.

Goodall, Jane y Phillip Berman

2000 *Gracias a la vida*, Barcelona, Mondadori.

Groves, Colin

2004 "The What, Why and How of Primate Taxonomy", en *International Journal of Primatology*, vol. 25 núm. 59, pp. 1105-1126.

Haraway, Donna

1989 *Primate Visions: Gender, Race and Nature in the World of Modern Science*, Nueva York, Routledge.

Hauser, Marc D.

2000 *Wild Minds: What Animals Really Think*. Nueva York, Henry Holt and Company, pp. 45-61.

Hayakawa Toshiyuki, Angata Takashi et al.

2005 "A Human-Specific Gene in Microglia", en *Science*, vol. 309, núm. 5741, p. 1693.

Hayes, Catherine

1951 *The Ape in our House*, Nueva York, Harper.

Hayes, Keith J. y Catherine Hayes

1951 "The Intellectual Development of a Home-Raised Chimpanzee", en *Proceedings of the American Philosophical Society*, vol. 95, núm. 2, pp. 105-109.

Heyes, Celia M.

1994 "Reflections on Self-Recognition in Primates", en *Animal Behaviour*, vol. 47, núm. 4, pp. 909-919.

Heyes, Celia M.

1998 "Theory of Mind in Nonhuman Primates", en *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 21, núm. 1, pp. 101-114.

Horner Victoria y Whiten Andrew

2005 "Causal Knowledge and Imitation/Emulation Switching in Chimpanzees (*Pan troglodytes*) and Children (*Homo sapiens*)", en *Animal Cognition*, vol. 8, núm. 3, pp. 164-181.

Jurman, Robert; Harry Nelson, Lynn Kilgore y Wenda Trevathan

1995 *Physical Anthropology*, Belmont, International Thompson Publishing.

King, James E. y Aurelio José Figueredo

1997 "The Five-Factor Model Plus Dominance in Chimpanzee Personality", en *Journal of Research in Personality*, vol. 31, pp. 257-271.

Köhler, Wolfgang

1921-1989 *Experimentos sobre la inteligencia de los chimpancés*, Madrid, Debate.

Lieberman, Philip et al.

1972 "Phonetic Ability and Related Anatomy of the Newborn and Adult Man, Neanderthal Man, and the Chimpanzee", en *American Anthropologist New Series*, vol. 74, pp. 287-307.

Linden, Eugene

1999 *La mirada del delfín*, Barcelona, Revelaciones Grijalbo.

Martínez Contreras, Jorge

1999 "Buffon y la observación de los primates", en Jairo Muñoz Delgado y Carlos Serrano Sánchez (comps.), *Primates, evolución e identidad humana*, México, Instituto Mexicano de Psiquiatría, pp. 21-37.

2005 "Orangutanes, pigmeos y sátiros", en Serrano Sánchez, Carlos, Patricia Olga Hernández Espinoza y Francisco Ortiz Pedraza (eds.), *Estudios de Antropología Biológica*, vol. XI, tomo I, México, Conaculta-INAH-UNAM, pp. 15-40.

Nakamura, Michio y Shigeo Uehara

2004 "Proximate Factors of Different Types of Grooming Hand-Clasp in Manhole Chimpanzees: Implications for Chimpanzee Social Customs", en *Current Anthropology*, vol. 45, núm. 1, pp. 108-114.

Parker, Sue Tayklor et al.

1994 *Self-awareness in Animal and Humans: Developmental Perspectives*, Cambridge Cambridge University Press.

Povinelli, D. J.; Kurt E. Nelson y Sarah T. Boysen

1992 "Comprehension of Role Reversal in Chimpanzees: Evidence of Empathy?", en *Animal Behaviour*, vol. 43, pp. 633-640.

Povinelli, Daniel J. et al.

1993 "Self-Recognition in Chimpanzees (*Pan Troglodytes*): Distribution, Ontogeny, and Patterns of Emergence", en *Journal of Comparative Psychology*, vol. 107, núm. 4, pp. 347-372.

Premack, David y Ann J. Premack

1983 *La mente del simio*, Madrid, Debate.

Rumbaugh, Duane M.

1977 *Language Learning by a Chimpanzee: The LANA Project*, Nueva York, Academic Press.

Russon, Anne E. et al.

1999 *Reaching into Thought: The Minds of the Great Apes*, Cambridge, Cambridge University Press.

Sarringhaus, Lauren A. et al.

2005 "Misuse of Anecdotes in Primatology: Lessons from Citation Analysis", en *American Journal of Primatology*, vol. 65, pp. 283-288.

Savage-Rumbaugh, Sue y Roger Lewin

1996 *Kanzi: The Ape at the Brink of the Human Mind*, Nueva Jersey, Wiley.

Stanford, Craig B.

1999 *The Hunting Apes: Meat Eating and the Origins of Human Behavior*, Nueva Jersey, Princeton University Press.

Tennie, Claudio, Josep Call y Michael Tomasello

2006 "Push or Pull: Imitation vs. Emulation in Great Apes and Human Children", en *Ethology*, vol. 112, núm. 12, pp. 1159-1169.

Weiss, Alexander; James E. King y Aurelio José Figueredo

2000 "The Heritability of Personality in Chimpanzees (*Pan troglodytes*)", en *Behavior Genetics*, vol. 30, pp. 213-221.

Whiten, Andrew; Deborah M. Custance et al.

1996 "Imitative Learning of Artificial Fruit Processing in Children (*Homo sapiens*) and Chimpanzees (*Pan troglodytes*)", en *Journal of Comparative Psychology*, vol. 110, núm. 1, pp. 3-14.

Whiten, Andrew, Jane Goodall et al.

2001 "Charting Cultural Variation in Chimpanzees", en *Behaviour*, vol. 138, núm. 11-12, pp. 1481-1516.

Wildman, Derek E., Monica Uddin et al.

2003 "Implications of Natural Selection in Shaping 99.4% Nonsynonymous DNA Identity between Humans and Chimpanzees: Enlarging Genus Homo", en *PNAS*, vol. 100, núm. 12, pp. 7181-7188.

Woodruff, Guy y David Premack

1978 "Chimpanzee Problem-Solving: a Test for Comprehension", en *Science*, vol. 202, núm. 4367, pp. 532-535.

1979 "Intentional Communication in the Chimpanzee: Development of Deception", en *Cognition*, vol. 7, núm. 4, pp. 333-362.

1981 "Primitive Mathematical Concepts in the Chimpanzee: Proportionality and Numerosity", en *Nature*, vol. 293, núm. 5833, pp. 568-570.

Yerkes, Robert M.

1943 *Chimpanzees: A laboratory Colony*, New Haven, Yale University Press.

Internet

Kellogg, Winthrop Niles y L. A. Luella Dorothy Agger Kellogg

1933-1969 *The Ape and the Child*, Nueva York, Whittlesey House. Disponible en: <http://www.psy.fsu.edu/history/wnk/ape.html>. Fecha de consulta: 15 de diciembre de 2006.

Nakamura, Michio y Noriko Itoh

2005 "Notes on the Behavior of a Newly Immigrated Female Chimpanzee to the Mahale M group", en *Pan Africa News*, vol. 12, núm. 2. [http://mahale.web.infoseek.co.jp/PAN/12_2/12\(2\)_03.html](http://mahale.web.infoseek.co.jp/PAN/12_2/12(2)_03.html). Fecha de consulta: 15 de diciembre de 2006.

Paleofreak

2004 ¿Es el hombre un mono? ¿Y un simio? ¿Es el mono un hombre? En <http://paleofreak.blogalia.com/historias/21375>. Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2006.

Povinelli, Daniel J.

1998 “Can Animal Empathize? Maybe not”, en *Scientific American* <http://www.sciam.com/1998/1198intelligence/1198povinelli.html>. Fecha de consulta: 17 de octubre de 2001.

Wallauer, Bill

2002 “Do Chimpanzees Feel Reverence for Nature?”, en The Jane Goodall Institute, *The waterfall display*. http://www.janegoodall.org/chimp_central/chimpanzees/behavior/rain_dance.asp Fecha de consulta: 13 de enero de 2007.

2. Elementos y consideraciones sobre evolución humana

Juan Manuel Argüelles

Introducción

Todos los seres vivos estamos relacionados por un conjunto de interacciones que acotan y construyen el entorno en el cual nos desarrollamos, vivimos y morimos. Nuestros esfuerzos por permanecer vivos y reproducirnos, nuestra apropiación de los elementos exteriores —imprescindibles para lograr dicha permanencia— y nuestras conductas cotidianas, transforman y recrean constantemente el escenario del que somos parte activa y que conforma el ecosistema.

Pero los seres vivos tenemos otro nexo común que es tópico de este capítulo: estamos relacionados genealógicamente. Es decir, todo organismo que ha pisado la tierra ha sido o será antepasado y posible sucesor de otro, sin noticia de alguno cuya existencia pueda considerarse independiente de esta gran familia que llamamos biosfera.

Esta certidumbre se incorporó al pensamiento humano en época relativamente reciente, cuando Charles Darwin publicó en 1859 su monumental obra *El origen de las especies*, a la que

siguió una avalancha de reflexiones y datos que han terminado por demostrar este hecho más allá de toda duda razonable.

Pero si en la actualidad el estudioso de la naturaleza encuentra imposible trabajar sin esta concepción, lo cierto es que los investigadores que precedieron al pensamiento evolutivo no tenían gran dificultad en representarse un mundo creado y constante, en el cual las especies se pensaban como entidades discretas sin mayor vínculo que el de la coexistencia cotidiana. Así, desde Aristóteles hasta Linneo, los diferentes sistemas para clasificar a las especies se engloban en una postura fijista que jamás considera relaciones de ancestría común entre los diferentes tipos de seres vivientes. Sin embargo, a partir del siglo XIX, con la llegada del pensamiento evolutivo, surge de manera formal la incógnita sobre nuestro origen filogenético.

Por otro lado y desde la antigüedad, el ser humano ha mostrado inquietud por explicar la naturaleza de lo que ha dado en llamar el espíritu. La filosofía, la historia, la ciencia y el arte son manifestaciones del conocimiento humano, cuyo sentido último es el de expresarse al respecto de nuestra esencialidad.

Antropología y evolución

En la actualidad, la antropología recoge estas dos inquietudes (el nacimiento de la cultura y el origen biológico de nuestra especie) con el anhelo de concretar una representación completa sobre lo que supone ser humano.

Las diferencias morfológicas entre las especies de nuestro género y el evidente hecho de que el conocimiento es acumulativo nos lleva a pensar en ambos fenómenos como procesos relacionados. No sólo esto: la diferencia más marcada entre la evolución humana con respecto al resto de los organismos se basa en el reconocimiento de los productos de nuestra cultura como agentes de presión selectiva que transforman nuestro entorno y son, por lo tanto, parte del medio que condiciona nuestra evolución. Por esto, cuando pensamos en los reajustes biológicos que han generado las estructuras que marcan nuestra singularidad comportamental, hay que concebir la complejidad social como un elemento para la retroalimentación positiva.

Así las cosas, tal vez la pregunta medular para la antropología siga siendo aquella planteada por Peter Wilson en su ensayo *El hombre como promesa*, que dice: “¿Qué condiciones hicieron posible que un género de primates desarrollara una cultura en cierto momento, a saber, durante la era Plio-pleistocena en lo que hoy es África? [Wilson, 1984:14].

Contestar al respecto, con el rigor que exige una obra científica de categoría, nos lleva al análisis de múltiples factores que van desde la fisiología celular hasta la historia mundial contemporánea.

En el marco de la antropología física, la estrategia central para responder a semejante pregunta —sin extraviarnos en la ambigüedad— consiste en situar nuestra atención en el punto que abarca desde el momento en que divergieron, a partir de un antepasado común, la línea evolutiva a la que se deben los póngidos contemporáneos y la que resultó en la familia Hominidae (a la que pertenecemos), hasta la aparición de una especie con lenguaje de doble articulación, capaz de elaborar objetos de utilidad meramente simbólica.

En este momento nuestro interés se centra más en establecer cuáles son las características biológicas no humanas, que en un contexto particular promovieron e incrementaron un comportamiento diferente a cualquier otro existente hasta ese momento, se trata de saber si acierta Edgar Morin cuando asevera que: “El hombre no se volvió cazador, el cazador se convirtió en hombre” [Morin, 1972:71].

Ahora bien, para situarnos en la frontera de la cultura, tenemos que saber medianamente a qué nos referimos cuando evocamos a ésta, lo cual, por cierto, es muy difícil. El concepto de “cultura” es tan variado como las mentes que lo piensan, sobre todo cuando se trata de establecer analogías comparativas entre el ser humano y el resto de los animales. Entre las reflexiones sobre el problema para su definición quizá mi preferida es la expresada por el gran primatólogo Franz De Waal:

La pregunta de si los animales tienen cultura me recuerda un poco a esa otra de si las gallinas pueden volar. En realidad, al comparar las gallinas con los albatros o con los halcones, la respuesta sería que no, pero sí tienen alas que agitan y les ayudan a encajarse a lo alto de los árboles. Imaginen un mundo en el que no hubiera ninguna criatura que volase excepto la gallina: estaríamos muy impresionados por su vuelo y escribiríamos poemas y canciones sobre nuestro deseo de ser como ellas [De Waal, 2001:185].

Creo que la abstracción es clara: si la medida de toda cultura se basa en el comportamiento humano, entonces las complejas redes sociales que tejen las bandadas de babuinos, la enseñanza y cuidado que procuran las hembras de gorilas y chimpancés a sus crías o el uso que éstos dan a varas y jarros para la obtención de alimento, pueden considerarse apenas un curioso vestigio de nuestra más primiti-

va esencia. Por otro lado, cuando observamos la división del trabajo en cierto tipo de artrópodos, el enfrentamiento grupal a la adversidad o los rituales de cortejo, apenas se puede creer que las hormigas no realicen asambleas.

Puede ser que la capacidad de aprender comportamientos complejos sea el punto más adecuado para establecer un consenso interdisciplinar para la acepción de lo que es cultura. Así, por aprendizaje entiendo la transmisión de información que no está genéticamente determinada y sólo es adquirida, por lo tanto, mediante la enseñanza propia de actividades lúdicas o de recompensa. El problema inmediato surge al ponderar cuándo esta actividad deviene en el incremento y progreso generacional del conocimiento, es decir, existe una distinción importante entre las especies que presentan comportamientos aprendidos no decodificados genéticamente, basada en la capacidad de incorporar progresivamente reajustes que transforman y complejizan dichas expresiones. Inmediatamente salta a la vista que la discusión sobre el problema de definir la cultura puede extraviarnos en debates exhaustivos que no suelen llevarnos a lugar fértil alguno.

Al final, es probable que cada disciplina interesada en el comportamiento humano tenga que fijar criterios de demarcación arbitrarios si pretende capitalizar algo en su investigación.

La evolución humana

En el estudio de la evolución humana a partir de la paleontología es conveniente centrar el origen de la cultura a partir de la aparición de objetos materiales manufacturados por los miembros de alguna especie. La justificación para utilizar este criterio se basa en la suposición de que para realizar dicha empresa es necesario evocar y sostener en la mente un objeto del futuro, y esto implica un espacio de trabajo neuronal vinculado con la abstracción y la representación compleja de lo imaginado, es decir, un estado mental que permita pensar en lo que no existe y convertirlo en realidad.

La evidencia arqueológica más antigua de herramienta construida deliberadamente está datada en 2.5 millones de años de antigüedad, y su maquilador es un primate de la familia Hominidae bautizado en honor a esta capacidad como *Homo habilis*. Este hallazgo centra nuestra atención en el linaje evolutivo al que pertenece, para estudiar en retrospectiva el contexto anterior a la aparición del fenómeno. El éxito radicará en deducir qué cambios anatómicos, transformaciones ecológicas, cohesiones intergrupales, hábitos alimenticios y demás acontecimien-

tos nos llevaron al comportamiento complejo y al desarrollo ulterior de este modo excepcional de explotar el hábitat.

De la misma manera que nos fue imprescindible fijar un criterio subjetivo para el término “cultura”, es importante ahora discutir otra acepción clave: ¿qué es un homínido?

En ocasiones, cuando nos referimos a los procesos de hominización, pensamos en los ajustes graduales que una familia de primates presenta en su camino hacia la aparición del hombre moderno, es decir, concebimos una evolución lineal, en donde los homínidos son la evidencia empírica de los diferentes estadios que una rama de primates presenta en su camino hasta la humanización. Esto no es del todo correcto.

Cuando Raymond Dart se hizo con el primer fósil de *Australopithecus africanus*, observó que el ejemplar presentaba caracteres mixtos, por un lado parecidos a los de la mayoría de los antropoides (como una arcada dental angosta y amplios espacios interalveolares), pero con molares de abrasión en cinco cúspides y un tercer molar propio del hombre contemporáneo. Su conclusión obvia fue que se trataba de un “eslabón perdido” entre los monos del África meridional y los seres humanos. En 1965, Loring Brace sugirió un modelo para la evolución humana que trazaba una línea recta desde el estadio australopitecino hasta el pitecantropino, incluyendo al Neandertal que remataba en el grado Cro-magnon.

En realidad cuando nos referimos a un homínido estamos hablando del miembro de una familia filogenética que pudiera no ser representante de la línea directa que condujo hasta nosotros. Lo que buscamos por lo tanto, son aquellos rasgos derivados (sinapomorfias) presentes en toda la taxa y que nos distinguen del resto de la súper familia hominoidea y, desde luego, de los demás antropoides.

Por supuesto que el rasgo más evidente es el que engloba todas las características para la postura bípeda. La bipedia, no obstante, no debe tomarse como el rasgo mágico detonante de comportamientos complejos de la manera tradicional en que suele hacerse. Otras características, como después veremos, pudieron inclinar la balanza hacia la expansión del cerebro y el posterior advenimiento de las formas propias de explotar el hábitat a las que atribuimos la emergencia de la complejidad humana. Pero la bipedestación es un rasgo presente en la gran mayoría de los homínidos, por lo tanto, los cambios anatómicos y las morfologías involucradas en la transformación hacia la postura recta legítima suele tomarse como un criterio o rasgo sinapomórfico que impulsa la aparición de la familia de los homínidos.

Otros rasgos derivados importantes tendrán que ser aquellos que se relacionen con un cambio de dieta ligado a un ecosistema transformado: dado que la evolución gradual de los homínidos debe entenderse como consecuencia de los cambios del medio, puesto que los reajustes morfológicos son consecuentes con éste, es natural concluir que la obtención y aprovechamiento del alimento en un ecosistema cambiante compromete cambios morfológicos a nivel de todo el organismo.

Aquí distinguiremos como homínidos a los miembros de una familia filogenética, que presentan rasgos derivados compartidos ausentes en los simios superiores actuales y en sus antecesores directos. Entre estos rasgos destacan los caracteres involucrados en la bipedestación y los cambios de dieta que se relacionan con la flora y fauna de la sabana plio-pleistocena.

Entonces, buscamos el origen de la humanidad en los precursores de la cultura; estos fueron primates africanos de la familia de los homínidos que aparecieron hace alrededor de 7 millones de años. Nos interesa saber qué elementos y condiciones detonaron el posterior advenimiento de especies capaces de incorporar al mundo objetos y conductas creadas deliberadamente para apropiarse y modificar su entorno, inaugurando el fenómeno inédito que supone la condición humana.

Estamos listos ahora para reflexionar sobre el modo en que ocurre la evolución humana, pero antes de proponer una solución de compromiso hay que echar mano de una herramienta más: la historia de la paleoantropología.

Cualquier evaluación sobre el presente estado de un problema científico tiene una relación estrecha con su historia, por lo tanto, antes de discutir los problemas propios de la teoría, es conveniente revisar un poco a la primera.

El origen de la paleontología humana

Aunque Darwin cambió la visión que la gente tenía respecto de la naturaleza y sus procesos de transformación, su opinión formal acerca del origen evolutivo de la humanidad no tuvo cabida en su obra hasta 1871, cuando publicó su libro *El origen del hombre*, antes bien dedicó una década de ardua labor a una serie de trabajos sobre la biología de orquídeas, lombrices de tierra, bellotas de mar y toda clase de temas aparentemente excéntricos que, como ha señalado Stephen Gould, le procuraron: “la inmerecida fama de ser un anticuado y un tanto senil descriptor de plantas y animales curiosos, que había tenido una inspiración afortunada en el momento preciso” [Gould, 1983:17]. Esta manera de pensar en Darwin dista mucho de la realidad, por supuesto. En ocasiones, la historia estigmatiza a las figuras debido a la necesidad de hacernos de una imagen real cuando éstas fueron heroicas.

El legado más importante y la idea más consistente de Darwin fue, sin duda, la selección natural: el mecanismo central para explicar el sentido que tiene la descendencia con modificación. Por esto, no es de extrañar que la mayoría de los escritos posteriores a su libro de 1859 se centraran en la demostración más amplia posible de que esto es lo que ocurre con los organismos en cualquier contexto natural que se observe. Podría decirse que este científico edificó la obra para poner a continuación el cimiento.

Así que la primera defensa extensa sobre la evolución humana, a partir de un antepasado común con los primates aún vivos, fue realizada por el más grande estilista de prosa científica de la Inglaterra victoriana: el incomparable Thomas Henry Huxley. Este inspirado naturalista, defensor a ultranza de la teoría evolutiva y figura protagónica de casi cualquier tema sobre biología que se debatió en su época, publicó en 1862 uno de los más elegantes pero también controversiales libros de su siglo, titulado *Evidencias acerca del lugar del hombre en la naturaleza*, en el cual, además de un ensayo impecable sobre el apenas descubierto gorila, se incluye la posición categórica de la continuidad evolutiva del hombre a partir de un ancestro compartido con los grandes simios.

Las consecuencias por abrazar semejante hipótesis, lejos de hacerse esperar, ya estaban enérgicamente asentadas por ilustres personajes de la vida científica europea, entre ellos el destacado paleontólogo Richard Owen. Para poder explicar la importancia del desacuerdo entre Owen y Huxley primero hay que presentar —aunque sea someramente, las credenciales del primero.

Richard Owen (1804-1892) fue el fundador del Museo Nacional de Historia Natural de Londres. Entre sus muchos trabajos cuenta con la clasificación de una cantidad significativa de las especies que trajo Darwin en el *Beagle* a su regreso de América, o la descripción y clasificación de una enorme cantidad de los grandes reptiles del Cretácico, entre ellos el famoso *Archaeopteryx*. Owen acuñó el término “dinosaurio” y fue, sin la menor duda, el paleontólogo más destacado de su época. En 1851 había recibido un esqueleto completo de gorila y en 1858 logró hacerse del cuerpo de un gorila conservado en alcohol. En 1865 publicó una extensa monografía sobre el gorila, seguida por una serie de trabajos sobre el tema, era un experto en anatomía y toda la comunidad científica lo consideraba una autoridad casi incuestionable.¹

1. Para una revisión sobre el debate Owen-Huxley se puede consultar “Un caballo para todas las batallas” en Gould, 1999.

Tal vez la única diferencia importante —al margen de sus rencillas personales— fuese la negativa por parte de Owen a considerar una continuidad evolutiva con los gorilas, la cual, como es obvio, establece una indiscutible relación filogenética con el resto de los primates.

El debate sostenido por estos grandes naturalistas marca la pauta en un sentido histórico de lo que habría de convertirse en una disciplina científica: la paleoantropología.

Aunque este debate inaugura la búsqueda de la continuidad evolutiva entre el hombre moderno y sus ancestros mediante el análisis comparativo de anatomía y comportamiento, la verdad es que los organismos a contrastar mantienen una distancia que presentaba el asunto más como una mera especulación que como un hecho concluyente, puesto que no existía en ese momento evidencia empírica para sustentar las conclusiones del círculo darwinista, por lo tanto, ante la carencia de evidencia fósil el problema cayó en un relativo abandono.

Hombres antiguos de Europa y Asia

Por cierto que esta aseveración sobre la total carencia de evidencia fósil no es del todo correcta. En 1848, durante una excavación en el peñón de Gibraltar, fue encontrado un cráneo que más tarde se relacionaría con el hallazgo, en 1856, de un esqueleto desenterrado en el valle de Neander, cerca de Dousseldoerf, Alemania, pero las características del cráneo (principalmente unos pronunciados arcos supraorbitarios y la robustez del esqueleto postcraneal, así como un fémur arqueado) llevaron a interpretaciones tan antagónicas como las de considerar, por un lado, que se trataba de un ser humano moderno y por otro de un mono antropoide, cuando no se atribuían patologías al ejemplar. El hecho de que la teoría evolutiva se encontrara todavía en franca discusión se vio ligado a las conclusiones que en 1872, el respetado biólogo Rudolf Virchow había expresado al respecto de las condiciones patológicas de los ejemplares. Cuatro años antes, en la localidad de Cro-magnon fueron hallados cinco esqueletos humanos de apariencia moderna asociados a herramientas paleolíticas, aunque su antigüedad no fue puesta en duda, tampoco había, en la opinión de muchos investigadores, evidencia para ligarlos con los restos fósiles de Neandertal.

En 1887, Eugene Dubois, que era un médico aficionado a la recolección de fósiles, concluyó, influenciado por las ideas de Darwin, que si el ser humano habría de aparecer en donde estuviesen los grandes simios, un buen sitio para explorar

podría ser la morada del orangután, por esto se embarcó hacia Sumatra, llegando a Java tras dos años de desencanto; en 1891, se vio recompensado con la recuperación de un diente, un fémur y un casquete craneano con una capacidad de 900 cc. En honor a una nomenclatura inspirada de Haeckel, bautizó su hallazgo con el nombre de *Pithecantropus erectus*.

Cuando en 1895 Dubois presentó sus conclusiones, pocos investigadores decidieron apoyarlo. El consenso general —Haeckel incluido— expresó sus dudas acerca de que los restos fósiles pertenecieran al mismo individuo. Dubois mantuvo su postura acerca de que sus especímenes representaban un estado intermedio entre antropoide y hombre hasta 1923, cuando mediante un desencanto gradual concluyó que habían pertenecido a un gibón gigante, cuando paradójicamente empezaba a recibir apoyo de varios grupos de estudiosos.

El comienzo del siglo xx se vio favorecido por nuevos e importantes hallazgos, pero con características polémicas. En 1908, Otto Schoetensack anunció el descubrimiento del Hombre de Heidelberg, al que había desenterrado en una mina en Mauer, Alemania, al cual situó en época anterior que los hallazgos de Neander; el problema radicaba en la parquedad de la evidencia. Sólo una mandíbula ha sido recuperada en esa localidad hasta la fecha.

En este punto de la historia de la paleontología humana se presentó un hallazgo que causaría, durante un tiempo sobrado, grandes problemas para la clasificación correcta de los caminos evolutivos de todos los homínidos. En 1915, Charles Dawson reportó el hallazgo de un cráneo aparentemente moderno asociado a una mandíbula con características de simio, pero con un tipo de desgaste humano en los molares, que dijo haber hallado en la localidad de Piltdown, Inglaterra, y que fue estudiado y reconstruido por el ilustre anatomista Arthur Keith. Otro gran paleontólogo británico, Arthur Woodward había recibido los primeros fragmentos del espécimen de manos de Dawson en 1912, un año después se recuperó la bóveda craneana y un colmillo y, después de una investigación, finalmente se publicaron los pormenores del descubrimiento.

Cuatro décadas después, el hombre de Piltdown fue expuesto como un fraude: aunque el cráneo pertenecía a un hombre moderno, la mandíbula resultó ser de un gorila pero los cóndilos y la rama mandibular habían sido retirados con el objeto de impedir revelar su imposible articulación, además, los dientes habían sido limados aparentando un desgaste humano. Además, todo el material óseo había sido teñido simulando la misma antigüedad.

La verdad es que un análisis profundo del grosor de la dentina o una revisión cuidadosa del tipo de desgaste dental hubieran revelado de inmediato la falsedad del espécimen; este es un ejemplo de cómo la ciencia no está exenta de las emociones y subjetividades que intervienen en toda apreciación.

Fósiles homínidos sudafricanos

Mientras esto sucedía en Europa, importantes acontecimientos ocurrían en Sudáfrica. En 1924 Raymond Dart, un neurólogo especializado en anatomía comparada, recibió la parte anterior de un cráneo, una mandíbula y el cerebro fosilizado de un individuo con características simiescas, pero que a la vez revelaba una indiscutible postura erecta y una acusada dentición humana. En 1925 presentó a la comunidad científica el hallazgo al que había bautizado con el nombre de *Australopithecus africanus* y sus conclusiones al respecto: un primate perteneciente a nuestra familia, representante de un estadio morfológico entre antropoides y humanos. El ejemplar que Dart poseía había muerto en la infancia y por lo tanto la comunidad científica, en su mayoría, declaró que sus resultados no podían considerarse concluyentes en tanto no apareciera un ejemplar tipo adulto. Éste apareció luego y su descubridor fue el notable investigador Robert Broom.

Los restos del *Australopithecus* de Dart habían sido hallados durante las explosiones realizadas en una mina perteneciente a la localidad de Taung, en el sur de África, sin que posteriores excavaciones resultaran en éxito. Broom había escuchado que fósiles extraños habían sido encontrados en la cercana localidad de Sterkfontein, por lo tanto, centró sus esfuerzos en dicho contexto, y en la segunda década de 1930 logró resultados. El espécimen de adulto rescatado por Broom presentaba un gran deterioro pero conservaba cuatro dientes, en cuyo análisis se basó para asignarlo al mismo género que el niño de Taung. Posteriores estudios lo llevaron a reconsiderar esta clasificación para asignarle un nuevo género llamado *Plesianthropus*. Pero Broom no descansó ahí. En 1938 había trasladado sus excavaciones hacia una localidad cercana llamada Kromdraai, donde encontró un nuevo homínido parecido a su ejemplar de Sterkfontein, con la diferencia de que este último presentaba una corpulencia general digna de distinción, por lo tanto decidió incluirlo en un nuevo género y bautizarlo como *Paranthropus robustus*; por supuesto, la comunidad científica argumentó que podría tratarse de un simple dimorfismo sexual y el hallazgo no recibió la atención debida.

Con todo, hacia finales de la primera mitad del siglo xx se disponía de una serie de ejemplares fósiles para expresar, con cierto rigor, las siguientes afirmaciones: que el continente europeo había sido habitado por seres muy parecidos a los humanos que no podían considerarse miembros de nuestra especie; que en el continente africano habían existido seres que podían pensarse como estadios intermedios entre los grandes antropoides y el hombre moderno y que los había por lo menos de dos tipos: unos más gráciles que otros; y finalmente, que de las diferencias importantes entre estas especies y los grandes simios africanos se contaba con la evidencia suficiente para sospechar una postura bípeda al caminar.

Al final, y por una serie de eventos y descubrimientos imposibles de mencionar debido a la dimensión de este trabajo, el acuerdo general redujo los hallazgos de Sudáfrica a un género y dos especies: *Australopithecus africanus* para la especie grácil de Taung, Sterkfontein y de otro yacimiento llamado Makapansgat y *A. robustus* a la especie robusta encontrada en Kromdraai.²

Fósiles homínidos del este de África

Los hallazgos provenientes de la zona meridional de África han resultado de lo más interesante por varias razones, entre ellas, la antigüedad de algunos fósiles y la asociación con herramientas de otros. Además, la evidencia es tan espectacular que incluye, por ejemplo, las huellas fosilizadas de algunos miembros muy tempranos de la familia homínida.

El pionero de las primeras excavaciones de esta enorme área del continente africano fue el antropólogo keniano Louis Leaky, que en 1931 y después de cuatro años de búsqueda infértil, encontró, en un profundo cañón conocido como la garganta de Olduvai, a un lado de Tangañica, herramientas de piedra de gran antigüedad que, lamentablemente, asoció con un esqueleto moderno enterrado en la superficie del yacimiento, lo cual no lo hizo ver bien a los ojos de la comunidad científica.

Leaky siguió excavando con su esposa Mary durante poco menos de treinta años, sin conseguir otra cosa que herramienta lítica —lo cual bastaba para que lo financiaran— y un par de dientes y fragmentos de mandíbula que le ratificaban la voluntad de seguir adelante pero mermaban gradualmente su fe en el proyecto, hasta que en 1959, Mary Leaky (de cuya suerte se habla como algo místico) en-

2. El concepto *Paranthropus*, acuñado por Broom, no es en modo alguno descartado por la mayoría de los investigadores. Esta distinción, dicho sea de paso, cada día muestra más utilidad.

contró un cráneo parecido a los ejemplares robustos que Broom había rescatado en la localidad de Kromdraai, al sur de África, pero de inserciones más masivas que incluían una cresta sagital ósea y piezas dentarias más expansivas. Las diferencias de tamaño y la robustez sin igual del aparato masticatorio le bastaron a los Leaky para colocarlo en un nuevo género, bautizando a su ejemplar con el nombre de *Zinjanthropus boisei*.³ Como marca la tradición, la mayoría no compartía sus conclusiones.

El desacuerdo no era solamente que la masividad del cráneo fuese insuficiente para nombrar otro género: Leaky había encontrado en el mismo lecho, herramientas que, suponía, fueron fabricada por su nuevo ejemplar. Ahora bien, él pensaba en los australopitécidos como una rama lateral de los homínidos que no llevaba hacia el ser humano, por lo tanto, suponía que su hallazgo representaba la línea real de conexión directa que une al hombre con los primates del Plioceno, y la prueba era un ser con aspecto primitivo que tenía ya la capacidad de elaborar herramientas.

Con todo, su punto de vista cambió cuando él mismo encontró al verdadero responsable de la creación de dicha herramienta. En la temporada de 1960, fueron encontrados fragmentos de una bóveda craneal y poco después, dos tibias de un homínido grácil, definitivamente bípedo y con un volumen cerebral de entre 680 y 700 cc. A éstos se agregaron fragmentos de mano, cráneo y mandíbula que su hijo, Jonathan Leaky, encontró a sólo unos metros en el campamento vecino. Este nuevo hallazgo parecía relacionarse, en cuanto a su esqueleto poscraneal, más con los australopitécidos gráciles del sur que con su ejemplar robusto, pero la morfología de su cráneo lo vinculaba mucho más a las claras con los restos de *Homo erectus* encontrados por Dubois. La solución de Leaky consistió en aceptar el grado de australopitécido que la mayoría de sus colegas le daban a su ejemplar robusto y, en cambio, considerar al nuevo hallazgo en la clasificación de *Homo*, otorgándole a este último el derecho de manufactura de la herramienta de Olduvai.

Leaky todavía tuvo que pelear por esta clasificación, que al consenso general se le antojaba dudosa debido a la escasa cantidad de fragmentos del cráneo. Pero en 1972, su hijo, Richard Leaky, reportó junto con su colaborador Bernard Ngeneo el descubrimiento de un cráneo completo hallado en Koobi Fora, al margen del lago Turkana, que presentaba un volumen endocraneal de 775 cc, clasificado

3. El nombre *Zidjanthropus* evoca a la zona del este de África, y *Boisei* era el nombre del benefactor económico de Louis Leaky.

como KNM-ER 1470.⁴ Con este hallazgo, la incorporación de *Homo habilis* en el estatus de primer representante del género *Homo* ha quedado asentada, sin que exista para el caso mucha disidencia. Los hallazgos subsecuentes resultarían más impactantes para esclarecer cuestiones más relacionadas con la antigüedad del género *Australopithecus* y la discusión sobre el origen de la marcha bípeda.

Al comienzo de la década de 1970, una expedición dirigida por los antropólogos Donald Johanson y Maurice Taieb comenzó a trabajar en Hadar, una localidad de Etiopía, inmersa en la depresión de Afar, obteniendo resultados inmediatos si se compara el tiempo de su búsqueda con la mayoría de investigadores a los que hemos hecho alusión. En 1973 recuperaron los huesos de una rodilla de 3 millones de años de antigüedad, logrando durante el siguiente año desenterrar el esqueleto casi completo de un mismo individuo de *Australopithecus* que fue clasificado con el nombre de *A. afarensis*, pero que se conoce coloquialmente con el nombre de “Lucy”. A este hallazgo se sumaron en la siguiente temporada 13 individuos más, que si bien no estaban tan completos, se encontraban en un buen estado de conservación.

Las excavaciones en la localidad se vieron interrumpidas por motivos políticos que derivaron en la guerra civil etíope, pero mientras tanto, en Laetoli, localidad de Tanzania, Mary Leaky descubría ejemplares de esta especie datados en 3.5 millones de años de antigüedad. Cuando, una década después, el equipo de Johanson y otro más dirigido por Tim White, de la Universidad de California, Berkeley, pudieron regresar a la localidad de Hadar, descubrieron más fósiles de esta especie, incluyendo un cráneo casi completo y fragmentos de distintas partes del esqueleto.

Las inferencias sobre la bipedestación de *A. afarensis* hechas a partir del esqueleto de Lucy, apenas dejaban dudas sobre su marcha bípeda, pero en 1978 Mary Leaky, una vez más, disipó todas con el increíble descubrimiento de unas huellas fosilizadas en la ceniza volcánica que había cubierto una pequeña porción de tierra en Laetoli. Para rematar, recientemente Philip Tobías y Ronald Clarke encontraron entre su acervo osteológico huesos de un pie australopitecino, que por una humana inadvertencia habían sido clasificados como pertenecientes a fauna asociada en Sterkfontein. Sin importar de qué especie particular resulten, estos huesos parecen dejar resuelto el problema sobre el tipo de marcha en el género.

4. Las siglas que identifican a éste y muchos ejemplares son las iniciales del Museo Nacional de Kenia, ER significa “este de Rodolfo”; Rodolfo era el nombre del lago antes de llamarse Turkana, posteriormente viene el número de serie.

Durante las décadas de 1980 y 1990 siguieron apareciendo importantes hallazgos fósiles (como *A. anamensis*, una especie que posiblemente sea anterior a Lucy o el recientemente descubierto *Homo floresiensis*), que son imposibles de recoger en un capítulo que pretende dar un vistazo general al estudio de la evolución humana.

El propósito de este apretado apartado histórico es el de dejar entrever el puente de evidencia empírica que se desplegó desde que los seres humanos comenzamos a cuestionar la unidad evolutiva de nuestra especie con el resto de los primates, hasta el presente. El objetivo central, no lo olvidemos, es el de reflexionar cómo y por qué estudiamos la evolución humana, por lo tanto, hagamos, ahora sí, algunas reflexiones.

Consideraciones teóricas en evolución humana

Una observación es que la mayoría de la evidencia fósil para descifrar nuestro pasado fue rescatada de forma cronológicamente inversa a su paso por la tierra. Es decir, que los géneros y especies de homínidos más recientes fueron, de modo muy general, encontrados antes que nuestros primeros antepasados. Esto es en parte obvio porque muchos restos fósiles de *Homo* se encontraron en estratos más próximos a la superficie que los de muchos australopitécidos (cuando a éstos no los sacó a la luz la erosión), además de que Europa y Asia fueron los primeros sitios en donde comenzó la búsqueda.

No obstante, no es bueno pensar en una recta ascendente que comienza con los grades simios del Mioceno y culmina con los hombres modernos. La realidad es que diferentes especies de homínidos que aparecieron en épocas muy distintas deben haber, sin embargo, coincidido tanto temporal como espacialmente. Lo que podemos decir con cierta confianza es lo siguiente: hace aproximadamente 5 millones de años la sabana africana fue conquistada, en lo que hace a los primates, por especies que se distinguen de sus antepasados del Mioceno por mostrar cambios adaptativos que principalmente se observan en las morfologías asociadas a la locomoción y la dieta, con un incremento significativo en el índice cefálico. Al margen del que resulte ser el primero de los homínidos entre los 2 y los 4 millones de años, el linaje que lleva hacia nosotros se diversificó en dos grandes grupos. El primero, el de los australopitecinos, ha sido caracterizado más por desarrollar adaptaciones útiles para procesar alimentos vegetales duros, tales como cortezas, los cuales suelen reconocerse como *Australopithecus africanus* (que pudiera deri-

varse en al menos cinco especies gráciles) y tres distintas especies caracterizadas por una morfología masiva, que son *A. robustus*, *A. boisei* y *A. aethiopicus*. El otro grupo, miembro de nuestro mismo género *Homo*, caracterizado por desarrollar grandes cerebros y utilizar herramientas para la caza y consumo de carne, incluye por lo menos dos subgrupos: *H. sapiens* y *H. erectus*, distinguiendo a esta última como un grado del que se pueden derivar por lo menos dos especies.⁵

Estos animales parecen haber tenido su origen en el África meridional, diversificándose hacia el sur y posteriormente hacia el norte para después salir del continente. Las especies representantes del género *Homo* que vivían en África ya mostraban capacidad para elaborar herramientas y presentan, según la evidencia fósil, las áreas del cerebro que hoy en día ocupamos para el habla. Pero los ejemplares y los contextos asociados descubiertos en Europa, indican una mayor cohesión social y una complejización acusada en la manufactura de sus utensilios.

Estos son los datos con los que contamos para descifrar nuestro pasado pero ¿qué conclusiones es posible establecer y cómo podemos disponer de esta información para explicar el advenimiento de la cultura y el origen de nuestra compleja sociedad? Depende de cómo utilicemos nuestro conocimiento científico.

La física o las matemáticas encierran entre sus múltiples bellezas una consecuencia que proporciona tranquilidad: en muchas ocasiones la solución propuesta es la única. No hay demasiadas maneras de pensar sobre el límite de la velocidad de la luz: dadas ciertas condiciones, llega un momento en el que la energía únicamente se transforma en masa sin que el sistema en movimiento pueda aumentar su velocidad; y no hay más que decir al respecto. En realidad, diversas áreas de la biología cuentan con esta ventaja; lamentablemente —pero también por fortuna— la evolución, y en consecuencia la paleoantropología, dejan espacio para amplia discusión.

Una de las razones es que una característica puede ser adaptativa por varias causas. Esto a veces es útil para apoyar explicaciones que se desprenden de nuestra cosmovisión o de ciertas iconografías o usos intelectuales, que forman parte de nuestra idiosincrasia. En lo que resta de este capítulo, me gustaría exponer una manera de concebir la evolución que goza de una aceptación muy amplia y cómo, en mi opinión, ésta debería pensarse.

5. En realidad ésta es una simplificación que pretende argumentar sin entrar en detalles, pero cabe aclarar que la situación es mucho más confusa debido a que no ha quedado bien establecido el papel que desempeñan homínidos tales como *Kenyanthropus platyops*, *Ardipithecus ramidus* o *Australopithecus ghari*, por mencionar sólo algunos hallazgos recientes.

La teoría evolutiva centra su poder en la interacción que tienen la variación aleatoria de material genético y la selección natural de las características morfológicas resultantes de la expresión de dichos genes. La presión selectiva la ejercen las circunstancias ambientales en que se encuentran insertas las poblaciones, por lo tanto, los organismos tienen características adaptadas para la supervivencia y posterior reproducción en dicho entorno; como es de esperarse, los organismos supervivientes presentarán cambios que sirven para ajustarse a las transformaciones graduales del ecosistema en que se desarrollan.

Ésta, que es una verdad como una casa, puede volverse la madre de todas las explicaciones si no le tenemos cuidado. Muchas corrientes de pensamiento —que no cabe discutir aquí— se han servido de los mecanismos evolutivos, utilizándolos como apoyo empírico para sustentar, en el mejor de los casos, hipótesis circulares y, más preocupante, ideologías oscuras.

Pero la gran capacidad explicativa de las inferencias darwinianas también ha servido para elaborar, al interior de la biología humana, algunas conjeturas que pueden parecer simplistas. Entre otras corrientes de pensamiento, la psicología evolutiva o la sociobiología se han basado, para justificar sus suposiciones respecto a la evolución del hombre, en una versión radicalizada en el modelo conocido como “bipedismo/sabana/hominización”, que resumido y con muchas reservas sería así:

A partir de algunos cambios pequeños en el sistema heliocéntrico, se producen cambios drásticos e importantes en los ecosistemas del planeta. Para el caso de África, los bosques tropicales, que en el Mioceno albergaron a los grandes simios de la subfamilia hominoidea, fueron sufriendo un proceso de desertización cediendo paso a la sabana. En este contexto, que se ubica en el Plioceno inferior, aparecen los primeros homínidos abandonados por el refugio, que suponía una vegetación arborícola cada vez más escasa. Este nuevo paisaje sometió a la nueva familia de primates a un proceso de presión selectiva que exigía una posición bípeda capaz de permitirle una menor exposición a los rayos del sol y una visión más profunda del entorno, logrando cambios anatómicos que a la larga incluían la traslación del *foramen magnum* y los cóndilos occipitales hacia la base del cráneo, una nueva morfología en huesos coxales y arqueamiento del fémur, consiguiendo una biomecánica que alteró por completo sus conductas para explotar el hábitat.

La escasa vegetación llevó a este nuevo ser bípedo a cambiar su dieta, condicionando su comportamiento hacia la búsqueda de otro tipo de alimentación, para la cual adquirió un esmalte de mayor grosor en la dentición, que derivó a la larga en

la ingesta de carne y convirtió en carroñero al ejemplar más grácil de esta familia. Las relaciones sociales se estrecharon, y la manufactura de herramientas se inició con la intención de aprovechar el tuétano de los huesos y el máximo de los restos encontrados. Con el mejoramiento de las herramientas y el estrechamiento de las relaciones sociales, se pasó del carroñeo a la caza, comenzando la división del trabajo y la interacción selectiva entre individuos. Desde este momento, todo puede explicarse mediante una retroalimentación positiva que promueve la generación de un comportamiento cada vez más complejo que necesita, como es natural, un correlato neurológico.

La marcada diferencia en el índice cefálico, que con relación a otros homínidos se presenta en *Homo sapiens* se debe, desde este punto de vista, a que la creciente cohesión social comenzó a funcionar como una presión selectiva para garantizar la adquisición y explotación de los recursos, en un medio en donde las alternativas eran pocas. Abrazar esta idea implica asumir compromisos con cinco supuestos polémicos:

- Que el crecimiento cefálico guarda en todo momento una correlación directa con la complejidad social y cultural.
- Que el cerebro homínido ha evolucionado mediante la superposición gradual de módulos especializados para tareas complejas y específicas.
- Que la extensión gradual del cerebro se debe a la incorporación de estos módulos.
- Que muchas de las áreas especializadas del cerebro evolucionaron desde su estadio más simple para servir a un propósito concreto.
- Que la postura bípeda, la liberación de los miembros superiores y la búsqueda colectiva de alimentos constituyen la clave que enmarca el fenómeno.

El correlato adaptativo de esta evolución en mosaico basa su argumentación en el más ortodoxo gradualismo y su iconografía en la marcha del progreso, estampada en la mitad de libros y carteles, cuyo tema es la evolución humana y que nos recuerda cuán asentada en nuestra visión del mundo sigue estando la cadena aristotélica del ser.

Armados con esta lógica, podemos proponer una secuencia de acontecimientos: costumbre de compartir comida, cooperación social, uso de herramientas, caza, re-

colección, agricultura, contrato social y, por supuesto, un registro fósil coherente en apariencia: *Australopithecus*, *Homo habilis*, *Homo erectus*, *Homo sapiens*. Para complicar más las cosas, tenemos el innegable hecho de que en toda amalgama de datos y conclusiones existe un fondo de verdad: después de todo, las especies y los comportamientos mencionados son una realidad; más difícil de justificar son sus relaciones. Veamos por qué.

Es muy distinto, por un lado, nombrar las razones por las cuales un cerebro evolucionó hasta su forma presente y, por otro, explicar cómo lo hizo. Un linaje promueve su existencia filogenética con base en ajustes readaptativos, por lo tanto, es de esperar que la mayoría de caracteres complejos tenga un sentido utilitario, apreciable a la vista, sin que de esto se siga un procedimiento obvio para lograr dicha formación. En otras palabras, un órgano especializado como el cerebro puede justificar su existencia a partir de todas sus funciones, sin que por eso tengamos que concluir que cualquiera de éstas fue una necesidad antes de aparecer. Las estructuras bióticas no son entidades pasivas a la expectativa de una mutación afortunada que les permita comportarse como el siguiente estadio de un proceso óptimo. Para comprender la especialización de un sistema complejo de entidades múltiples que funciona como un solo carácter, hay que identificar primero cómo explota y acopla un organismo, para soluciones futuras, las opciones ya presentes.

La solución se encuentra en el modelo comúnmente llamado “de exaptación y adaptación”, el cual presenta una alternativa a la idea de la expansión del índice cefálico como expresión de demandas directas para la supervivencia de los homínidos. Para su mejor comprensión veamos primero qué se entiende por “exaptación”.

En ocasiones, los cambios ambientales energéticos obligan a los organismos a utilizar, de una nueva manera, ciertas estructuras explotadas con otros fines, cambiando por completo el curso de su especialización y obligando a éstas a reasignar sus partes en sentido de una nueva función. El pez pulmonado, por ejemplo, no prepara su organismo en aras de conquistar la tierra, pero sus descendientes lograron sobrevivir a la desecación del paisaje acuático, enfrentado el reto de adecuar sus miembros hasta poder utilizarlos para la marcha. Este es, en muchos sentidos, el nacimiento de la línea de los reptiles. Cuando una característica que tiene relativamente poca importancia comparada con el resto del soma, se vuelve una herramienta crucial para la supervivencia, de modo que se empieza a sobreexplotar cambiando su tipo de especialización, se dice que sufrió una exaptación. Naturalmente, una vez que ha incrementado lo suficiente su eficiencia, vendrán reajustes

adaptativos comunes, proporcionando a esta morfología un carácter innovador. De esto, la vida está llena. Basta con pensar en la capacidad de las aves para volar a partir de reptiles que generaron plumas para calentarse, o la membrana alantoides utilizada como bolsa para desecho en los embriones de huevo con cáscara dura, que en muchos sentidos es precursora de la placenta de los mamíferos. La exaptación, con reajustes adaptativos posteriores, explica la reasignación y acoplamiento de estructuras, mostrándonos cómo la evolución no tiene que comenzar desde cero el camino hacia la complejidad. La función y la reasignación han resultado ser el mejor consuelo para todo evolucionista que haya pensado lo suficiente en un oso hibernando.

De este mismo modo, tal vez muchas de las innovaciones importantes en la evolución de los homínidos no comienzan como la resolución a los problemas que nos parecen obvios sino a otros que, si bien percibimos menos románticos, son igual de vitales y que por supuesto nos llevarían a reconsiderar tanto nuestra visión del proceso como la iconografía lineal con que representamos el fenómeno. Por ejemplo, es posible que los primeros cambios morfológicos para lo que luego sería la bipedestación provengan de la necesidad, por parte de una línea de hominoideos del Mioceno, de realizar la digestión en posición erguida, pudiendo así comer durante periodos prolongados. El cambio en la dieta debió influir en la pérdida de un aparato masticatorio robusto, y en una línea de homínidos del Mioceno dejó espacio libre para un crecimiento cerebral que, por cierto, puede ser consecuencia a su vez, de este mismo cambio de dieta. Un cerebro en expansión tendría dos opciones para mantener una dinámica de sinapsis que no ponga en peligro su movimiento músculo-esquelético: desarrollar neuronas gigantes con dendritas supermielinizadas o mantener el tamaño, la distancia y el número de conexiones sinápticas dividiéndose por esto en áreas. De ser cierto esto último, tal vez no debamos pensar en la zonas especializadas del cerebro como regiones monolíticas de incorporación gradual sino como zonas densificadas con antelación que sólo posteriormente se especializaron en el sentido que hoy sabemos que tiene.

Todas estas alternativas nos llevan a pensar en una evolución que opera, en nuestro género, mediante la ramificación de líneas en el interior de la familia de los homínidos que sufrieron una multiplicidad de estadios emergentes y quizá, por qué no, el proceso después de todo sea lineal. Lo que queda claro es que el camino a la cultura podría tener en muchos de sus nodos razones menos culturales

que las que imaginamos. La evolución, en muchos sentidos, consiste en explicar la complejidad mediante los pasos más sencillos.

Bibliografía

Boyd, Robert y Joan Silk

2001 *Cómo evolucionaron los humanos*, Barcelona, Ariel.

Cela Conde, Camilo José y Francisco Ayala

2001 *Senderos de la evolución humana*, Madrid, Alianza Editores.

Darwin, Charles

1980 (1871) *El origen del hombre y la selección en relación al sexo*. México, EDAF.

1983 (1859) *El origen de las especies*, España, Sarpe.

Eldredge, Niles e Ian Tattersall

1986 *Los mitos de la evolución humana*, México, FCE.

Gould, Stephen

1983 *El pulgar del panda*, Barcelona, Crítica.

1999 *La montaña de almejas de Leonardo*, Barcelona, Crítica.

Hinde, Robert

1974 *Biological basis of human social behaviour*, Nueva York, McGraw-Hill Book Company.

Johanson, Donald y B. Edgar

1996 *From Lucy to language*, Nueva York, Simon and Schuster Eds.

Kaas, John

1999 *Mente y emoción*, Barcelona, Tusquets.

Martínez, Sergio y León Olivé (comps.)

1997 *Epistemología evolucionista*, México, Paidós-UNAM.

Mithen, S.

1998 *Arqueología de la mente. Orígenes del arte, de la religión y de la ciencia*, Barcelona, Crítica.

Morín, E.

1972 *El paradigma perdido*, Madrid, Kairós.

Stringer, C. y P. Andrews

2005 *The Complete World of Human Evolution*, Londres, Thames & Hudson.

Waal, Franz de

2001 *El simio y el aprendiz de sushi*, Barcelona, Paidós.

Wilson, Meter

1984 *El hombre como promesa. Las condiciones de la evolución humana*, México, FCE.

3. Antecedentes históricos para la constitución de la antropología física evolutiva en el siglo xx¹

José Luis Fernández Torres

Introducción. El programa darwiniano

Es conocido por todos nosotros que el interés antropológico de la teoría de Darwin inicia con un periodo de escepticismo generalizado, a causa de la influencia tanto del pensamiento ilustrado y del empirismo como del romanticismo alemán. Posteriormente, a mediados del siglo xix, con Thomas Henry Huxley, se desarrolla el periodo agnóstico de la investigación, en el que las pruebas de la evolución son buscadas minuciosamente en la morfología comparada de diversas especies de mamíferos, pero sobre todo de primates.²

Por ejemplo, en 1863, Huxley publica *Evidence as to Man's Place in Nature*; en 1866, Ernest Haeckel, *General Morphologie*; y en 1898, en Londres, William Henry Flower publica *Essays on Museums and Other Subjects Connected with Natural History*, que es una

1. Estas notas corresponden a las actividades del cuerpo académico Antropología y Salud en Sociedades Contemporáneas, que coordina la doctora Florencia Peña en la ENAH.

2. Para la historia y filosofía del movimiento agnóstico consultar Velarde [1996].

colección de artículos previamente publicados en los que hace énfasis en la importancia fundamental que tiene el conocimiento de la anatomía comparada, tanto para la antropología como para la biología general.

Pero a finales del siglo XIX se manifiesta una oposición a la determinación morfológica de la evolución orgánica por parte de un grupo de jóvenes naturalistas que buscan las pruebas del proceso evolutivo en los datos experimentales y no únicamente en los datos de la anatomía comparada; esta reacción se caracterizó por un profundo escepticismo hacia los resultados de la interpretación morfológica. Así, surge un nuevo sistema de creencias científicas fundamentadas en pruebas experimentales.

Pero el camino fue largo y tortuoso para el triunfo del darwinismo debido a la reacción de las generaciones postdarwinianas contra Huxley, Haeckel y Weissman fundamentalmente; considero que, desde este enfoque, en la biología del siglo XIX el control del conocimiento de la vida se ejercía a partir de las ciencias morfológicas, anatomía, embriología y paleontología, representadas por Huxley, Haeckel, Weissman, Gegenbaur, Flower, entre otros.

De tal forma que en la época postdarwinista, el pensamiento evolutivo desarrolla dos líneas de investigación, por un lado, una propiamente evolutiva que se centra en la explicación de la filogenia de las especies, y otra línea metodológica que emplea el concepto de selección natural como una generalización inductiva para explicar el origen de éstas, a causa de la fuerte influencia del pensamiento de John Hershell, John Stuart Mill y William Whewell en la Inglaterra de la época victoriana.

Como ya sabemos, Darwin tarda veinte años en establecer cadenas de transformación, es decir, en establecer desplazamientos, modificaciones y traslados de las redes de sus intrincados intereses, que se manifiestan en su obra magna: *Origin of Species by Means of Natural Selection*.

En este contexto, el caso más notable de enrolamiento en la construcción de cadenas de transformación, a finales del siglo XIX, ocurre en Alemania con el grupo berlinés que se dividía en dos vertientes: por un lado, los materialistas médicos encabezados por Hermann von Helmholtz y Ernst Brücke, y los naturalistas, principalmente fisiólogos botánicos como Julius Sacks, maestro de Jacques Loeb y de Hugo de Vries.

El grupo de Berlín florece hacia 1880 cuando Wilhem Roux (1850-1924) aplica los procedimientos experimentales desarrollados por la física, la química y la fisiología, a problemas embriológicos y constituye un verdadero programa

de investigación del tema, que conduce a la elaboración de la teoría del mosaico. Roux realiza varios experimentos en embriones de rana, con el fin de verificar o refutar dicha teoría:

La teoría del mosaico sostenía que las partículas hereditarias de la célula se dividían de manera cualitativamente desigual durante las divisiones celulares. A cada división, las dos células hijas pasarían a tener potencialidades hereditarias diferentes [Allen, 1983:88].

Si la hipótesis del desarrollo desigual resultaba verdadera, entonces al destruir el blastómero en fase de mórula o de gástrula daría por resultado un embrión deformado y, en consecuencia, con la diferenciación embrionaria resultante, se verificaba la hipótesis del mosaico. Mientras que si la hipótesis del desarrollo desigual, contenida en la teoría del mosaico, era falsa, entonces al destruir el blastómero no se apreciaría defecto notable alguno en el producto.

En consecuencia, el experimento de Roux pretendía falsar la teoría. Cuando en la etapa 2 destruye con una aguja (gástrula) los blastómeros de embrión de rana, obtuvo medios embriones asimétricos; uno con las células mal desarrolladas y otro con células bien desarrolladas, por lo tanto el embrión completo estaba deformado. Por lo tanto este experimento demostró que la teoría del mosaico era verídica y a la conjunción asimétrica del embrión resultante le llamó, hacia 1900, *sistema equipotencial armónico* [Allen, *op. cit.*]. Estos experimentos se constituyeron en 1890, de hecho, en el Programa de Investigación Embriológico, pero su novedad consistió en que Roux se apoyó en los métodos experimentales desarrollados por físicos, químicos y fisiólogos de la época. Este programa de investigación sobre la mecánica del desarrollo evolutivo es el famoso *Entwicklungsmechanik*.

El objetivo de este programa consistía en explicar, con los recursos de las ciencias experimentales, los mecanismos de producción de los cambios durante el desarrollo, es decir, la causalidad del desarrollo.

Para Roux, dicha causa no era la filogenia, sino la estructura física y química del organismo la que producía las transformaciones embriológicas. Thomas Hunt Morgan siguió este programa para construir su teoría del gene y convertirse en uno de los artífices de la nueva ciencia de la genética; en este contexto, los investigadores de la herencia biológica, fundamentalmente la escuela biométrica de Galton, se preguntaban ¿la herencia es continua o discontinua?, ¿sobre cuál tipo

actuaba la selección natural? y ¿qué tipo de variación se hereda, la continua o la discontinua?

Para salir, o intentar salir de estas dudas, postularon que el tipo de variación que no se hereda no tiene importancia para la evolución, recordando que Darwin, en *El Origen*, decía que la selección natural actuaba sobre variaciones de carácter más o menos continuas, aunque no pudo demostrarlo, o mejor dicho su interés no era ése. Este postulado llegó a ser conocido como la herencia intermedia [Allen, 1983].

La tradición biométrica

Como sabemos, los mecanismos de la herencia y la variación fueron propuestos en 1865 por Gregor Mendel, a partir de dos principios, que en el siglo xx fueron postulados como leyes: la recombinación y la segregación independiente de caracteres.

También sabemos que en 1859, sin tener conocimiento de la existencia de Mendel, Darwin elaboró una explicación de la transmisión hereditaria que denominó teoría de la pangénesis de la herencia mezclada, formulada en su trabajo sobre la variación de las plantas cultivadas. Esta doctrina afirma que los descendientes son el producto de la mezcla de las características de ambos padres, así la explicaba Darwin en *Nature*:

Supongo que las unidades arrojan gránulos diminutos que se dispersan a través de todo el sistema; que estos, cuando se les proporcionan los nutrientes adecuados, se multiplican por autodivisión, y se desarrollan finalmente en unidades similares a aquellas de las que se derivaron originalmente. Estos gránulos pueden ser llamados gémulas [...] constituyen el sistema sexual y su desarrollo en la siguiente generación forman un nuevo ser [...] estos supuestos constituyen una hipótesis provisional, que llamo pangénesis [Portugal y Cohen, 1977:92].

Aunque esta teoría era inconsistente puesto que si la descendencia era el producto de este fenómeno, entonces no podía haber variabilidad en la naturaleza. Darwin no pudo resolver el problema.

Paradójicamente, su primo, Francis Galton, había realizado experimentos de transfusión sanguínea en conejos para refutar experimentalmente la teoría de la pangénesis; pretendía alterar las características hereditarias de los animales que recibían la sangre, pues creía que las gémulas circulaban por el flujo sanguíneo. Como esto nunca ocurrió, Galton concluyó que la teoría de la pangénesis era

incorrecta y postuló que la herencia entre padres e hijos sería mejor explicada suponiendo una relación de continuidad sólo entre los factores responsables de la producción de las células germinales, más que a partir de la continuidad de la totalidad de un organismo a otro [Portugal y Cohen, 1977].

Sin embargo, los estudios de los biometristas fueron de fundamental interés para la antropología física, pues ellos investigaron estadísticamente el problema antes de 1900, cuando Francis Galton postuló la ley de la regresión filial, según la cual los descendientes de cada generación se parecen más al promedio de la población que a la media de sus padres.

Aunque en los primeros años del siglo xx la escuela biométrica no seguía los preceptos darwinistas pues rechazaban la teoría de la pangénesis, mucho menos seguían a los mendelistas, digamos que los biométricos estaban anclados en la disciplina de la biología humana, basándose en las mediciones antropométricas realizadas por el pionero Francis Galton en el laboratorio que había creado en el *University College London* [Allen, 1983; Olby, 1991].

Francis Galton (1822-1911) en Inglaterra fue el primero en aplicar métodos matemáticos y antropométricos a sus ideas acerca de la herencia. A partir de investigaciones realizadas en gemelos idénticos demostró la permanencia hereditaria de las huellas dactilares y creó un sistema para su clasificación que aún se emplea en antropología física; hacia 1869 intentó mostrar, con métodos cuantitativos, que las capacidades mentales eran hereditarias y no debidas al efecto del ambiente, y además creía que las capacidades deseables en el ser humano podían aumentarse por medio de programas educativos. En 1883 acuñó el término eugenesia para referirse a los métodos que podían lograr tal perfección. A pesar del rigor científico que subyace en la obra de Galton, esta disciplina se transformó, en el mejor de los casos, en una ideología científica hacia finales del siglo xix.

En los primeros años del siglo xx, Karl Pearson (1857-1936), el discípulo más importante de Galton, continúa el programa de investigación galtoniano para establecer líneas precisas de investigación somatológica, con objetivos eugenésicos, conocido como biometría.

Aunque antes de 1858 Darwin había postulado la teoría de la herencia mezclada o pangénesis, que fue rechazada, entre otros, por Francis Galton, fue necesario que las leyes de Mendel fueran redescubiertas en 1900 para que empezara un proceso de verificación cuantitativa de estos principios a partir del análisis de la totalidad de la población. En este contexto, el reconocimiento de los mecanismos

de la herencia condujo a un crecimiento más o menos rápido del conocimiento de la transmisión hereditaria, que hacia 1906 recibió el nombre de genética, gracias a William Bateson.

La síntesis evolutiva

Los aspectos señalados tanto para la teoría de Darwin como para la de Mendel constituyen los rasgos fundamentales en el estudio científico de la evolución biológica, aunque el establecimiento de la ciencia normal evolutiva, en términos de Kuhn, se realiza hasta principios de 1930, cuando se empieza a demostrar fehacientemente que el darwinismo era plenamente compatible con los nuevos resultados que arrojan las investigaciones genéticas. Fue precisamente en esta época cuando fueron establecidas las condiciones científicas, sociales y técnicas para la elaboración de una *síntesis* de prácticamente todos los conocimientos biológicos generados hasta ese tiempo. Así, la paleontología, la ecología, la genética, la anatomía, la bioquímica y las matemáticas se integran, bajo la vigilancia epistemológica de la tradición darwinista, para producir la sólida *Teoría sintética de la evolución*.

La integración de mendelismo, darwinismo y matemáticas se inicia hacia 1920, cuando también se realiza la primera síntesis entre embriología y genética.

Sin embargo, es hasta 1930 cuando se dieron las condiciones científicas necesarias para la síntesis evolutiva; inició la integración teórica del mendelismo, la historia natural y el neodarwinismo, a partir de los avances en citología con los de la embriología y la bioquímica por un lado, y los de la genética con la ecología, de lo cual se construyó un enfoque poblacional gracias a que se superan los obstáculos epistemológicos, generados por el antagonismo decimonónico entre naturalistas y experimentalistas. Los debates entre biometristas y mendelianos acerca de la continuidad o discontinuidad de las variaciones como materia prima de la evolución, y la concepción general de que la evolución es un cambio en los individuos más que en las poblaciones, eran obstáculos que determinaban una concepción de las especies como tipos individuales.

Entre 1920 y 1930, los darwinistas aún no sabían cómo demostrar la necesidad de los estudios evolutivos, mientras que los biométricos aportaron un estilo estadístico de pensar los problemas de la herencia en grandes poblaciones, es decir, un enfoque poblacional de la herencia; en este enfoque se manifiesta la influencia de John Burton Sanders Haldane y de Ronald A. Fisher. Antes de 1940, existía la creencia de que la evolución por selección era un proceso demasiado lento como

para que lo pudiera observar un ser humano en el curso de su vida, y cuyos efectos sólo podían apreciarse en grandes tramos del tiempo geológico [Allen, 1983].

Hacia 1937, se demuestra que esta creencia —que funcionaba como una teoría poderosa y como una forma convergente de pensamiento— es falsa, cuando Dobzhansky y un equipo de colaboradores se dedican a recolectar moscas de la especie *D. pseudobscura*, en intervalos geográficos regulares desde California hasta Texas y las colocan en una urna de malla fina con ambientes que reproducen los climas naturales en las que fueron recolectadas. Gracias a esto se convierten en los elementos traductores por excelencia, lo que vino fue el proceso de construcción de inscripciones en el laboratorio³ [Latour y Woolgar, 1986], estas inscripciones son generadas por dispositivos o actores no humanos llamados inscriptores; es decir, la tecnología de una disciplina y de un laboratorio [Latour, 2001].

En 1930, Erwin Fisher construyó, en su libro *Genetic Theory of Natural Selection*, una teoría abstracta, muy axiomatizada, con un aparato matemático ininteligible para los naturalistas, pues se había formado en la tradición biométrica. En esta obra, que el mismo Dobzhansky se declaró incapaz de comprender plenamente, Fisher pone en relación la genética con la selección natural, pero no con otros factores que intervienen en el proceso evolutivo, como migración, aislamiento y recombinación de genes, en consecuencia no establece los fundamentos para relacionar a la genética de poblaciones con la teoría de la evolución. En este contexto, Fisher no pretendía que los modelos matemáticos trataran todos los factores del proceso evolutivo, su enfoque no era sintético sino que le dio un tratamiento matemático riguroso a los factores primordiales, demarcó la variación genética y los errores de muestreo, de las influencias ambientales. Fueron otros investigadores los encargados de aplicar estos modelos a la genética de las poblaciones naturales.

Por otra parte, Haldane combinó los conocimientos matemáticos con problemas genéticos de las poblaciones, su interés fundamental era indagar la naturaleza y origen de la dominancia y qué factores influían en la aptitud genética de los organismos.

Finalmente, Wright investiga la determinación cuantitativa de los factores que alteraban el equilibrio genético como migración, selección y emigración, a partir del tamaño y distribución geográfica de las poblaciones, lo que se conoce como el efecto Sewall Wright.

3. Latour y Woolgar, apoyados en el filósofo francés Jacques Derrida, nos dicen que una inscripción es el conjunto de manchas, rayas, esquemas, y en general todos los registros que emplean los científicos, principalmente en los laboratorios, y que no se publican tal cual.

Para Sewall Wright, el equilibrio genético consistía en un equilibrio fisiológico pero probablemente influido por la termodinámica en tanto que correspondía a los sistemas vivos, considerados sistemas cerrados por la permanencia del medio interno ante los cambios externos, mientras que el equilibrio genético, en tanto que el sistema evolutivo era abierto, modificable por los cambios del medio externo.

En consecuencia, el concepto de equilibrio genético permitió apreciar cuantitativamente que la adaptación se produce a partir de la interacción de dos fuerzas: la duplicación génica y la tendencia a que la variación aparezca en determinadas ocasiones, en el sistema total de los genes.

Así, el original y metafórico principio de la selección natural formulado por Darwin, aun antes de redactar *El Origen*, en 1859, sería traducido, hacia 1950, a una teoría explicativa de cómo se originan las especies por medio de la selección natural, a partir de una serie de constitución de cadenas de transformación de diversas disciplinas de las ciencias biológicas como taxonomía, agricultura, veterinaria, zoología, paleontología, geología, ecología, biogeografía, anatomía comparada [Bowler, 1998] y, de manera fundamental, de la antropología física. Considero que esta cadena de transformación la inició Sherwood Washburn en 1950 [v. Washburn, 1972].

Este proceso tomó tres direcciones, la primera consistió en el análisis de la composición genética de las poblaciones naturales mediante la combinación de estudios de campo y análisis citogenéticos de laboratorio; la segunda fue el estudio de los procesos de especiación, su naturaleza y sus características en condiciones de campo, principalmente gracias a las investigaciones de Ernst Mayr en zoología y de Geylard Stebbins en botánica; finalmente, la tercera dirección se orientó a la constitución de modelos más complejos que incluyeran no sólo factores genéticos y evolutivos, sino también ecológicos y su multitud de interrelaciones [Allen, 1983].

Gracias a estos avances, entre 1937 y 1947 inicia la síntesis moderna de la teoría evolutiva, que sería complementada y consolidada por las investigaciones del zoólogo Ernst Mayr y el paleontólogo George Gaylord Simpson.

Hacia 1944, el paleontólogo George Gaylord Simpson retoma la importancia del tiempo geológico en el estudio del registro fósil de vertebrados. Postula que la evolución de taxa superiores como superfamilias, familias y géneros ocurren a través del tiempo a partir de los mismos procesos que originan a las especies y subespecies. Para explicar su teoría demarca la macroevolución como el proceso responsable de la formación de categorías superiores al nivel de especie, y microevo-

lución al proceso formador de especies y subespecies. Ambos procesos están en función tanto del tiempo o ritmo como del modo de la evolución [Simpson, 1944].

En la década de los años cuarenta, Julian Huxley postulaba que la evolución se podía abordar científicamente gracias a dos conceptos integradores de la biología evolutiva: organización y continuidad, ambos como elementos sistematizadores de la investigación evolutiva [Huxley, 1960]. Estos conceptos explican lo que Simpson llamó el modo de la evolución, la dirección del cambio evolutivo mediante la selección natural y el aislamiento geográfico y reproductivo que correspondía a la organización, mientras que la mutación y la recombinación génica son los responsables de la continuidad en la filogenia de las especies, aunque esto no implicaba la transformación de una planta en un animal. Para esa época, el ritmo y el modo de la evolución ya formaban parte constitutiva de la Teoría sintética.⁴

Así, la moderna biología evolutiva se apoyó ampliamente en la genética y la biología molecular, pero no se confundió con estas disciplinas, sólo se emplearon como elementos ordenadores [Stebbins, 1979].

La síntesis antropológica de Washburn

Con estos avances conceptuales y el establecimiento de la estructura molecular del DNA, hacia 1960 la teoría sintética penetra en la investigación de la antropología física en tres campos: la filogenia primate a nivel de inmunología comparada; la paleoantropología y la adaptación, los cuales se convierten en modelos ordenadores de lo que el antropólogo físico norteamericano Sherwood Larn Washburn había denominado, en 1951, la Nueva Antropología Física [Washburn, 1972].

En 1951, Washburn expresó la necesidad de integrar los avances de la genética, la sistemática, la anatomía funcional y la paleontología a los estudios de evolución humana. Cuando recordaba los cambios sufridos en las ciencias biológicas, afirmaba que:

La antropología física está sufriendo el mismo cambio. La genética de poblaciones se presenta ante los antropólogos físicos con un esquema conceptual claramente formulado y experimentalmente verificado. La aplicación de esta teoría a los primates es la tarea inmediata de la antropología física [Washburn, 1972:2].

4. Se dice que una disciplina x, forma parte constitutiva de otra, z, si el conocimiento de x es indispensable para que opere z, pero cada una conserva su autonomía epistemológica.

En esa época, la década de los años cincuenta, Washburn sostuvo que hasta ese momento no había gran desarrollo de la antropología física debido a la persistencia de la tradición técnica heredada de la biometría de finales del siglo XIX. Tal estrategia basada en el cómputo de índices y estadísticas proyectaba métodos generalizados de observación, comparación y medición; este investigador demostró que para el estudio de cualquier tema, evolución, crecimiento, raciología, tipología o morfología, los métodos empleados eran los mismos, es decir, predominaba el pensamiento tipológico de la centuria decimonónica.

Por estas razones, desde la Nueva Antropología Física, el área de interés fundamental debía ser algo más que adoptar y adaptar la terminología de la genética a la comprensión de los procesos filogenéticos en los primates y las causas de la variación humana. Debía hacer estudios que fueran acordes con las implicaciones de la moderna teoría de la evolución, a la luz de los conocimientos que se tenían hasta entonces:

El proceso de evolución como es entendido por el genetista, es el mismo para todos los mamíferos. La composición genética de una población puede ser descrita en términos de frecuencias de genes. La modificación de esas frecuencias resulta en evolución que es causada por selección, mutación, deriva y migraciones. Las mutaciones y migraciones introducen nuevos elementos genéticos en la población. Pero la selección sobre el fenotipo, adaptando a los animales a su ambiente, es la causa primaria de la alteración en las frecuencias de genes [...] esto es posible en gran parte gracias a que los mecanismos del cambio evolutivo son ahora entendidos, claramente formulados y experimentalmente verificados [...] por ejemplo, las razas deben estar basadas en el estudio de las poblaciones. No hay manera de justificar la división de una población mezclada en tipos raciales. Esto no es suficiente para establecer que las razas se deberían basar en rasgos genéticos; las razas que no puedan ser reconciliadas con la genética no deberían ser consideradas. Si estamos interesados con el proceso de evolución, la tarea del antropólogo es clara. No tiene nada que ofrecer sobre mutación, pero puede hacer contribuciones respecto a la migración, deriva y selección [Washburn, 1972:3-4].

Para Washburn, antes de investigar la acción de la selección natural, es necesario saber algo de la historia de la población, desde hace cuánto tiempo un pueblo ha estado en una área determinada, y la interpretación de la situación genética demanda un entendimiento de historia cultural. Asimismo, se requiere

tener en cuenta que si la gente se adapta al frío por selección o por cambio en su modo de vida altera completamente la interpretación de la distribución de sus rasgos físicos.

Respecto a la deriva genética, explica que es de fundamental importancia tomar en cuenta el tamaño de la población y cómo está determinado por el modo de vida; la solución a esta dificultad requiere la colaboración activa de arqueólogos, etnólogos, lingüistas e incluso morfólogos.

Cuando aborda el tema de la selección afirma que la adaptación no es suficiente para explicar que una forma es producto de la selección sino que el problema real consiste en determinar la naturaleza precisa de una adaptación particular. En esa época, el interés de Washburn es la morfología funcional: la relación forma-función. Postula que en la morfología de los primates, y en particular en los humanos, existen complejos adaptativos que pueden variar independientemente. El tema central sobre el que se desarrollaría su trabajo fue la hipótesis de que el principio motor de la evolución de los primates hacia la forma homínida fue la selección de tres complejos funcionales. El primero, que determinó la transformación de braquiador a no braquiador, consiste en la anatomía funcional tórax-brazos; el segundo, responsable de la adquisición de la postura erecta en la evolución de los homínidos, compuesto por la modificación morfológica de los miembros inferiores; y el tercero, que consiste en la transformación de la cabeza, como resultado de la evolución del cerebro [Washburn y Moore, 1986].

Por lo tanto, el análisis funcional de la mandíbula en la metodología de Washburn resultó fundamental para demarcar sistemas independientes y mostrar cómo estas diferencias tienen sentido en términos de adaptaciones diferenciales. En su intento por sacudir el pesado lastre de la tradición morfométrica, hace cincuenta años, se tenía la esperanza de que eventualmente se pudieran llegar a comprender qué mecanismos genéticos están involucrados en la determinación de tales complejos: “Las mediciones promedian la anatomía de tal forma que es útil buscar el modo de herencia de la longitud de la mandíbula como buscar los genes del índice cefálico” [Washburn, 1972:7].

Dichos complejos, que se observan en organismos vivos, se hacen coextensivos en el material osteológico para determinar si en el pasado dichos complejos funcionales fueron adaptativos o no, y lo más importante, para la antropología física, es cómo se reconocieron e interpretaron por los antropólogos de las décadas pasadas. Dichas interpretaciones se configuran en sistemas de creencias denominadas

teorías paleoantropológicas, en los últimos años del siglo XIX, pero sobre todo en la primera mitad del XX. Tales sistemas de creencias estuvieron rodeados de conocimientos públicos, que no necesariamente eran creencias populares, configurados principalmente a partir de valores no científicos, producto de estilos culturales de pensamiento y por sistemas de valores científicos, provenientes de las comunidades científicas, en un intento por explicar el problema de la evolución humana, mediante una estructura simétrica de conocimientos.

Desde este enfoque, un tema pertinente a la historia de la antropología física es explicar si la teoría sintética de la evolución tradujo algo en antropología física, hacia 1950, como lo postuló Sherwood Washburn, o se trató solamente de un programa regresivo de investigación, en el sentido que Imre Lakatos le dio a este concepto.⁵ En general, se trata de saber si ocurrió un proceso de traducción de la teoría sintética en la antropología física o sólo se trató de un fenómeno de difusión en el que se agregaron algunos elementos novedosos a los hechos ya conocidos e investigados por la antropología física tradicional.⁶

En este contexto, como punto de partida, tenemos el caso del *Simposium Burg Wartenstein*, celebrado en Austria, cuando Morris Goodman [1963] presenta los resultados de sus investigaciones que tendían a demostrar que los póngidos africanos chimpancé y gorila estaban más emparentados con el hombre que con el orangután.⁷ En consecuencia, Goodman propone el reacomodo taxonómico de estas especies en la familia *Hominidae* y agrupa al gorila y al gibón en la familia *Pongidae* [Goodman, 1963].

A partir de 1966, el antropólogo Vincent Sarich y el bioquímico Allan Wilson, con base en la constancia de las tasas de cambio en las proteínas y asumiendo la existencia de mutaciones selectivamente neutras —supuesto postulado independientemente y antes de los trabajos de Motoo Kimura—, construyeron un reloj molecular de la albúmina mediante la aplicación del método de fijación de

5. Para Lakatos [1998] un programa de investigación es regresivo si solamente reacomoda los hechos ya conocidos en un campo de investigación, y es progresivo si es capaz de descubrir nuevos fenómenos y predecir hechos nuevos.

6. Por tradicional me refiero a que la antropología física está inserta en una tradición de investigación y, en consecuencia, cumple sus requisitos.

7. Los experimentos de Goodman con inmunoglobulinas mostraban claramente que ésta y otras proteínas séricas de chimpancé, gorila y hombre tienen secuencias de aminoácidos muy semejantes, mientras que las del orangután poseen cadenas distintas, lo que sugiere un origen monofilético entre los póngidos africanos y el hombre.

micro-complemento con el que en 1967 calcularon el tiempo de ramificación filogenética entre póngidos y humanos en 5 millones de años. Una vez construido el *reloj* con los datos sobre *albúmina*, la evolución molecular pudo ser calibrada a nivel experimental.

Con estas bases científicas en mente, tanto Goodman como Sarich estuvieron en condiciones de postular la cercana correspondencia molecular entre los póngidos africanos y el hombre como demostración del origen monofilético de Hominoidea.

A partir de esta época, ocurrieron hechos importantes para la historia de la antropología física. En lo sociopolítico, la confrontación entre intereses extraepistémicos y epistémicos se hizo evidente casi de inmediato; desde el poder de los científicos⁸ el enrolamiento se manifestó en la formación de grupos en pro y en contra de la antropología molecular, que establecieron férreas negociaciones de sus respectivos intereses, en primer lugar, con la construcción de laboratorios especializados, sobre todo en la Universidad de Berkeley, y de nuevas redes de actores, constituidas por bioquímicos, inmunólogos, paleoantropólogos y primatólogos. En segundo lugar, se obtuvieron nuevas partidas presupuestales que antes no estaban consideradas para investigaciones de esta naturaleza [Lewin, 1983].⁹

Científicamente, se formaron dos tradiciones de investigación: la de Berkeley, con énfasis en la obtención de datos moleculares y el apoyo decidido y entusiasta de Sherwood Washburn a las investigaciones de Vincent Sarich y Allan Wilson, cuyos resultados cuantitativos, obtenidos mediante la técnica de fijación de micro-complemento, los llevaron a la conclusión de que las albúminas de chimpancé y de hombre evolucionaron independientemente, los tradicionales homínidos fósiles se habían traducido en homínidos moleculares. Mientras que la otra tradición, con sede en la Universidad de Yale, desde sus instalaciones, deja sentir el escarnio de John Buetner Janusch y el escepticismo de David Pilbeam y Elwin Simons, quienes tenían especial interés en los datos del registro fósil.

Ese es otro ejemplo histórico, muy similar al que narré respecto al postdarwinismo de fines del siglo XIX, de que muchas comunidades de científicos se guían, en cierto grado, por un conjunto de postulados previos, generalmente más bien implícitos que explícitos, en el que se manifiestan preconcepciones que indujeron a

8. Es decir, desde lo epistemocrático.

9. Al respecto v. Lewin, R. *La interpretación de los fósiles*. Aunque Roger Lewin hace mayor énfasis en las controversias paleoantropológicas entre los grupos de Kenya, comandados por los Leakey, y el de Donald Johanson, dedica los capítulos 5 y 6 a la antropología molecular.

científicos competentes, en este caso los paleoantropólogos, a ignorar las pruebas aportadas por otros científicos también competentes, los antropólogos moleculares, porque las conclusiones de las pruebas experimentales no coincidían con las ideas consagradas.

Bibliografía

Allen, Garland

1983 *La ciencia de la vida en el siglo XX*, México, FCE.

Bowler, Peter J.

1998 *Historia Fontana de las ciencias ambientales*, México, FCE.

Goodman, Morris

1963 “Man’s Place in the Phylogeny of the Primates as Reflected in Serum Proteins”, en S. L. Washburn (ed.), *Classification and Human Evolution*, Chicago, Aldine, pp. 204-234.

Huxley, Julian

1960 *Evolución: la nueva síntesis*, Buenos Aires, Lozada.

Lakatos, Imre

1998 *La metodología de los programas de investigación científica*, Madrid, Alianza.

Latour, Bruno

1992 *Ciencia en acción*, Barcelona, Labor.

2001 *La esperanza de Pandora*, Barcelona, Gedisa.

Latour, Bruno y Steven Woolgar

1986 *La vida en el laboratorio*, Madrid, Alianza.

Lewin, Roger

1983 *La interpretación de los fósiles*, México, Planeta.

Mayr, Ernst

1942 *Systematics and the Origin of Species*, Nueva York, Columbia University Press.

1977 *Populations Species and Evolution*, Harvard University Press.

2001 *Así es la biología*, Madrid, Debate.

Mendel, G.

1946 “Experimentos sobre híbridos en las plantas”, en A. Soriano (comp.), *Cuatro estudios sobre genética*, Buenos Aires, EMECÉ Editores.

Olby, Robert

1991 *El camino hacia la doble hélice*, Madrid, Alianza.

Pearson, E. S.

1948 *Pearson creador de la estadística aplicada*, Buenos Aires, Espasa Calpe Argentina.

Pearson, Kart

1909 *La gramática de la ciencia*, Madrid, Daniel Jorro Editor.

Portugal, Frankin y Cohen, Jack

1977 *A Century of DNA, A History of the Discovery of the Structure and Function of the Genetic Substance*, Cambridge, Massachussets The MIT Press.

LA COMPLEJIDAD DE LA ANTROPOLOGÍA FÍSICA

ANTECEDENTES HISTÓRICOS PARA LA CONSTITUCIÓN DE LA ANTROPOLOGÍA FÍSICA EVOLUTIVA EN EL SIGLO XX

Sarich, Vincent y Allan Wilson

- 1966 “Quantitative Immunochemistry and the Evolution of Primate Albumin: Microcomplement Fixation”, en *Science*, núm. 154, p. 1563.
- 1967 “Immunological Time Scale for Hominoid Evolution”, en *Science*, núm. 158, pp. 1200-1202.

Simpson, George Gaylord

- 1944 *Tempo and Mode in Evolution*, Columbia, Columbia University Press.
- 1977 *El sentido de la evolución*, Buenos Aires, EUDEBA.

Stebbins George Ledyard

- 1979 *Procesos de la evolución orgánica*, Madrid, Prentice Hall International.

Velarde, Juan

- 1996 *El agnosticismo*, Madrid, Trotta.

Washburn, Sherwood Learn

- 1972 “The New Physical Anthropology”, en Mckern, Thomas (ed.), *Readings in Physical Anthropology*, Nueva Jersey, Prentice Hall, pp. 2-8.
- 1964 “The Strategy of Physical Anthropology”, en *Yearbook of Physical Anthropology*. vol. 9, AAPA-UNAM-INAH, pp. 1-16.

Washburn, Sherwood Learn y Ruth Moore

- 1986 *Del mono al hombre*, Madrid, Alianza.

III. Genética

1. Antropología molecular

**María del Pilar Navarro Meré y
Lucía Román Hinojosa**

La antropología molecular como disciplina científica nace de la biología molecular, cuyo objeto de estudio es la estructura, composición y función biológica de las llamadas biomoléculas, sin embargo, su campo de estudio se ha centrado en las proteínas y los ácidos nucleicos, dada su función relevante en el control de las estructuras biológicas, su metabolismo y funcionamiento fisiológico integral. Esta rama de la biología a su vez tiene como antecedente a la genética, ya que el conocimiento de los mecanismos de la herencia y de la composición de las estructuras participantes en dichos procesos determinó el nacimiento de la biología molecular.

La gran aventura de la genética comenzó en 1857 con un inocente monje Agustino llamado Gregor Johann Mendel, cuyos experimentos con diferentes plantas de chícharo le permitieron establecer la existencia y dilucidar el comportamiento de lo que él llamó *factores de la herencia*, tales estudios permanecieron archivados hasta 1900, cuando fueron redescubiertos por de Vries, Correns y von Tschermak, marcando el inicio de la

genética como disciplina organizada. De manera alterna a los trabajos de Mendel, en 1870 Miescher descubrió la nucleína. En 1901, Landsteiner hizo estudios de grupos sanguíneos utilizándolos como marcadores de población. Separadamente, Sutton y Boveri, en 1902 y 1903, demostraron que los factores de la herencia de Mendel se ubican en los *cromosomas* y que de éstos existen dos juegos homólogos en los organismos diploides. En 1903, Webber introduce el concepto de *clon* para designar una población de células o de organismos derivados de una única célula ancestral común por reproducción asexual. En 1905, Bateson acuña el nombre de *genética* para el estudio de los mecanismos de la herencia.

El término *gen* fue utilizado por primera vez por Johansen en 1909 para designar a los factores de la herencia de Mendel. Por su parte, Morgan, Bridges y Sturtevant, en 1910, estudiaron la *mutación* en la mosca de la fruta y este último, en 1913, publicó el primer trabajo sobre *mapas genéticos* en *Drosophila*. Rous y Jones, en 1916, describieron por primera vez un método para obtener suspensiones de células vivas a partir de tejidos animales para hacer crecer colonias a partir de células individuales. La idea de llamar *morgan* a la unidad de distancia genética fue de Haldane en 1919. Respecto a los experimentos de clonación y manipulación de embriones hay que considerar a Spemann en 1928, que fue el primer investigador que clonó salamandras. En ese mismo año, Griffith descubrió el fenómeno de transformación bacteriana. Dobzhansky aportó a la genética de poblaciones el concepto de *población mendeliana* en 1935, y en 1951 el de *poza génica*.

El concepto de *polimorfismo* para cuantificar la variabilidad de las poblaciones fue introducido por Ford en 1940 y Huxley en 1942. El fenómeno de migración fue estudiado desde el punto de vista genético por primera vez por Wright en 1931, y propuso como mecanismo evolutivo a la *deriva génica*. La primera definición de especie, bajo criterios reproductivos y genéticos, fue de Mayr en 1940 [Puertas, 1992].

A partir de ese año se inicia una nueva era, la de la genética molecular, desarrollada por científicos de formación y motivaciones distintas a las de los genetistas clásicos; su interés fue descubrir las bases físicas de la información genética, que en ese momento se sabía estaba contenida en los genes.

Avery, MacLeod y McCarthy, en 1944, por primera vez demostraron que el “DNA es el material genético”, aunque sus resultados no fueron aceptados por todos los científicos debido a que los métodos de aislamiento disponibles en su tiempo no garantizaban un 100% de pureza. Hotchkiss, en 1949, mejoró los métodos

de purificación del DNA, en ese entonces llamado *principio transformante*; probó que el proceso de transformación bacteriana era un mecanismo de tipo genético y no fisiológico, como se había sugerido en 1944, por los detractores de Avery: MacLeod y McCarthy. En 1952, Hershey y Chase demuestran que el *material genético* del bacteriófago T₂ es DNA. Watson y Crick dan a conocer en 1953 su modelo de doble hélice de la estructura del DNA, que se basa en los datos de difracción de rayos-X de Wilkins y los datos de composición de bases de Chargaff. Debemos citar a Tjio y Levan, quienes en 1956 establecieron el *número correcto de cromosomas humanos*. Fraenkel-Conrat y Singer publicaron en 1957 su experimento de reconstrucción de virus, donde demuestran que la información genética en el virus del mosaico del tabaco se almacena en el RNA. Al siguiente año, 1958, Meselson y Stahl demuestran que la *replicación* del DNA es *semiconservativa*. Ese mismo año Kornberg aísla la *DNA polimerasa I* de *E. coli* y, en 1959, Ochoa recibe el premio Nobel por el descubrimiento de la primera *RNA polimerasa*.

El término *antropología molecular* fue utilizado por primera vez por Zuckerkandl en el *Symposium Burg Wartestein* sobre “Clasificación y Evolución Humana” en 1962. Los mecanismos de aislamiento reproductivo como fuente de especiación fueron estudiados y clasificados por Grant en 1963. Se establece la colinearidad entre genes y productos polipeptídicos por el trabajo de Yanofsky, Brenner y colaboradores en 1964. Holley determina la *primera secuencia completa de nucleótidos de un tRNA*. En 1966 se establece el *código genético* completo por el trabajo de Nirenberg, Khorana y colaboradores. En 1970, Baltimore identifica la *transcriptasa inversa* de los RNAvirus tumorales. Spiegelman inventó la técnica de *hibridación de ácidos nucleicos sobre filtros de nitrocelulosa* y Pardue y Gall desarrollaron la *hibridación in situ* sobre cromosomas íntegros en 1971.

Un año después se produce el primer *DNA recombinante* en el laboratorio de Berg. Se crea el concepto de distancia genética entre poblaciones por Nei en 1972, incorporando datos de análisis molecular de poblaciones. La técnica llamada *Southern blot* de transferencia de DNA desde los geles donde se ha hecho las electroforesis a un filtro de nitrocelulosa debe su nombre al científico Southern, quien la diseñó en 1975. Como la palabra *southern* en inglés significa sureño, a manera de broma se nombró *Nothern blot* a la técnica que permite transferir RNA y *Western blot* a la transferencia de proteínas.

Las enzimas de restricción, que han sido una herramienta fundamental en la tecnología del DNA, fueron descubiertas por Arber en 1974 y Nathans y Smith en

1975. A partir de su descubrimiento se obtuvieron los *mapas de restricción* y se han estudiado sus polimorfismos a nivel de población (RFLP). En 1977 se publican las *técnicas de secuenciación del DNA* de Maxam y Gilbert y de Sanger, Nicklen y Coulson. La técnica de *mutagénesis dirigida* fue diseñada por Müller, Weber, Meyer y Weissman en 1978. Con el uso de los RFLP, en 1983 se identificó *el gen de la Corea de Huntington* por Gusella y colaboradores. Y en 1985, Jeffreys, Wilson y Thein desarrollaron la técnica de la *huella dactilar del DNA* que se ha utilizado con éxito en la identificación de personas en casos forenses. En ese mismo año Saiki y colaboradores diseñaron la PCR, y sus aplicaciones y mejoras se sucedieron rápidamente. La más ingeniosa e importante de todas fue la sustitución de la DNA polimerasa de *E. coli* por la de *T. aquaticus*, realizada por el propio Saiki en 1988, año en el que Watson acepta la coordinación del Proyecto Genoma Humano (HUGO). Al siguiente año, el Comité Asesor sobre DNA Recombinante de los institutos nacionales de salud recomienda aprobar el primer experimento de *transplante de genes* en seres humanos, y Tsurii, Collins y colaboradores clonan el gen de la fibrosis quística [Lozano *et al.*, 1997].

En México existen diferentes grupos de investigadores que han incursionado en el campo de la biología molecular aplicado a la antropología física, una de las pioneras en la antropología molecular aplicada es la ya desaparecida doctora Rocío Vargas Sanders, quien sistematizó las técnicas de extracción y purificación de ácidos nucleicos nucleares y mitoDNA a partir de restos prehispánicos provenientes de diferentes sitios arqueológicos. A partir de los trabajos de Rocío Vargas, se abre el camino de la antropología molecular en México, y diferentes instituciones contribuyen actualmente a este campo. Entre ellas, el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV), la Escuela Nacional de Antropología e Historia (ENAH), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en diferentes institutos y facultades como el Instituto de Investigaciones Antropológicas (IIA), la Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG), el Instituto Nacional de Psiquiatría (INP), el Instituto Nacional de Nutrición (INN), el Hospital General de México (HGM), la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), el Instituto Nacional de Diagnóstico y Referencia Epidemiológica (INDRE), la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN (ENCB), el Centro Médico Nacional Siglo XXI y el Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN), etcétera.

La antropología física es una disciplina cuyo objeto de estudio tiene diferentes vertientes, entre ellas, el estudio del origen del hombre, la dispersión y diversifica-

ción de las poblaciones humanas, es decir, la historia demográfica humana; también procesos microevolutivos como migraciones, adaptabilidad y valor selectivo; mestizaje; identificación de subpoblaciones y/o grupos étnicos. Otras incursiones importantes de la antropología física es la identificación de individuos para la resolución de casos forenses, parentesco, la comprensión del significado y alcance de la variación fenotípica en nuestra especie, análisis paleopatológicos, determinación del sexo en restos de individuos muy jóvenes, detección temprana de cáncer, y así podríamos alargar una lista interminable, sin embargo, aquí sólo se mencionan los principales campos que se vinculan con la biología molecular.

La antropología molecular ha cobrado importancia a lo largo de los últimos 50 años, en virtud del esclarecimiento paulatino de los retos que la osteología y la paleoantropología no han podido resolver, un ejemplo es la controversia que plantea el origen de la especie humana en cuanto a tiempo y espacio. Tal controversia contempla tres hipótesis: la del “Arca de Noé”, la “Multirregional o del Candelabro” y la de la “Evolución Reticulada” [Watson, 1997], para estas tres hipótesis existen críticas consistentes en relación con la metodología empleada, con referencia específica a los métodos de datación y estratigrafía, al análisis de la industria lítica y a la interpretación de los aspectos culturales y de las prácticas funerarias [Vandermeersch, 1996].

La antropología molecular basada en la genética ha contribuido al estudio de las poblaciones humanas desde principios del siglo xx, cuando se utilizaron marcadores genéticos para identificar razas humanas. A partir de entonces, los restos fósiles dejaron de ser los únicos indicios que permiten reconstruir la filogenia humana.

El estudio de los marcadores genéticos ha permitido establecer las frecuencias génicas y su distribución geográfica, la construcción de árboles filogenéticos y con ellos el establecimiento de distancias génicas entre poblaciones, aunque cabe aclarar que las conclusiones al respecto no sólo dependen de los datos, sino también de los métodos de análisis y hasta ahora todos los estudios filogenéticos han mostrado simplemente mayor variación genética para las poblaciones africanas, pero no se ha podido establecer con certeza el origen del *Homo sapiens sapiens* [Elson, 2004], por lo que habrá que mejorar los métodos de análisis y sus interpretaciones conforme se vayan acumulando nuevos datos; también ha sido posible estudiar los polimorfismos del DNA mediante el uso de las enzimas de restricción, se ha realizado la secuenciación completa del genoma humano, lo que ha permitido hacer comparaciones y establecer la presencia de mutaciones, además se ha logra-

do gran éxito en la identificación forense y la resolución de casos de paternidad [Barriel, 1996].

Las técnicas de la antropología molecular se basan principalmente en el conocimiento de la estructura molecular y el funcionamiento de los ácidos nucleicos en las células vivas. En la actualidad el desarrollo de la biología molecular permite obtener un cúmulo de datos adicionales, que por un lado pueden constatar la información proveniente del hueso, como por ejemplo el sexo del individuo, grupo étnico, enfermedades genéticas y, por otro, proporcionar información acerca del parentesco, grupo étnico, ciertos rasgos de comportamiento y predisposición a ciertos tipos de enfermedades y establecimiento de determinadas patologías, como ya se había considerado [Bamshad, 2003].

Para tales fines se requiere recuperar material genético de buena calidad, lo cual depende de las condiciones ambientales, tiempo de exposición a las mismas [Hofreiter *et al.*, 2001] y el manejo de las muestras, por lo que se recomienda el empleo de guantes estériles, máscaras, navajas y tubos desechables. El éxito de la obtención de datos moleculares dependerá primariamente de la forma en que se haga el muestreo, por lo que se debe conocer el manejo de muestras de entierros, especímenes de museos, restos óseos, fósiles, tejidos blandos, líquidos secos, muestras que han estado en contacto con la humedad, restos momificados y muestras patológicas provenientes de cortes o biopsias [Spencer y Howe, 2004]. Podemos decir en este aspecto que la conservación del material es mejor en climas fríos y secos.

El material genético (DNA o RNA) puede obtenerse a partir de cualquier tejido, pero adquiere relevancia el tipo de muestra en casos de restos antiguos en los cuales se obtiene a partir de piezas óseas que no tengan importancia para el análisis osteológico, debido a que la técnica de extracción implica la destrucción de una porción de hueso. La recuperación de DNA también puede hacerse a partir de piezas dentales en las que la metodología de extracción puede incluso conservar la pieza [Smith *et al.*, 1993].

Por otra parte, en las células existen dos porciones de DNA: el nuclear y el DNA mitocondrial (mitDNA). En restos óseos antiguos, de menos de 100 mil años de antigüedad, es posible recuperar mitDNA de buena calidad [Hofreiter *et al.*, 2001], por tanto, en restos recientes de menos de 100 años de antigüedad es posible obtener DNA bien conservado. También cabe esa posibilidad en cuanto al DNA nuclear.

Existen diversos métodos que permiten determinar la calidad del material genético recuperado, por ejemplo: PCR (reacción en cadena de la polimerasa), análisis

de aminoácidos y su tasa de racemización, pirólisis combinada con cromatografía de gases y espectrometría de masas [Hofreiter *et al.*, 2001].

Para comprender cabalmente el fundamento de los análisis moleculares del DNA, es necesario puntualizar varios aspectos de la estructura del mismo.

Con el nombre de ácidos nucleicos se conoce a un grupo de macromoléculas que participan en el proceso de transferencia de la información genética entre las distintas generaciones celulares y en la expresión de dicha información, plasmada en la síntesis de un conjunto de proteínas específicas. El DNA o ácido desoxirribonucleico no sólo se ubica en el núcleo celular sino en organelos celulares como las mitocondrias y los cloroplastos en los vegetales, mientras que el RNA o ácido ribonucleico se encuentra en mitocondrias, ribosomas, retículo endoplásmico rugoso y citoplasma. Los ácidos nucleicos son polímeros de nucleótidos y cada nucleótido está constituido por una base nitrogenada (entre ellas adenina, guanina, citosina, timina y uracilo), una pentosa (ribosa o desoxirribosa) y un grupo fosfato. Las bases nitrogenadas presentes en el DNA son adenina, guanina, citosina y timina (exclusiva de este ácido nucleico). En el RNA la base nitrogenada exclusiva es el uracilo, estando presentes además adenina, guanina y citosina. Entonces en el DNA encontramos timina en lugar de uracilo y en el RNA uracilo en lugar de timina (Cuadro 1).

Cuadro 1				
Ácido nucleico	Bases púricas	Bases pirimídicas	Azúcar (pentosa)	Ácido fosfórico
DNA	A-Adenina G-Guanina	C- Citosina T- Timina	2-desoxirribosa	H ₃ PO ₄
RNA	A-Adenina G-Guanina	C-Citosina U-Uracilo	Ribosa	H ₃ PO ₄
Composición química de los ácidos nucleicos.				

Las moléculas de DNA corresponden a estructuras largas, flexibles y de aspecto filamentosas, las cuales pueden adoptar estructuras más empaquetadas y compactas al interactuar con otros componentes en el interior de la célula. Las fibras de DNA presentan un grosor casi constante y una estructura repetitiva, que es indepen-

diente de la frecuencia u orden de las cuatro bases nitrogenadas. La forma predominante de las moléculas de DNA es una estructura de doble hélice (o dúplex) formada por dos cadenas polinucleótidas que se enrollan de manera helicoidal, sobre un eje imaginario central (Figura 2). Las dos cadenas se disponen de forma antiparalela (en direcciones opuestas) (Figura 1), quedando en el exterior de la estructura los grupos que constituyen el esqueleto de la cadena (cargas negativas), mientras que las bases nitrogenadas se encuentran apiladas en el interior y dispuestas casi perpendicularmente al eje de la doble hélice. Todas las bases de cada una de las cadenas se encuentran interactuando con las de la cadena opuesta por medio de puentes de hidrógeno. Las dos cadenas tienen secuencias complementarias, ya que sólo están permitidos los apareamientos específicos entre bases, adenina con timina (con dos puentes de hidrógeno) y guanina con citosina (con tres puentes de hidrógeno). Los pares de bases así formados contienen una purina y una pirimidina, lo que contribuye a que el tamaño de éstos sea semejante.

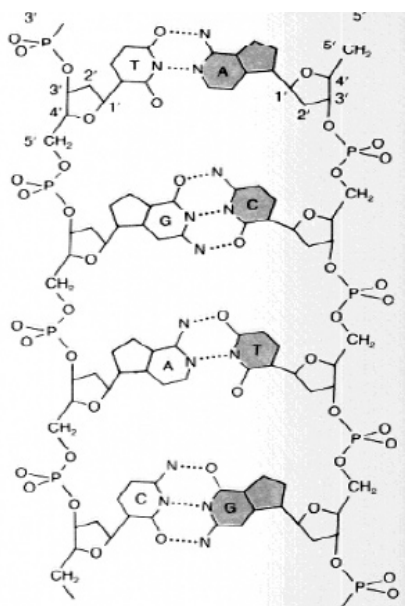


Figura 1. Estructura antiparalela del DNA.

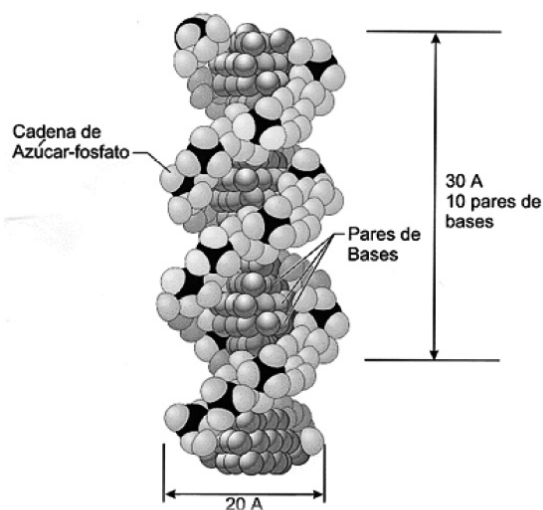


Figura 2. Doble hélice del DNA.

Debido a que las uniones entre las dos cadenas del DNA son débiles (puentes de hidrógeno) es posible separar (por desnaturalización) parcial o totalmente ambas cadenas con un aporte bajo de energía. La separación parcial de las cadenas se da de manera natural durante el proceso de síntesis de ácidos nucleicos, mientras que la separación total del DNA bicatenario en disolución se puede lograr con un elevado pH o con la aplicación de un calentamiento. La temperatura está directamente relacionada con el contenido de G+C, ya que a mayor proporción de este par de bases, mayor número de puentes de hidrógeno. El proceso es reversible, al restablecerse las condiciones normales las cadenas complementarias vuelven a emparejarse para formar la estructura bicatenaria, mediante el proceso de renaturalización.

Los ácidos nucleicos están sujetos a síntesis y degradación; la replicación es un proceso previo a la división celular, por el cual las moléculas de DNA de una célula se duplican para formar nuevas moléculas, iguales a las preexistentes, las cuales se

van a repartir de manera equitativa entre cada una de las dos células hijas formadas en el proceso de división celular. En este proceso se copian de manera íntegra y de una sola vez las dos cadenas de la molécula. La replicación tiene la tarea de transmitir la información genética de célula a célula, de generación en generación.

La reparación del DNA consiste en la sustitución de zonas dañadas en una cadena dúplex, obteniéndose la información para regenerar la secuencia dañada de la hebra complementaria, mientras que la recombinación consiste en el intercambio de secuencias o fragmentos de DNA entre dos moléculas de DNA.

En la replicación, la reacción básica es la formación de enlaces fosfodiéster entre el grupo fosfato unido al carbono 5' de un nucleótido y el hidroxilo de la posición 3' de la pentosa del otro nucleótido. Existen dos posibilidades de crecimiento de la cadena polinucleotídica.

La primera es un crecimiento en el sentido 5' → 3', mientras que la segunda lo es en el sentido 3' → 5'. Las enzimas que llevan a cabo la síntesis de ácidos nucleicos (DNA polimerasas y RNA polimerasas) sólo son capaces de hacerlo en dirección 5' → 3'. Además, estas enzimas requieren siempre la presencia de una hebra de DNA que va a actuar como molde para la selección del orden en que los nucleótidos se incorporarán para sintetizar la cadena. Cada una de las dos nuevas moléculas de DNA contiene una cadena vieja y una nueva, por lo que el proceso se considera semiconservador. Las hebras de DNA que se utilizan como molde deben estar desapareadas, en formas parcialmente monocatenarias, para que sus bases puedan aparearse de manera específica con las bases de nucleótidos que van a ser polimerizados.

Debido a que el apareamiento entre cadenas sólo puede ser antiparalelo, la cadena molde es leída o recorrida por las enzimas en el sentido 3' → 5'. Las polimerasas de ácidos nucleicos son enzimas procesivas, ya que suelen catalizar muchos ciclos de elongación de la cadena sin separarse del molde. Las nucleasas hidrolizan enlaces fosfodiéster, y de acuerdo con la posición de estos enlaces en la cadena polinucleotídica se denominan endonucleasas (rompen enlaces internos) o exonucleasas (rompen enlaces terminales, liberando mononucleótidos). Una endonucleasa provoca un corte o incisión, pero esta reacción puede ser revertida por una DNA ligasa que restablece el enlace entre el grupo fosfato y el hidroxilo, que ocupan posiciones vecinas. Las topoisomerasas de DNA son enzimas que poseen simultáneamente actividades de endonucleasa y ligasa, que usadas alternativamente afectan al grado de superenrollamiento del DNA [Smith y Wood, 1998].

El conocimiento de la estructura, de las propiedades de los ácidos nucleicos y del proceso de replicación del DNA permitió el desarrollo de las técnicas de análisis de datos moleculares, por ejemplo, la extracción y purificación, amplificación por PCR, hibridación. Por otra parte, la estructura del gen también ha permitido el estudio de los polimorfismos del DNA.

Inicialmente se consideraba que un gen era una unidad de información heredada; posteriormente se consideró al gene como un segmento de DNA que codifica una proteína, hoy se sabe que además de proteínas hay genes que codifican RNA. También, que los genes no son secuencias continuas en el filamento de DNA, sino que a menudo las regiones codificantes llamadas exones están interrumpidas por segmentos no codificantes denominados intrones. También se sabe que el gen comprende a la llamada unidad de transcripción, que incluye las secuencias codificantes de los exones, todos los intrones y las regiones flanqueantes 5' y 3' de la región codificadora, además, las secuencias reguladoras e intensificadoras [Lozano *et al.*, 1997].

Una característica sorprendente del genoma es la existencia de secuencias no codificantes repetidas miles o millones de veces y cuya función es prácticamente desconocida. Tales secuencias se ponen en evidencia como bandas satélite del DNA total cuando éste se somete a centrifugación en gradientes de cloruro de cesio, por lo que a estas secuencias altamente repetidas se les conoce como DNA satélite.

Existen dos diferentes tipos de DNA satélite: secuencias de DNA repetido en tándem y secuencias de DNA repetido disperso.

Secuencias de DNA repetido en tándem:

- Satélite α . Son secuencias cortas de 170 pb repetidas miles de veces a manera de tándem, se localizan en centrómeros y telómeros de los cromosomas, llegan a representar 5% del DNA total. En los telómeros existen secuencias cortas repetidas, que son también características de cada especie.
- Minisatélites (VNTR). Son secuencias de entre 3 y 20 pb repetidas en tándem, constituyen una región hipervariable de las que puede existir un gran número de alelos diferentes en la población, por lo que al digerir el DNA con enzimas de restricción se puede obtener una colección de fragmentos de diferente tamaño a partir de individuos diferentes, constituyendo así la huella digital de DNA.

- Microsatélites (STR). Cuando la secuencia que se repite es extremadamente corta, 2 a 3 pb, por ejemplo CA que puede variar entre 4 y 40 repeticiones en unas 100 mil ubicaciones diferentes.

Secuencias de DNA repetido disperso:

- Secuencias intercaladas cortas (SINE). Esparcidas por todo el genoma, llegando a veces hasta el millón de copias y su longitud varía entre 100 y 500 pb. La más importante es la secuencia Alu, de la cual existe una por cada 5 Kb en el DNA.
- Secuencias intercaladas largas (LINE). Su tamaño es de varias Kb, al igual que las anteriores se esparcen en todo el genoma [Lozano *et al.*, 1997].

Estos aspectos de los genes determinan la individualidad genética de una persona [Berumen, 2000] y son la base para los estudios que permiten su identificación y/o comparación con el material genético de otra persona.

Para estudios de identificación se utiliza el análisis de la huella digital de DNA, el cual se basa en la caracterización de *regiones variables* o *polimorfismos* del DNA, que se definen como secuencias de DNA con más de dos formas alélicas, donde la forma más rara debe presentarse con frecuencia mayor a 1% en la población. Se considera un polimorfismo cuando la variación va desde un simple cambio de un nucleótido en la secuencia de DNA (exones, intrones o regiones de regulación) hasta la variación en el número de repeticiones en tándem. Tales polimorfismos se consideran marcadores genéticos moleculares, los cuales deben tener un gran poder de discriminación, para poder diferenciar a dos individuos [Smith y Wood, 1998].

El tipo de marcadores utilizados depende de la cantidad y grado de conservación del DNA extraído de las muestras biológicas y del tipo de problema de estudio [Spencer y Howe, 2004].

Por ejemplo, para el estudio de minisatélites se requiere mínimo 1 µg de DNA de alto peso molecular por lo que no se puede utilizar en muestras con poco DNA o DNA degradado [Berumen, 2000]. Los minisatélites se usan en casos de identificación de cadáveres recientes, paternidad, violación, en donde se puede colectar suficiente muestra y el material está en buenas condiciones de conservación. En casos donde se cuente con poco material como en la escena de un crimen o restos

antiguos mal conservados, donde el material está muy degradado, se usan micro-satélites, MHC o mitDNA.

En el caso del mitDNA se usa una región hipervariable denominada D-Loop y su plomorfismo es del tipo de variación de secuencia. Como es heredado sólo por la madre, se utiliza principalmente para demostrar el parentesco de personas relacionadas con la madre. En el mitDNA también existen polimorfismos de los fragmentos de restricción RFLP debido a variación que afecta los sitios de corte de las endonucleasas. Se utilizan para identificar razas, grupos étnicos, enfermedades genéticas, estudios evolutivos y migraciones [Berumen, 2000; Salas, 2005].

El mitDNA presenta dos tipos de polimorfismos: los de secuencia, que son producidos por transiciones entre las bases nitrogenadas en los nucleótidos de la región control; y los de longitud, debido a inserciones o deleciones de nucleótidos en las regiones HVI y HVII (regiones hipervalentes en el mapa genético del DNA mitocondrial). Además se ha descrito un microsatélite en la región D-loop, y polimorfismos de fragmentos de longitud (RFLP), los cuales han permitido establecer diferentes haplogrupos en las poblaciones humanas y éstos a su vez al ser comparados con la evidencia de las migraciones ocurridas a lo largo de la historia [Mahli, 2002; López Ramírez *et al.*, 2006].

Como ya se dijo, el mitDNA ofrece el análisis molecular por vía materna, pero curiosamente también se pueden hacer análisis moleculares por vía paterna a partir del cromosoma Y, el cual además de determinar el sexo masculino presenta una serie de marcadores moleculares ubicados en la región no pseudo-autosómica, genéricamente se denominan haplotipos y se presentan en dos formas: los haplotipos bialélicos y los STRs (secuencias de DNA repetido en tándem con una longitud de 2 a 3 pares de bases). Los haplotipos bialélicos permiten el estudio del origen geográfico del individuo que lo porta y con ello hacer el seguimiento de migraciones y dispersión de los grupos humanos. Los STRs son idóneos para hacer estudios forenses, pruebas de exclusión de paternidad y análisis de ligamiento. Ambos marcadores en conjunto contribuyen al esclarecimiento de las relaciones filogenéticas entre poblaciones [Rangel Villalobos, 2006; Kayser, 2001].

Detección de patologías

Los virus son la causa más frecuente de enfermedades en el hombre y otras especies; provocan en la especie humana aproximadamente 60% de todos los padecimientos

infecciosos en el mundo y están ampliamente distribuidos en todas las regiones del planeta [Tapia Ramírez y Díaz Moreno, 2000].

Los virus son entidades biológicas que utilizan a las células vivas para su replicación y dependen estrictamente de la maquinaria genética y biosintética celular para reproducirse. Por lo mismo, el virus incorpora su material genético a la célula infectada y por tanto puede ser detectado en el análisis del DNA recuperado de los tejidos en los que se haya desarrollada la enfermedad. Conociendo parte de la secuencias de los genes virales es posible mediante el uso de una sonda marcada radiactivamente, es decir, un fragmento de DNA con una secuencia complementaria a una porción del gene viral y por hibridación, detectar la presencia de genes virales en restos óseos [Barrón Moreno, 2000].

En el caso del cáncer se sabe que la mayoría de las neoplasias son iniciadas por agentes ambientales que causan alguna mutación en oncogenes, genes supresores de tumores también llamados antioncogenes o en genes involucrados en los mecanismos reparadores del DNA [Orozco y Gariglio, 2000].

En algunas neoplasias intervienen adicionalmente oncogenes virales como los del *papilomavirus* humano, el virus de Epstein-Barr, el de la hepatitis B y el de la leucemia humana de células T [Tapia Ramírez y Díaz Moreno, 2000].

En el inicio y desarrollo de una neoplasia intervienen básicamente dos clases de genes: los oncogenes y los antioncogenes. El oncogén en estado normal se denomina protooncogén y regula positivamente el crecimiento y división celular, en cambio, los antioncogenes inhiben estos procesos. Cuando los protooncogenes se alteran molecularmente, se transforman en oncogenes activados y esto puede ocurrir por mutación, rearreglo génico y/o amplificación. El mecanismo más común son las mutaciones puntuales y translocaciones. Sin embargo, la amplificación se ha observado en cánceres como glioblastomas, neuroblastomas, cáncer cérvico-uterino y mamario. Ejemplos de oncogenes son: c-myc, Nmyc, neu, cdk, ras; ejemplos de antioncogenes son p53, bcl-2, c-Fos, gen del retinoblastoma.

Existen diversos mecanismos inmunológicos que reconocen a las proteínas mutantes específicas de las neoplasias humanas, tales mecanismos inmunes involucran a los genes del MHC (complejo mayor de histocompatibilidad), lo que sugiere que existen diferencias entre células normales y neoplásicas que pueden ser detectadas por el sistema inmune y que puede conducir a la remisión espontánea de neoplasias. Por tanto, una persona puede en un momento dado atacar inmunológicamente a sus células malignas dependiendo de cuáles alelos presente en su MHC,

lo cual puede ser determinado por técnicas de análisis de DNA y correlacionado con la susceptibilidad o no susceptibilidad al desarrollo de cáncer al estar sometido a los agentes causales.

Finalmente, se puede determinar en restos óseos la existencia de cáncer si se hace la secuenciación de oncogenes o antioncogenes recuperando DNA de material sospechoso de ser una lesión neoplásica.

Bibliografía

Bamshad, M. J.

2003 “Human Population Genetic Structure and Inference of Group Membership”, en *American Journal Human Genetic*, núm. 72, pp. 578-589.

Barriel, V.

1996 “Mitos y realidades del enfoque genético”, en *Mundo Científico* núm. 160, vol. 15: 724-729.

Barron Moreno, B. L.

2000 “La biología molecular del virus de la inmunodeficiencia humana”, en Orozco E. y P. Gariglio, *Genética y Biomedicina Molecular*, Noriega, Limusa.

Berumen J. y E. Juárez

2000 “Identificación de individuos mediante el análisis del DNA”, en Orozco E. y P. Gariglio, *Genética y Biomedicina Molecular*, Noriega, Limusa.

Elson, J. C. et al.

2004 “Comparative Genomics and the Evolution of Human Mitochondrial DNA: Assessing the Effects of Selection”, en *American Journal Human Genetic*, núm. 74, pp. 229-238.

Gariglio, P.

2000 “Bases moleculares del cáncer”, en Orozco E. y P. Gariglio, *Genética y Biomedicina Molecular*, Noriega, Limusa.

Hofreiter, M. D. et al.

2001 “Ancient DNA. Nature Reviews”, en *Genetics*, vol. 2, mayo.

Kayser, M. et al.

2001 “An Extensive Analysis of Y-Chromosomal Microsatellite Haplotypes in Globally Dispersed Human Populations”, en *American Journal Human Genetic*, núm. 68, pp. 990-1018.

López Ramírez, C. et al.

2005 “El DNA mitocondrial como herramienta en antropología molecular”, en González Martín, Antonio (coord.), *Historia Biológica del Hombre en América*, México, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Lozano, J. A. et al.

1997 *Bioquímica y Biología Molecular Para las Ciencias de la Salud*, México, McGrawHill-Interamericana.

Malhi, R. S. et al.

- 2002 "The Structure of Diversity within New World Mitochondrial DNA Haplogroups: Implications for the Prehistory of North America", en *American Journal Human Genetic*, núm. 70, pp. 905-919.

Orozco Orozco, E. y P. Gariglio Vidal

- 2000 *Genética y Biomedicina Molecular*, México, Limusa. Noriega Editores.

Puertas, M. J.

- 1992 *Genética. Fundamentos y Perspectivas*, México, McGraw-Hill Interamericana.

Rangel Villalobos, H.

- 2006 "La Historia del Hombre descrita por el Cromosoma Y", en González Martín, Antonio (coord.), *Historia Biológica del Hombre en América*, México, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Salas, A. et al.

- 2005 "Charting the Ancestry of African Americans", en *American Journal Human Genetic*, núm. 77, pp. 676-680.

Smith, B. C. et al.

- 1993 "A Systematic Approach to the Sampling of Dental DNA", en *Journal of Forensic Sciences*, vol. 38, núm. 5, septiembre.

Smith, C. A. y E. J. Wood

- 1998 *Biología Molecular y Biotecnología*, México, Addison Wesley Longman.

Spencer, M. y C. J. Howe

- 2004 "Authenticity of Ancient DNA Results: A Statistical Approach", en *American Journal Human Genetic*, núm. 75, pp. 240-250.

Tapia Ramírez J. y A. Díaz Moreno

- 2000 "La Virología en la Biomedicina", en Orozco E. y P. Gariglio, *Genética y Biomedicina Molecular*, Noriega, Limusa.

Vandermeersch, B.

- 1996 "*Homo sapiens sapiens*: lo que dicen los fósiles", en *Mundo Científico*, núm. 160, vol. 15, pp. 710-716.

Watson, E. et al.

- 1997 "Mitochondrial Footprints of Human Expansions in Africa", en *American Journal Human Genetic*, núm. 61, pp. 691-704.

2. Genética de poblaciones humanas y antropología física

Víctor Acuña Alonzo

El campo de estudio de la genética antropológica

La genética antropológica se dedica al estudio de la variabilidad genética de las poblaciones humanas. A diferencia de otras áreas de la genética, se basa más en el método comparativo que en el experimental, por lo que la investigación de campo es su esencia y la interacción con otras áreas antropológicas es crucial. En su metodología confluye en parte con la antropología demográfica y sus aplicaciones incluyen la epidemiología genética y las ciencias forenses. En muchos aspectos la genética antropológica es de carácter histórico, en el sentido de que a través del estudio de los patrones de variación de ciertos marcadores genéticos se pueden abordar fenómenos demográficos del pasado. De manera muy general, los temas principales dentro de este campo de estudio son el origen del *Homo sapiens*, la dispersión de las poblaciones humanas y la relación de la variación genética con la adaptación a diferentes presiones selectivas del ambiente.

Según Michael Crawford [2000], frente a la genética humana (realizada predominantemente desde las ciencias biomédicas),

la genética antropológica se distingue por la perspectiva biocultural y por un muestreo poblacional, delimitado socioculturalmente y enfocado en la variación normal.

Aunque la genética oficialmente “nace” a finales del siglo XIX, el campo de la genética humana se desarrolló en la segunda mitad del siglo XX y fue en ese contexto cuando investigadores como Roberts, Lasker, Livingstone y Pollitzer aplicaron la Teoría de la Genética de poblaciones a temas de interés antropológico [Crawford, 2000]. A mediados de la década de 1960 y principalmente en los setenta, diferentes investigaciones de primer nivel consolidan el campo de la genética antropológica, empleando para ello polimorfismos de proteínas y cuantificando otras variables fisiológicas, geográficas y culturales.

Cuadro 1	
Genética antropológica	Genética humana
Perspectiva biocultural amplia de las interacciones genes-ambiente	Mecanismos y procesos, particularmente en el estudio de la enfermedad
Enfoque poblacional, uso de las genealogías para medir heredabilidad	Familias de los casos, gemelos y familias de gemelos
Poblaciones pequeñas y aisladas reproductivamente, con frecuencias “no occidentales”	Poblaciones urbanas y muestras clínicas
Poblaciones definidas culturalmente	Las muestras pueden ser heterogéneas en lo que respecta a etnicidad y factores socioeconómicos
Muestreo representativo de la variación normal en una población	Muestras obtenidas en contextos clínicos
Intentos de caracterizar y medir el ambiente	La variación ambiental raramente es evaluada
Estudio de la variación normal en rasgos complejos	Dicotomía enfermedad <i>vs</i> normalidad
Diferencias en la aproximaciones metodológicas entre la genética antropológica y la genética humana (adaptado de Crawford [2000]).	

Desde principios de los sesenta, James Neel y Francisco Salzano trabajaron con múltiples grupos indígenas aislados de Sudamérica como los xavante [Neel *et al.*, 1964]. Su trabajo se extendió hasta el presente, y dieron a conocer los principales patrones de variación genética de las poblaciones amerindias, así como aspectos demográficos y epidemiológicos. Francisco Salzano sigue siendo una autoridad en

la genética de poblaciones en Latinoamérica, ha publicado las principales obras compilatorias acerca de la genética de los indígenas sudamericanos (*South American Indians: A Case Study in Evolution*), así como de las poblaciones latinoamericanas en general (*The Evolution and Genetics of Latin American Populations*).

Luigi Cavalli-Sforza fue uno de los primeros científicos que compiló de manera exhaustiva frecuencias génicas de poblaciones de todo el mundo y las usó para calcular distancias genéticas y realizar mapas, con la idea de que la variación genética humana es un reflejo de la historia evolutiva de nuestra especie [Cavalli-Sforza, 1966]. En su trabajo de campo con pigmeos en África, estudió aspectos demográficos, genéticos y metabólicos [v. Cavalli-Sforza *et al.*, 1969]. En 1994, Cavalli Sforza publicó la principal obra de genética antropológica: *The History and Geography of the Human Genes*.

En México es necesario destacar la obra del doctor Rubén Lisker, quien estudió variantes de proteínas plasmáticas, grupos sanguíneos y antígenos de leucocitos en poblaciones indígenas, afromestizas y mestizas, obras que a pesar del enfoque médico se podrían considerar como los primeros trabajos de genética antropológica en México [v. Rodríguez *et al.*, 1962; Lisker, 1963; Lisker *et al.*, 1969]. Gran parte del trabajo del doctor Lisker y de otros autores aparece compilado en su obra *La estructura genética de la población mexicana. Aspectos médicos y antropológicos*, la cual fue publicada en 1981 y hasta la fecha no hay obra que contenga los principales resultados de genética de poblaciones en México.

Michael Crawford realizó otras de las primeras investigaciones con la esencia de lo que actualmente se entiende por genética antropológica. Su principal aporte fue un vasto trabajo acerca de las poblaciones tlaxcaltecas a principios de los setenta que dio lugar a la publicación de la obra *The Tlaxcaltecs: Prehistory, Demography, Morphology and Genetics*, así como otras publicaciones posteriores. Además publicó *Antropología biológica de los indios americanos*, un libro de referencia para entender la variabilidad biológica, los orígenes y la historia demográfica de indígenas americanos.

Quizá la aportación más importante de la genética antropológica ha sido enfatizar la necesidad de entender a la biodiversidad humana mediante el uso de categorías poblacionales y métodos cuantitativos, en lugar de usar macrocategorías raciales, métodos cualitativos y tipológicos. Un trabajo fundamental en el entendimiento de la variación genética entre y dentro de las poblaciones humanas fue el de Richard Lewontin [1972], quien demostró que de la varia-

ción genética entre humanos es menos de 10% atribuible a la comparación entre “razas”.

A mediados de los ochenta, el uso de marcadores a nivel de DNA permitió la reconstrucción de la filogenia humana con gran precisión y la determinación de tiempos de divergencia entre poblaciones humanas y hacia otras especies primates. De estos trabajos destaca por su repercusión el análisis de la variabilidad del DNA mitocondrial en las poblaciones contemporáneas, realizado por Cann, Stoneking y Wilson [1987], el cual es un trabajo de referencia en cualquier discusión sobre el origen del hombre.

La biodiversidad es una condición interactiva y dinámica que tiene un componente de variación genético en casi todos sus aspectos; dado que la antropología física estudia la biodiversidad humana desde una perspectiva evolucionista, la genética antropológica es importante en muchos de sus campos de estudio y aplicación: la variación en los patrones de crecimiento y desarrollo entre las poblaciones y entre individuos tiene un componente genético; la dieta de las poblaciones humanas es un ejemplo de coevolución de genes y cultura en escenarios ambientales particulares. La variación en los patrones de salud de las poblaciones depende en cierta medida de la variación genética.

Por otra parte, el conocimiento del componente genético de las capacidades específicas de *Homo sapiens* se ha incrementado notablemente en los últimos años y es uno de los campos de estudio más apasionantes ya que, además del interés biológico, contiene una contribución destacada al problema filosófico y antropológico de la naturaleza humana. El estudio de la genética de las poblaciones humanas es importante no sólo en temas clásicos y apasionantes de la antropología biológica, sino casi en cualquier rama antropológica, pues conduce a una discusión profunda y seria de las cuestiones humanas.

Métodos usados en genética antropológica

La tarea básica de los estudios de genética antropológica es caracterizar el *pool genético* (acervo genético) de las poblaciones humanas mediante el cálculo de las frecuencias alélicas de marcadores polimórficos. Inicialmente, esto se realizó mediante el uso de grupos sanguíneos (productos secundarios del gen) y/o proteínas (productos primarios del gen); tras el descubrimiento de la electroforesis y su aplicación para la determinación de polimorfismos se constató la riqueza de la variación humana y se alteró de manera dramática la forma de cuantificar la variación en el

genoma humano [Crawford, 2000]. En la actualidad, la tecnología de secuenciación automática y el desarrollo de potentes herramientas bioinformáticas ha dado un nuevo giro a la investigación de la variación genética al permitir analizar miles de polimorfismos en cientos de muestras en cuestión de horas.

Una vez que se ha construido el tema de interés, se ha determinado qué población se quiere investigar y qué marcadores genéticos se van a emplear, la investigación en genética antropológica pasa por las siguientes etapas:

Diseño del muestreo. Es la parte fundamental de toda investigación ya que de ella dependerá el resto del proceso. En esta etapa debe delimitarse la población o grupo social, las características de la muestra de acuerdo con el número de individuos participantes, edades, sexo, parentesco, factores socioculturales, etc. Con base en la información que se registrará en campo se designarán las variables y se desarrollarán instrumentos como cuestionarios y encuestas. Los estudios que, además de investigar la estructura poblacional, indaguen las interacciones genes-ambiente en rasgos complejos, implicarán mayor inversión en el diseño.

Toma de muestras. Hay distintas opciones para la toma de muestras, se puede trabajar con cualquier muestra que contenga DNA (sangre, cabello, saliva) pero la elección dependerá de los recursos, de los protocolos del laboratorio donde se realice la extracción del material genético y de aspectos como la disponibilidad de los individuos a donar muestras mediante procedimientos invasivos. Por cuestiones éticas son preferibles los métodos no invasivos (cabello y saliva), sin embargo, proporcionan una cantidad menor de material genético. Un aspecto fundamental de la toma de muestras es el consentimiento informado. Es importante señalar que los estudios de genética antropológica no implican necesaria o exclusivamente trabajar con muestras biológicas, ya que hay métodos cuantitativos donde se utilizan fenotipos simples y complejos.

Trabajo de laboratorio. De la cantidad y calidad del DNA que se recupere de las muestras dependerá la cantidad y el tipo de polimorfismos que se pueden analizar, pero por lo general se estima que, en condiciones ideales, a partir de unos 5 ml de sangre se obtiene suficiente DNA para analizar más de 3 mil polimorfismos. Si las muestras de DNA se tratan adecuadamente y se conservan a baja temperatura (-70°C), éstas pueden permanecer estables por años para su uso futuro. La extracción del DNA se realiza con diferentes protocolos que pueden usar solventes, detergentes y/o enzimas proteolíticas, por lo general, el proceso

de extracción consta de varios pasos de centrifugación y lavados en los que se lisan los eritrocitos y se obtiene un *pelet* de leucocitos a partir de los cuales se extrae y purifica el DNA. Tanto para la toma de muestras como para el proceso de extracción hay una numerosa oferta de *kits* comerciales que se ajustan a todo tipo de necesidades en el trabajo de campo y de laboratorio y que simplifican los procesos.

Para la tipificación de polimorfismos se emplea la tecnología de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) que permite la replicación *in vitro* de fragmentos específicos de DNA. La PCR se basa en las propiedades funcionales naturales de enzimas llamadas polimerasas. La técnica consiste en varios ciclos (30 o 40), cada uno de los cuales tiene las siguiente fases:

1. Desnaturalización: aplicación de temperaturas elevadas (90 a 95°C) para romper los puentes de hidrógeno del DNA, separar la doble hebra y obtener una hebra sencilla.
2. Hibridación (*annealing*): se disminuye la temperatura (entre 40 a 60°C) para hacer posible que los *primers* se unan a las secuencias del fragmento que se va amplificar.
3. Extensión: a una temperatura de 72°C, la *Taq polimerasa* incorpora nucleótidos en el extremo 3' del *primer*, siguiendo la secuencia de la cadena de DNA desnaturalizada. El siguiente paso en la determinación de los polimorfismos implica la electroforesis o la secuenciación automática.

Análisis de los datos. En primer lugar se describe la estructura poblacional en cuanto a las frecuencias de los polimorfismos, la diversidad de la muestra, la proporción de heterocigotos y homocigotos y otros parámetros como los de interés forense en caso que se estudien microsatélites. El siguiente nivel de análisis depende de los objetivos de la investigación, que por lo general son de carácter comparativo. Los más usados son las distancias biológicas, las estimaciones de mestizaje y el análisis multivariado. En el caso del análisis de interacciones genes-ambiente puede ser necesario hacer análisis de covariación, regresión múltiple, etcétera.

Interpretación de los resultados. Finalmente los datos se interpretan de acuerdo con un conjunto de datos más amplio que los datos genéticos y que por general implica evidencia arqueológica, histórica, demográfica y etnográfica.

Ejemplo: el estudio del mestizaje en poblaciones latinoamericanas con marcadores bi y uniparentales

El estudio del mestizaje es una de las áreas más importantes en el campo actual de la genética antropológica en Latinoamérica. Las estimaciones de mestizaje, con marcadores clásicos en poblaciones latinoamericanas, mostraron un extraordinariamente diverso mosaico genético en el que la mezcla de poblaciones americanas, europeas y africanas se produjo en función de la historia particular de cada región, ya que los componentes se fusionaron en mayor o menor medida, según la proporción de cada grupo étnico y de varones y mujeres dentro de cada grupo, además de factores socioculturales.

En algunas regiones los europeos, africanos e indígenas se “diluyeron” en una población híbrida, en otras, los componentes ancestrales aún son identificables y conservan su identidad étnica. Pocos grupos se mantuvieron completamente aislados. Lisker [1981], Lisker *et al.* [1996] y Zavala *et al.* [1982] en México, y Salzano [1988] en Sudamérica, argumentan que casi todos los grupos indígenas presentan algún grado de mestizaje con europeos y/o africanos. En América Latina y en el ámbito Estado-nación, los resultados han sido bastante distintos, hay quienes hablan de naciones predominantemente *euromestizas* como Argentina y Uruguay, *afromestizas* como Brasil, *indomestizas* como México y Perú, etc. Pero hay que ser muy cuidadosos al categorizar de esta forma, pues podemos caer en un gran error si ignoramos las diferencias dentro de cada país.

El auge en Latinoamérica de las investigaciones con polimorfismos de DNA y con marcadores uniparentales ha enriquecido ampliamente la aportación de la genética antropológica a la historia del mestizaje. En el Tabla 2 se pueden consultar los resultados de estos trabajos respecto a las estimaciones de las aportaciones ancestrales con marcadores biparentales (autosómicos) y uniparentales (linajes paternos y maternos). En conjunto, los datos muestran que hubo un patrón de flujo génico desigual respecto al sexo, en el que la mayoría de los genes obtenidos por vía materna eran indígenas, “testigos”; la mayoría de los genes heredados por vía paterna eran “transplantados” (al ser europeos o africanos); y los autonómicos, los genes “nuevos”, resultado de la combinación de varios acervos genéticos ancestrales (adjetivos usados por Bortolini *et al.* [2004]).

Un ejemplo de la extraordinaria complejidad y diversidad de la estructura genética de las poblaciones latinoamericanas es patente a través de los estudios de genética antropológica realizados en Colombia, en donde en una muestra de An-

tioquia [Carvajal *et al.*, 2000], se constatan patrones de flujo génico muy diferentes para linajes paternos y maternos: en el cromosoma γ 94% de los bloques genéticos fueron europeos, 5% africanos y 1% amerindio, mientras que para el DNA mitocondrial la contribución amerindia fue de 90%. Estos resultados implican un patrón de mestizaje muy fuerte entre varones de origen europeo y mujeres indígenas. El estudio de poblaciones indígenas en Colombia [Mesa *et al.*, 2000] ha revelado que con frecuencia éstas tienen aportación genética no amerindia, lo cual se debe principalmente al flujo génico por vía masculina, tal como lo indica la presencia de linajes europeos y africanos en el cromosoma γ .

Otro país que destaca por una extraordinaria complejidad y diversidad es Brasil. Pena *et al.* [2000] estudiaron marcadores del cromosoma γ y de DNA mitocondrial en población autoidentificada como “blanca” de diversas regiones de Brasil y se compararon con datos de población portuguesa. Sorprendentemente, los resultados obtenidos mostraban que sólo 39% de los linajes maternos eran de origen europeo, siendo 33% de origen amerindio y 28% de origen africano. Las frecuencias de los haplogrupos del cromosoma γ fueron muy diferentes, pues mostraron una presencia mínima de cromosomas de África subsahariana (2%) y amerindios (0); y una alta frecuencia de cromosomas γ europeos (entre 66 y 90%). Estos datos claramente indican un patrón de reproducción direccional: en la población “blanca” brasileña la mayoría de los linajes maternos son africanos o amerindios, mientras que la gran mayoría de los linajes masculinos son europeos.

En Venezuela, Castro *et al.* [2003] estudiaron tres poblaciones fundadas por migrantes procedentes de las Islas Canarias. Los resultados indican también un emparejamiento direccional, pues las estimaciones calculadas con datos de marcadores autosómicos demuestran que hubo mestizaje en grados variables con amerindios y africanos, pero las estimaciones obtenidas por el análisis del cromosoma γ no indican ningún grado de mestizaje, lo que significa que los genes amerindios y africanos fueron aportados principalmente por mujeres.

Un caso especial es el de las poblaciones de afrodescendientes las cuales muestran también niveles importantes de mezcla y de flujo genético direccional, como la introducción de genes europeos por vía masculina [Bortolini *et al.*, 1999]. La ciudad de Melo, en el noreste de Uruguay, es un caso de particular interés ya que muestra la dificultad de establecer generalizaciones acerca de la composición genética de un país (suele considerarse a Uruguay como un país de eurodescendientes). Esta población fue fundada en 1795 por lusobrasileños durante el dominio

portugués de Uruguay (1814-1828) y conserva población afromestiza. Sans *et al.* [2002] realizaron las siguientes estimaciones de contribución ancestral: 47% africano, 38% europeo y 15% amerindio, con marcadores autosómicos; 52% africano, 19% europeo y 29% amerindio, en linajes de DNA mitocondrial; y 30% africano, 64% europeo y 6% amerindio, en el cromosoma Y. Estos datos revelan una mayor contribución amerindia por vía femenina y una mayor contribución europea por vía masculina.

En 2006, un grupo de investigadores dirigido por el doctor Esteban Parra, de la Universidad de Toronto, realizó un estudio de mestizaje en la Ciudad de México con población normal y pacientes con diabetes. Mediante el estudio de 69 marcadores informativos de ancestría (AIMs) autosómicos pudieron realizar estimaciones de mestizaje para cada individuo y compararlas con diferentes variables, así como detectar estratificación poblacional. Al correlacionar las estimaciones de mestizaje individuales con el nivel de educación, se encontró una relación entre el nivel académico más alto y una mayor contribución europea. Este dato indica que, de algún modo, se mantiene la relación de desigualdad social entre grupos genéticamente diferentes que tiene su origen histórico en la Colonia: “Esta asociación de estatus socioeconómico con la proporción de mestizaje individual muestra que la estratificación genética en esta población es paralela, y posiblemente mantenida por la estratificación socioeconómica”. Por otra parte, el contraste entre las estimaciones de mestizaje con datos autosómicos y las estimaciones con marcadores uniparentales muestran, como en otras poblaciones latinoamericanas, que el proceso de mestizaje fue muy desigual respecto al sexo.

En conjunto, estos datos dibujan un panorama de gran complejidad étnica y genética en Latinoamérica, donde el proceso histórico de mestizaje implicó el flujo genético desigual respecto al sexo, lo que ha originado combinaciones y grados de mestizaje regionales particulares, creando además subestructuras poblacionales locales que deben tomarse en cuenta tanto en estudios epidemiológicos como en las aplicaciones forenses de los marcadores genéticos.

Conceptos básicos

Población

Lo ideal sería definir una población en términos biológicos, como un conjunto de individuos que forman una red social en la que se pueden dar relaciones de parentesco y que, por tener en común cierta historia demográfica, tienen algu-

na afinidad genética. Sin embargo, dado que estos eventos no son fácilmente observables (casi nunca se estudia la afinidad genética sin antes haber definido la población) y que en un mismo espacio suelen convivir diversos grupos de individuos que potencialmente pueden ser considerados como poblaciones, en la práctica se emplean muchos criterios para definir a una población, siendo casi todos ellos de índole cultural, como la lengua, la identidad, la clase social, etc.; geográfico (compartir un mismo espacio o tener un lugar de origen común), y biológico (con frecuencia se recurre al fenotipo como criterio para seleccionar a los individuos).

Cuadro 2										
Población	Contribución de los componentes (%)									Autor
	Marcadores autosómicos (DNA y proteínas)			Linajes de mtDNA ♀			Linajes de cromosoma Y ♂			
	Amer	Eur	Afr	Amer	Eur	Afr	Amer	Eur	Afr	
Región andina, Perú				90	10	n/c	56	44	n/c	2
Humahuaca, Argentina				100	0	0	72	27.6	n/c	3
San Salvador, Argentina				100	0	0	36	64.3	n/c	
Tacuarembó, Uruguay	20	65	15	57	40	3				4
Melo, Uruguay	14	73	13	39	61	n/c				
Melo, Uruguay: (AF)	15.5	37.6	46.9	28.7	19	52.3	5.7	64.1	30.2	5
Porto Alegre, Brasil (AF)	0	46.4	53.6	7	0-41	52-93	0	80	20	6
Cametá, Brasil (AF)	22.4	24.2	53.4	60	0	40	18 ± 0	54 ± 0	28 ± 0	
Ribeirao Preto, Brasil (AF)	5.1	21.8	73.1	0	5-40	60-95	0	4 ± 4	96 ± 4	
Trombetas, Brasil (AF)	9.9	32.5	57.6	10	0-40	50-90	3 ± 0	13 ± 1	84 ± 1	
Pareado, Brasil (AF)	12.8	38	49.2	20	0-60	20-80	0	35 ± 32	65 ± 32	

LA COMPLEJIDAD DE LA ANTROPOLOGÍA FÍSICA
GENÉTICA DE POBLACIONES HUMANAS Y ANTROPOLOGÍA FÍSICA

Cuadro 2 (Continuación)										
Curiepe, Venezuela (AF)	6.4	23.2	70.4 ± 0.4	0	0	100	20 ± 3	80 ± 3	0	
Birongo, Venezuela (AF)	24.6	15.3	60.1	100	0	0	0	93	7	
Sotillo, Vene- zuela (AF)	13.4	25.6	61	56	0	44	0	51	49	
Panaquire, Venezuela (AF)	26	19	55	25	0	75	38	62	0	
Embera, Colombia (AM)	79	0	21	95 - 100	0 - 5	0 - 5	75	14	11	7
Ingano, Colombia (AM)	69	0	31	96 - 100	0 - 4	0 - 4	80	20	0	
Ticuna, Colombia (AM)	100	0	0	100	0	0	97	3	0	
Wayuu, Colombia (AM)	82	0	18	100	0	0	48	46	6	
Zenu, Colombia (AM)	75	18	7	95 - 100	0 - 5	0 - 5	35	62	3	
Antioquia, Colombia				90	n/c	n/c	1	94	5	8
Brasil (E)				33	39	28	0	66 - 90	2.5	9
San Antonio, Venezuela †	8	88	4				0	100	0	10
San Diego, Venezuela †	8	78	14				0	100	0	
H. de la Cumbre, Venezuela †	8	92	0				0	100	0	
Valle Cen- tral, Costa Rica				83	n/c	n/c	6	86	7	11

Cuadro 2 (Continuación)

Ciudad de México, México	65	30	5	90.5	≈7.5	0	40	60	n/c	12
Mestizaje en poblaciones latinoamericanas estimado con marcadores autosómicos, de DNA mitocondrial y de cromosoma Y (evidencia de emparejamiento direccional). (AF) afroestizos; (AM) amerindios; (E) euromestizos. † Componente europeo evaluado con muestras de Canarias y España n/c, no considerado. <i>Referencias:</i> (1) Merriwether <i>et al.</i>, [1997]; (2) Rodríguez Delfin L., Rubín de Celis V.E. y Zago M.A. "Estimativa da miscegenacao andina do Peru com base em marcadores de DNAm e cromossomo Y." <i>Gen Mol Biol.</i> 21: 354 [en Sans, 2000]; (3) Dipierri <i>et al.</i> [1998]; (4) Sans [2000]; (5) Sans <i>et al.</i> [2002]; (6) Bortolini <i>et al.</i> [1999]; (7) Mesa <i>et al.</i> [2000]; (8) Carvajal <i>et al.</i> [2000]; (9) Pena <i>et al.</i> [2000]; Carvalho Silva <i>et al.</i> [2001]; Alves Silva <i>et al.</i> [2000]; (10) Castro <i>et al.</i> [2003]; (11) Carvajal <i>et al.</i> [2003]; (12) Martínez Marignac <i>et al.</i> [2006].										

Raza

En su sentido biológico, se ha utilizado para clasificar a las poblaciones en grandes áreas geográficas y su aplicación se basa en la observación de características fenotípicas y culturales. Sin embargo, por la historia misma del uso del concepto, éste ha sido muy criticado y en ciertos ámbitos está en desuso. En la actualidad es preferible considerar a la población como unidad de análisis.

Mestizaje

Se define como un evento en el que al menos dos poblaciones establecen contacto y flujo genético, tras un periodo de aislamiento lo suficientemente largo como para que se hayan diferenciado en sus frecuencias genéticas. El análisis del mestizaje consiste en ecuaciones que calculan el porcentaje de contribución de cada población ancestral en la población mestiza. Existen diferentes métodos matemáticos y, aunque en esencia todos los que se usan actualmente son válidos, puede haber diferencias en los cálculos obtenidos por un método o por otro. Los resultados que se obtienen son estimaciones que poseen un cierto rango de error. En un modelo trihíbrido se necesitan cuatro poblaciones estudiadas: la población mestiza y tres representativas de los componentes ancestrales. Obviamente, es muy importante que los marcadores usados en cada población sean los mismos.

Distancia biológica

Es una medida que permite relacionar poblaciones intentando "describir afinidades interpoblacionales basadas en variables categóricas, como los somatotipos y los marcadores genéticos" [Chakraborty, 1986]. Diferentes características se han

considerado para calcular distancias biológicas; podemos dividirlos en fenotípicas y genotípicas.

1. *Fenotípicas*: características morfológicas (como los rasgos epigenéticos del cráneo, los dentales, algunos índices antropométricos, dermatoglifos, entre otros).
2. *Genotípicas*: Las características genotípicas poseen la ventaja de aportar información más precisa y confiable sobre las relaciones filogenéticas de las poblaciones, pero tienen el inconveniente de requerir mayores recursos y de no ser aplicables en muchos casos a restos óseos antiguos. Las principales dificultades para un estudio de distancias biológicas suelen ser los tamaños de muestra, que en muchos estudios requerirían ser mayores para poder lograr que ésta sea realmente representativa, una ventaja de usar variables morfológicas es que al ser menos costosas permiten ampliar el tamaño muestral. Otro problema es la clasificación previa que se haga de las muestras, ya que para definir a las poblaciones de estudio se siguen en muchos casos criterios lingüísticos o socioculturales, definidos *a priori*.

Marcador genético

Secuencia de DNA del que se conocen localización, función —si la tiene— y modo de herencia y se utiliza para estudios de genética a nivel individual o poblacional. Según los propósitos de cada investigación se pueden usar distintos tipos de marcadores de diferentes sistemas genéticos. A continuación se presentan algunas de las particularidades que los hacen diferentes y algunas características de aquellos que se usan en la genética antropológica (con énfasis en los que han sido útiles en el estudio del mestizaje).

A) Marcadores clásicos: se obtienen por técnicas inmunológicas (consistentes en observar la reacción ante un antisuero de anticuerpos específicos) o por técnicas electroforéticas (basadas en la distinta movilidad de las proteínas debida a su carga eléctrica).

Los genes de grupos sanguíneos, hemoglobinas, enzimas, inmunoglobulinas, haptoglobinas y los del sistema HLA (antígenos de leucocitos humanos), entre otros, han sido estudiados frecuentemente con técnicas serológicas y electroforéticas, pero en la actualidad también se estudian con técnicas moleculares.

A continuación se enlistan los sistemas más usados considerados clásicos¹, la información se obtuvo en su mayoría de Lisker [1981] y Crawford [1992], donde se pueden obtener mayores detalles de cada sistema. Algunos de los sistemas no están caracterizados con la información más reciente (de la era molecular), sin embargo, es sumamente útil para poder interpretar los polimorfismos “clásicos”.

1. Grupos sanguíneos

En el Cuadro 3 se enumeran los alelos (separados por comas) y los genes ligados² (separados por punto y coma).

Cuadro 3			
Sistema	Cr	Alelos	Comentarios
1. Antígenos eritrocitarios o grupos sanguíneos: cuando se estudian con técnicas inmunológicas generalmente se buscan en los eritrocitos, aunque también están presentes en otros tejidos.			
ABO:	9q	A, B, O.	El A tiene dos variantes: el A1 y el A2, pero la mayoría de los estudios los consideran uno sólo. El hecho de que la gran mayoría de los amerindios sean del grupo sanguíneo O hizo que este sistema fuera interesante para estudiar directamente el grado de mestizaje con europeos de grupos amerindios (ver por ejemplo las estimaciones de Zavala <i>et al.</i> [1982]). Sin embargo, se ha señalado que dado que se han presentado frecuencias para el alelo A muy diferentes en grupos amerindios en Norteamérica no puede considerarse que necesariamente este alelo haya sido transplantado con migraciones europeas [Crawford, 1992].
MNSs:	4q	M, N; S, s.	
Rh	1p	D, d; C, c; E, e.	La presencia del alelo RH*RO (cDe) en poblaciones americanas se ha atribuido a mestizaje con africanos, sin embargo, se ha encontrado en poblaciones siberianas aisladas, por lo que las estimaciones de mestizaje con africanos basadas en la frecuencia del RH*RO pueden sobreestimar la contribución de dicho componente [Crawford, 1992].

1. Aunque, como se ha señalado, el calificativo de *clásicos* depende en ocasiones de cómo se estudien. Así, aunque el HLA se puede considerar como clásico por haber sido estudiado con técnicas inmunológicas, en la actualidad también se estudia con técnicas moleculares y se ha descubierto un gran número de polimorfismos.

2. Genes que por su proximidad en un cromosoma se transmiten en bloque.

Cuadro 3 (Continuación)			
Duffy:		FY [*] A, FY [*] B	
Diego:		DI [*] A, DI [*] B	El alelo DI [*] A es poco frecuente en europeos y tiene mayor frecuencia en asiáticos y amerindios.
Kidd:	2p	JK [*] A, JK [*] B	El alelo JK [*] A tiene sus frecuencias más altas en africanos.
Kell:		K, k; Kpa, Kpb; Jsa, Jsb.	El gen k tiene una frecuencia entre 3 y 5% en europeos no mezclados y prácticamente no existe en amerindios.
Sistemas de grupos sanguíneos y sus principales características.			

2. Hemoglobinas

Las variantes de la hemoglobina (Hb) han resultado de gran interés antropológico por su distribución geográfica y su relación con ciertas enfermedades (hemoglobinopatías y talasemias), los alelos más comunes son los siguientes (locus en el cromosoma 11):

Hb_β^{*}A: codifica la variante normal de la hemoglobina humana.

Hb_β^{*}s: codifica una variante (Hb s) responsable de la anemia falciforme.

La relación entre la Hb s y la malaria constituye el ejemplo más claro de la acción de la selección natural en humanos. Esta variante es más frecuente en africanos y en sus descendientes en América: las frecuencias más altas se han reportado en Surinam, Belice y las Bahamas [Salzano, 2001:217]. Además, es común encontrarla en poblaciones mestizas latinoamericanas.

Hb_β^{*}c: codifica otra variante frecuente en africanos.

3. Enzimas eritrocitarias

Glucosa-6-Fosfato Deshidrogenasa: se conocen más de 100 variantes, dos de ellas son muy frecuentes a nivel mundial: B (frecuente en poblaciones mediterráneas), A (frecuente en poblaciones africanas). El gen que codifica para esta enzima se encuentra en el cromosoma X.

4. Proteínas plasmáticas

Haptoglobinas: dos loci: (1) cadenas δ (16p), tiene los alelos HPA^{*}1 y HPA^{*}2; y (2) cadenas β.

Alotipos de las inmunoglobulinas: sistemas Gm (14p) y Km. El sistema Gm es de gran interés antropológico por la gran variabilidad en la frecuencia de sus antígenos (existen más de 23).

Albúminas (11q): actúan como amortiguador del pH y contribuye a mantener la viscosidad del plasma. La albúmina México (ALB*MEX) es una variante mesoamericana y ha sido utilizada por Crawford *et al.* [1981] para estudiar el grado de mestizaje de los garífunas de Belice (afrocaribeños) con poblaciones amerindias centroamericanas (la variante no se encuentra en poblaciones amerindias de las islas del Caribe ni de Sudamérica).

5. HLA

Se considera al sistema HLA (antígenos de leucocitos humanos) como el sistema genético más polimórfico del ser humano (con más de 150 antígenos a nivel de la proteína y aún mayor polimorfismo a nivel de secuencias de nucleótidos). El sistema HLA forma parte del Complejo o Sistema Principal de Histocompatibilidad (MHC), se encuentra en el brazo corto del cromosoma 6 y la mayoría de sus genes codifican moléculas involucradas en la respuesta inmune.

B) *Marcadores de DNA* (si se obtiene una secuencia de las bases nitrogenadas de ciertas regiones mediante técnicas moleculares). Los marcadores de DNA son mucho más polimórficos que los marcadores clásicos y ofrecen un mayor rendimiento para estudiar la diversidad humana. Por el tipo de polimorfismo pueden ser:

1. SNPs (*Single nucleotide polymorphisms*). Estos polimorfismos varían en un sólo nucleótido y constituyen la mayor fuente de variación individual en el genoma. En la actualidad existe un consorcio internacional dedicado a la investigación de estos polimorfismos (Hap Map) y de su relación con enfermedades en poblaciones de todo el mundo; hasta 2002 se habían descubierto cerca de 2 millones de estos polimorfismos.³ Algunos SNPs tienen frecuencias altamente contrastantes entre poblaciones por lo que se utilizan para análisis de subestructuras de población y de mestizaje. Se conocen como “marcadores informativos de ancestría” (AIMs, *Ancestry Informative Markers*).

3. <http://snp.cshl.org>

2. Polimorfismos de inserción: largos (*LINE*); o cortos (*Alu*): secuencias de aproximadamente 300 pares de bases que se encuentran en primates. La poca frecuencia con que ocurren estas inserciones hacen que algunas de estas secuencias (las que por ser más recientes en la historia evolutiva del *Homo sapiens sapiens* son polimórficas en diferentes poblaciones) sean marcadores ideales para estudiar las relaciones entre las poblaciones, se les ha llamado “alelos específicos de poblaciones” (PSAs, *Population Especific Alleles*).
3. STRs: *Short tandem repeats* o microsatélites. Polimorfismos de repeticiones cortas en tándem (contienen unidades repetidas de 2 a 6 pares). Son regiones de un gran polimorfismo, baja tasa de mutación, herencia de tipo mendeliana y su amplificación con técnicas de PCR, así como su tipificación; suelen ser factibles incluso en materiales degradados. Sus características y el hecho de que se consideren en los estándares para aplicaciones forenses los hacen unos de los polimorfismos más interesantes y más utilizados actualmente. Las repeticiones tetranucleótidas han sido las elegidas por los genetistas porque pueden ser amplificadas mediante la técnica de PCR con mayor fidelidad que las repeticiones dinucleótidas.
4. VNTRs: *Variable number of tandem repeats* o minisatélites. Son polimorfismos de un número variable de repeticiones de bases en tándem (contienen unidades repetidas de 9 a 80 pares de bases).

Los marcadores del DNA mitocondrial (mtDNA) tienen la particularidad de que no se recombinan, tienen tasas de mutación superiores a las del DNA nuclear y de transmitirse por vía materna. El mtDNA es una molécula circular de 16 569 pares de bases de las cuales aproximadamente 1 122 son no codificantes. En la mayoría de los estudios de genética antropológica se estudian las regiones hipervariables (HRVI y HRVII), situadas en la región control (D-Loop). Existen haplotipos mitocondriales específicos por regiones continentales que permiten realizar estudios de filogeografía. El mtDNA ha sido una excelente herramienta para estudios de evolución humana. Entre otras razones, ya que al no recombinarse, todos los cambios en su secuencia se deben a la acumulación de mutaciones, y a que las tasas de mutación son mayores en el DNA nuclear (especialmente en región control). Los principales haplogrupos (clados de haplotipos) son los siguientes:

Cuadro 4		
Región	Haplogrupos	Comentarios
África	L0, L1, L2, L3.	Son los más antiguos y forman el macrohaplogrupo africano L
Europa	H, I, J, N1b, T, U, V, W, X	
Asia	A, B, C, D, G, Y, Z	
América	A, B, C, D, X	Se ha propuesto que el haplogrupo X llegó a América por Europa y no por vía asiática.
Los haplogruos de DNA mitocondrial.		

Comentarios finales

En 2001, el Consorcio de Secuenciación del Genoma Humano dio a conocer la secuencia completa de nuestro genoma (2.85 Gb⁴ y de 20 a 25 mil genes codificadores de proteínas). Sin embargo, conocer la secuencia de nucleótidos de un individuo revela poco de sus características; aún hay muchas preguntas acerca de la relación entre la estructura y contenido del genoma y las características de los organismos; así como la magnitud y significado de la variación genética individual y poblacional. Uno de los grandes desafíos de la genética es revelar el fundamento de la variación funcional del genoma humano, en ese sentido, el proyecto internacional Hap Map es una iniciativa que sin lugar a dudas aportará datos sumamente relevantes. Sin embargo, la genética antropológica desempeñará también un papel importante y crítico debido a ciertas ventajas metodológicas del trabajo de campo y la comparación poblacional. La genética antropológica tiene dos temas fundamentales: la evolución humana y la diversidad en las poblaciones actuales; desde estos dos ámbitos contribuye a conocer la historia del genoma y su significado funcional.

El alcance de la genética va más allá de lo estrictamente científico, pues constituye ya una importante industria de alto impacto económico. Los avances en esta área se deben al desarrollo biotecnológico e informático pero también al desarrollo de sólidos modelos teóricos evolucionistas con fundamento matemático. El ímpetu de la genética, su popularidad y el alto estatus que goza (capaz ahora de conocer

4. Miles de millones de nucleótidos.

y manipular organismos a nivel del genoma), lleva a que algunos de sus juicios puedan convertirse fácilmente en dogmas.

Los antropólogos deben tener un buen conocimiento de genética porque 1) pueden participar críticamente en la interpretación del conocimiento que produce y en el debate que se pueda suscitar por sus aplicaciones, y 2) es un área de trabajo imprescindible para entender muchos aspectos de la variación humana.

Al plantear estos problemas se sugiere que el estudio de la genética es importante en antropología, no sólo en temas clásicos y apasionantes de la antropología biológica, sino casi en cualquier rama antropológica, ya que permite una discusión profunda y seria de cuestiones humanas y además, que los antropólogos participen con una visión crítica en las controversias suscitadas por el deslumbrante desarrollo tecnológico, conceptual y económico de este campo del conocimiento.

Pese al recelo de algunos especialistas de las ciencias humanas, quienes ven en todo lo relacionado con la genética el pecado del determinismo biológico, la genética antropológica constituye un campo de estudio multidisciplinario indispensable para entender el origen de la humanidad y las diferencias al interior de nuestra especie, debido a que la variación genética es un componente importante del resto de las diferencias.

Bibliografía

Alves-Silva, J. et al.

2000 "The Ancestry of Brazilian mtDNA Lineages", en *American Journal of Human Genetics*, núm. 67, pp. 444-461.

Bortolini, M. C. et al.

1999 "African Derived South American Populations: A History of Symmetrical and Asymmetrical Matings According to Sex Revealed by Bi and Uniparental Genetic Markers", en *American Journal of Human Biology*, núm. 11, pp. 551-563.

Bortolini, M. C. et al.

2004 "Ribeiro's Typology, Genomes, and Spanish Colonialism, as Viewed from Gran Canaria and Colombia", en *Genetics and Molecular Biology*, vol. 27, núm. 1, pp. 1-8.

Cann R. L. et al.

1987 "Mitochondrial DNA and Human Evolution", en *Nature*, vol. 325, núm. 6099, pp. 31-6.

Carvalho Silva, D. et al.

- 2001 "The Phylogeography of Brazilian Y-chromosome Lineages", en *American Journal of Human Genetics*, núm. 68, pp. 281-286.

Carvajal, L., I. Soto et al.

- 2000 "Strong Amerind/White Sex Bias and a Possible Sephardic Contribution Among the Founders of a Population in Northwest Colombia", en *American Journal of Human Genetics*, núm. 67, pp. 1287-1295.

Castro de Guerra, D. et al.

- 2003 "Transplanted Male Genomes in three Venezuelan Populations", en *Interciencia*, vol. 28, núm. 4, pp. 197-201.

Cavalli-Sforza, L. L.

- 1966 "Population Structure and Human Evolution", en *Proceedings of the Royal Society London*, vol. 164, núm. 995, 362-79.

Cavalli-Sforza, L. L. et al.

- 1969 "Studies on African Pygmies. I. A Pilot Investigation of Babinga Pygmies in the Central African Republic (with an Analysis of Genetic Distances)", en *American Journal of Human Genetics*, vol. 21, núm. 3, pp. 252-274.

Cavalli-Sforza, L. L. et al.

- 1994 *The History and Geography of Human Genes*, Princeton University Press.

Chakraborty, R.

- 1986 "Gene Admixture in Human Populations: Models and Predictions", en *Yearbook of Physical Anthropology*, núm. 29, pp. 1-43.

Crawford, M. H.

- 1992 *Antropología biológica de los indios americanos*, Madrid, Mapfre.
2000 "Anthropological Genetics in the 21st Century: Introduction", en *Human Biology*, vol. 72, núm. 1, pp. 3-13.

Crawford, M. H. et al.

- 1974 "Human Biology in Mexico. II. A Comparison of Blood Group, Serum and Red Cell Enzyme Frequencies, and Genetic Distances of the Indian Populations of Mexico", en *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 41, núm. 2, pp. 251-68.

Crawford M. H. (ed.)

- 1976 *The Tlaxcaltecs: Prehistory, Demography, Morphology and Genetics*, University of Kansas, Anthropology Series.

Crawford M. H. y E. J. Devor

- 1980 "Population Structure and Admixture in Transplanted Tlaxcaltecan Populations", en *American Journal of Physical Anthropology*, núm. 52, pp. 485-490.

Dipierri, J. E. et al.

- 1998 "Paternal Directional Mating in Two Amerindian Subpopulations Located at Different Altitudes in Northwestern Argentina", en *Human Biology*, vol. 70, núm. 6, pp. 1001-1010.

Lewontin, R. C.

- 1972 "The Problem of Genetic Diversity", en *Evolutionary Biology*, núm. 6, pp. 381-398.

Lisker, R.

1963 "Studies on Some Hereditary Hematologic Characteristics in the Mexican Population II. Abnormal Hemoglobins in 7 Indigenous and Mestizo Groups", en *Gaceta Médica de México*, pp. 289-297.

1981 *La estructura genética de la población mexicana. Aspectos médicos y antropológicos*, México, Salvat Mexicana.

Lisker, R., L. Cobo y G. Mora

1971 "Distribution of Albumin Variants in Indians and Non-Indians of Mexico", en *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 35, núm. 1, pp. 119-23.

Lisker, R. et al.

1969 "Studies on Several Genetic Hematological Traits of the Mexican Population. XVI. Hemoglobin, S and Glucose-6-Phosphate Dehydrogenase Deficiency in the East Coast", en *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 30, núm. 3, pp. 349-54.

Lisker, R., E. Ramírez y V. Babinsky

1996 "Genetic Structure of Autochthonous Populations of Meso-America: Mexico", en *Human Biology*, vol. 6, núm. 3, pp. 395-404.

Lisker, R., G. Zarate y E. Rodríguez

1967 "Studies on Several Genetic Hematological Traits of the Mexican Population. XIV. Serum Polymorphisms in Several Indian Tribes", en *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 27, núm. 1, pp. 27-32.

Martinez Marignac, V. L. et al.

2006 "Admixture in Mexico City: Implications for Admixture Mapping of Type 2 Diabetes Genetic Risk Factors", en *American Journals of Human Genetics*.

Merriwether D. A. et al.

1997 "Mitochondrial versus Nuclear Admixture Estimates Demonstrate a Past History of Directional Mating", en *American Journal of Physical Anthropology*, núm. 102, pp. 153-159.

Mesa, N. R. et al.

2000 "Autosomal, mtDNA and Y-Chromosome Diversity in Amerinds: Pre- and Post-Columbian Patterns of Gene Flow in South America", en *American Journal of Human Genetics*, núm. 67, pp. 1277-1286.

Neel, J. V. et al.

1964 "Studies on the Xavante Indians of the Brazilian Mato Grosso", en *American Journal of Human Genetics*, núm. 16, pp. 52-140.

Pena, S. D. et al.

2000 "Retrato molecular do Brasil", en *Ciência Hoje*, núm. 27, p. 159.

Rodríguez, H., E. de Rodríguez, A. Loria y R. Lisker

1962 "Studies on Some Hereditary Hematological Characteristics in the Mexican Population. I. Blood Groups in Tarascos. Nahuas and Mixtecos", en *Revista de Investigación Clínica*, núm. 14, pp. 319-28.

Salzano, F. M. y M. C. Bortolini

2001 *The Evolution and Genetics of Latin American Populations*, Cambridge University Press.

Salzano, F. M. y S. M. Callegari Jacques

1988 *South American Indians: A Case Study in Evolution*, Oxford, Clarendon Press.

Sans, M.

- 2000 "Admixture Studies in Latin America: From the 20th to the 21st Century", en *Human Biology*, vol. 72, núm. 1, pp. 155-177.

Sans, M. et al.

- 2002 "Unequal Contributions of Male and Female Gene Pools from Parental Populations in the African Descents of the City of Melo, Uruguay", en *American Journal of Physical Anthropology*, núm. 118, pp. 33-44.

Zavala, C. et al.

- 1982 "Distancias génicas entre algunos grupos indígenas mexicanos", en *Estudios de Antropología Biológica*, vol. I, pp. 141-154.

3. Proyecto Genoma Humano y su importancia para la antropología física

Alfonso Vilchis Peluyera
Bibiana Rodríguez Ponce
Víctor Valdés López

Antecedentes

Hacia la mitad del siglo xx, nace una disciplina en el campo de las ciencias biológicas: la biología molecular, que es la resultante de la conjunción de tres áreas muy fecundas de investigación: la bioquímica, la cristalografía de rayos x y la genética microbiana. Aunque el modelo de la doble hélice propuesto por James Watson y Francis Crick en 1953 para la estructura del DNA ha sido visualizado como el punto de arranque de la biología molecular, desde una década antes ya se estaban llevando a cabo investigaciones en genética microbiana y en bioquímica de ácidos nucleicos y de proteínas, generándose el marco conceptual dentro del cual el modelo de Watson y Crick adquirió todo su significado biológico. A partir de aquí, la naciente biología molecular se expande en diversas direcciones, permeando, desde la biología celular, hasta los estudios sobre evolución y generando nuevos programas de investigación y, sobre todo, nuevas formas de analizar e interpretar los fenómenos biológicos. De esta manera, la biología molecular inaugura una nueva era científica —en la cual estamos

totalmente inmersos—, que ha venido revolucionando el pensamiento biológico, de tal manera que sólo es comparable, en su adecuada dimensión, con la revolución darwiniana del siglo XIX.

El desarrollo de la biología molecular ha estado íntimamente ligado al de diversas técnicas que han ampliado de manera extraordinaria el poder de análisis de los sistemas biológicos, permitiendo abarcar un mayor rango de estructuras y de procesos. Tal vez el ejemplo más dramático de estos desarrollos lo represente el salto —conceptual y práctico— del estudio de genes individuales al estudio de genomas completos (entendiendo por genoma, no sólo el número total de genes en un organismo, sino la totalidad de su DNA).

Esta nueva disciplina de investigación, la genómica, surgió en la década de 1990 como resultado de una doble interacción: por una parte, la cantidad de información genética acumulada en décadas de investigación en biología molecular había conformado un panorama muy amplio acerca de la estructura, función, regulación y evolución de múltiples genes en muy diversas especies; por otra parte, a partir del surgimiento de la ingeniería genética en la década de 1970, se habían ido desarrollando técnicas muy finas de aislamiento y clonación de genes, las cuales, junto con las metodologías para secuenciar DNA —esto es, identificar el orden de los nucleótidos o unidades químicas que conforman el DNA—, prepararon el camino para enfrentar un desafío excepcional en la biología: la secuenciación de genomas completos y, entre ellos, como reto mayúsculo, el de *Homo sapiens*.

No obstante su reciente emergencia dentro de la biología, el estudio de genomas completos —desde los genomas de bacterias hasta el genoma humano—, ha generado un impresionante conjunto de datos, tanto desde el punto de vista de la genómica estructural (configuración y organización de los cromosomas) como desde el enfoque de la genómica funcional (expresión y regulación de los genes y de sus productos funcionales, las proteínas). Asimismo, ha surgido una nueva área de investigación denominada genómica evolutiva y comparada, la cual, como su nombre lo indica, consiste en la comparación de diversos genomas para estudiar sus diferencias estructurales y funcionales, enmarcando estos resultados en un contexto evolutivo. Como consecuencia de lo anterior, la expansión de la genómica ha impactado a otras disciplinas científicas afines a la biología, tales como la medicina y la antropología física, las cuales se han beneficiado tanto en sus soportes conceptuales como en sus metodologías de investigación o, incluso, en la apertura de nuevos campos de investigación. En relación con la antropología física, el Pro-

yecto de Secuenciación del Genoma Humano ha comenzado a incidir en diversos campos del conocimiento antropológico, repercutiendo desde en la primatología y la paleoantropología hasta en los estudios sobre la diversidad genética de poblaciones, e incidiendo en campos como la genética médica, la antropología forense y la bioética.

Proyecto Genoma Humano

Hacia 1985, diversas instituciones académicas y gubernamentales de los Estados Unidos propusieron secuenciar el genoma humano utilizando la metodología desarrollada por Frederick Sanger en 1977 para determinar el orden de los nucleótidos que componen el DNA; sin embargo, no fue sino hasta 1990 que diversos laboratorios de Estados Unidos, Inglaterra, Japón y varios países europeos iniciaron la secuenciación completa de los 3 mil millones de nucleótidos que componen el genoma humano, denominándose a este grupo el Consorcio Internacional de Secuenciación del Genoma Humano. Por otra parte, en 1998, una compañía privada llamada *Celera Genomics* y dirigida por Craig Venter, anunció su propósito de secuenciar el genoma humano utilizando métodos automatizados, los cuales, aunque utilizando la misma técnica básica de Sanger, tenían una capacidad de secuenciación superior a la del Consorcio. Finalmente, en 2001, ambos grupos publican la secuencia del genoma humano en “borrador”, es decir, aún sin completar totalmente, aunque cubriendo aproximadamente 94% del genoma.

A partir de 2001 se han ido publicando, por parte del Consorcio Internacional, las secuencias ya terminadas de los 22 cromosomas autosómicos (no sexuales) así como de los cromosomas sexuales x y y; esta información está disponible en forma gratuita y abierta, vía internet, en la página del National Center for Biotechnology Information (NCBI): www.ncbi.nlm.nih.gov.

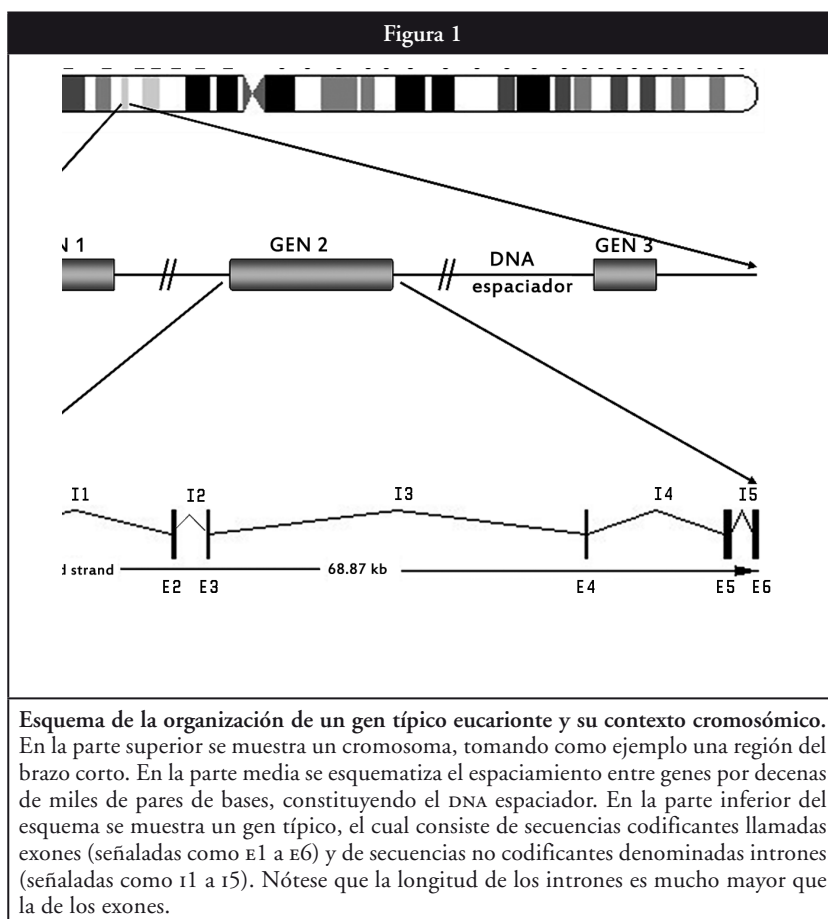
Con la información del genoma humano disponible, la pregunta principal es ¿qué hay en nuestro genoma? Para contestarla primero vamos a dar una visión global del genoma humano y después analizaremos sus principales componentes genéticos.

Nuestro genoma contiene aproximadamente tres mil ochenta millones de nucleótidos, ubicados en 22 cromosomas autosómicos y en los dos cromosomas sexuales x y y (IHGSC, 2005). El número estimado de genes oscila entre 20 y 25 mil, los cuales representan cerca de 22% de la totalidad del DNA genómico. Esta cantidad de genes no es muy superior a la que presentan otros mamíferos (ratón o chimpancé) e incluso invertebrados (la mosca de la fruta, por ejemplo). Ahora

bien, si tenemos en cuenta el hecho de que los genes contienen grandes tramos de secuencias no codificantes (llamadas intrones), el total de DNA genómico que se expresa en forma de proteínas o de ciertos tipos de RNA es de apenas 2% (Figura 1). Otro 45% del genoma consiste, principalmente, de secuencias repetitivas de diferente índole, algunas de ellas con capacidad de transposición, es decir, de replicarse e insertarse en diferentes regiones genómicas. Estas unidades genéticas se denominan, en general, elementos transponibles. El restante 33% del genoma lo constituyen secuencias intergénicas no repetitivas [IHGSC, 2001; Venter *et al.*, 2001]. De esta manera, observamos que los genes solamente ocupan 22% de nuestro genoma, mientras que 78% de DNA restante no tiene función codificante para proteínas o RNA. Este hecho, conocido desde hace décadas y confirmado con la secuenciación del genoma humano, ha llevado a ciertos investigadores a denominar a esta fracción no codificante como DNA “basura” o incluso DNA “parásito”, debido a su carencia de función [Crick y Orgel, 1980]. Sin embargo, como más adelante se señala, este DNA no codificante puede estar relacionado con características estructurales e incluso funcionales de las que apenas estamos comenzando a descifrar su importancia. Ahora sabemos que en esta parte de nuestro genoma se encuentra un extenso registro paleontológico de procesos biológicos y evolutivos que han dejado su marca en forma de secuencias de DNA [Valdés López *et al.*, 2004].

Uno de los datos más significativos del análisis de nuestro genoma ha sido el descubrir la cantidad de variación que existe a nivel de nucleótidos, es decir, el número de diferencias puntuales —por nucleótido— que existe entre el genoma de una persona y el genoma de otra. Esta variación se ha detectado principalmente como la diferencia de un solo nucleótido (A, T, G o C) por cada 100 a 300 nucleótidos cuando comparamos dos genomas. Estas diferencias son denominadas polimorfismos de nucleótidos únicos o SNPs (*Single Nucleotides Polymorphisms*). Si el genoma haploide humano consta de más de 3 mil millones de nucleótidos y la ocurrencia de SNPs es aproximadamente de uno por cada 100 a 300 nucleótidos, el número estimado de SNPs en el genoma humano se ubica entre 10 y 30 millones, variaciones que en su inmensa mayoría se presentan en regiones no codificantes —una consecuencia del hecho de que el genoma humano consiste en 98% de zonas sin capacidad de codificación—.¹ De la breve relación anteriormente esbozada, surgen distintas preguntas: ¿si compartimos un

1. www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome



número similar de genes con otras especies, en qué consiste nuestra individualidad como especie?, ¿qué significación biológica y evolutiva tiene el hecho de que la mayor parte de nuestro genoma no sea codificante?, ¿cuál es la importancia biológica de la variación genómica representada en los SNPs? Estas preguntas tienen diversas respuestas y cada respuesta tiene, a su vez, diversos alcances, por lo que a lo largo de este capítulo veremos cómo los datos generados de los análisis del genoma humano están teniendo fuertes repercusiones en diversas disciplinas que forman parte de la antropología física.

El genoma humano y la paleoantropología

Los primates y los roedores compartieron un último ancestro común hace aproximadamente 80 millones de años, y a partir de aquí se fueron diferenciando los genomas de ambos linajes como consecuencia de presiones de selección muy diferentes. Al comparar los genomas de humanos y roedores, se observa que 80% de los genes del ratón tiene un equivalente 1:1 en el genoma humano, el 20% restante corresponde a familias de genes que han experimentado expansión en el número de genes en uno u otro linaje [Mouse Genome Sequencing Consortium, 2002]. A pesar de que los roedores y los primates han estado sujetos a presiones de selección muy particulares a lo largo de sus historias evolutivas, la proporción de genes en el ratón que no están presentes en el genoma humano —y viceversa— es menor a 1%.

La divergencia evolutiva va generando cambios en la secuencia de nucleótidos de los genes y, consecuentemente, en la secuencia de aminoácidos de las proteínas, y estos cambios se pueden valorar. Una ventaja es que las comparaciones de secuencias introducen un aspecto cuantitativo difícil de obtener en comparaciones morfológicas, celulares o bioquímicas. Podemos hacer la comparación de nucleótidos de dos genes o de dos proteínas y obtener un valor específico del parecido entre dos secuencias (alineamiento pareado). Habitualmente, este valor se denomina porcentaje de identidad, y es un parámetro importantísimo para hacer inferencias evolutivas. Debe subrayarse que el uso de secuencias de genes y proteínas no desplaza o invalida a otros métodos de inferencia filogenética evolutiva, sino más bien se complementan mutuamente. Además, no todas las filogenias moleculares son consistentes entre sí; a veces, dependiendo del tipo de gen usado, el resultado no es el mismo. Los alineamientos pareados son la base de las inferencias evolutivas o filogenéticas, pero es común llevar a cabo comparaciones de tres o más secuencias. En este caso se trata de alineamientos múltiples, que permiten analizar más detalles de las secuencias que los alineamientos pareados como, por ejemplo, visualizar las regiones más y menos conservadas en las secuencias. El alineamiento múltiple tiene el mismo fundamento biológico: inferir si las secuencias comparadas son homólogas, es decir, si provienen de un ancestro común. De hecho, para hacer un alineamiento múltiple, primero se llevan a cabo los alineamientos pareados individuales de todas las secuencias entre sí y se obtienen los valores de identidad individuales. Lo interesante es que estos valores individuales de identidad permiten estimar el grado de divergencia entre ellas y representar el resultado gráficamente [Valdés López, 2006].

Dentro del linaje de los primates, aparte del genoma humano ya han sido secuenciados o están en proceso de secuenciación los genomas del chimpancé (*Pan troglodytes*), el mono rhesus (*Macaca mulatta*), el orangután (*Pongo pygmaeus*), el mono pequeño sudamericano (*Callithrix jacchus*), el gorila (*Gorilla gorilla*), el gibón (*Nomascus leucogenys*); y dos especies de prosimios, el lemur (*Lemur catta*) y el galago (*Otolemur garnettii*). La comparación de los genomas de humano y chimpancé han mostrado que ellos comparten 99% de identidad en sus secuencias, aunque tomando en cuenta inserciones y deleciones de segmentos de DNA esta identidad sólo alcanza 96%. A nivel de proteínas, éstas son muy similares entre el chimpancé y el humano, y 29% muestran una identidad absoluta entre ambos genomas. No obstante lo anterior, el número de diferencias nucleotídicas entre el genoma humano y el del chimpancé es 1% mayor que entre dos genomas humanos [Chimpanzee Sequencing and Analysis Consortium, 2005]. Entre los genes que parecen estar cambiando a una tasa más alta en humanos y chimpancés respecto a otros mamíferos figuran los asociados a la percepción de los sonidos, transmisión de señales nerviosas, producción de esperma y transporte celular de iones (www.genome.gov). El significado funcional de estas diferencias no está comprendido.

Por otra parte, los genes que codifican para unas proteínas llamadas factores de transcripción —las cuales regulan la expresión de otros genes— muestran evidencias de estar cambiando más rápidamente en el genoma humano que en el del chimpancé. Esto pudiera estar involucrado en la expresión diferencial de genes durante el desarrollo embrionario. Al realizar la comparación de genes individuales, se ha observado que nuestro genoma tiene 36 genes que no están presentes en el genoma del chimpancé; un ejemplo de esto último es el caso de tres genes involucrados en la respuesta inflamatoria en humanos, mismos que no están presentes en los chimpancés [Chimpanzee Sequencing and Analysis Consortium, 2005]. En contraparte, se han identificado 80 pseudogenes en el genoma humano que tienen una contraparte funcional en el genoma del chimpancé. Por ejemplo, el gen codificante de la enzima *caspasa 12*, la cual es una proteasa —enzima que fragmenta otras proteínas— y a la que se le ha vinculado con la patogénesis de la enfermedad de Alzheimer y de cierta susceptibilidad a infecciones bacterianas, no es funcional en humanos, lo que significa que su inactividad ha sido mantenida por selección natural en humanos. El significado funcional de esta pérdida de función en el genoma humano se desconoce.

Un descubrimiento que ya ha comenzado a revolucionar la perspectiva de la evolución humana y la de primates, es el relacionado con el gen *FOXP2*, el cual codifica para un factor transcripcional involucrado en la regulación de diversos genes [Enard *et al.*, 2002]. La función de este gen está involucrada en la capacidad humana para el desarrollo del lenguaje articulado. La proteína codificada por este gen tiene una longitud de 715 aminoácidos y cuando se compara con las proteínas homólogas en el chimpancé, gorila y mono rhesus, se observa que sólo varían en dos posiciones: en la posición 303 de la proteína humana está presente el aminoácido asparagina, mientras que en las otras tres especies aparece el aminoácido treonina en la misma posición 303. En la posición 325 de la proteína humana está presente el aminoácido serina, mientras que en esta misma posición aparece el aminoácido asparagina en el chimpancé, gorila y rhesus (Figura 2); respecto al orangután, la proteína humana presenta tres cambios.

Lo anterior indica que sólo dos cambios de aminoácidos aparecieron en el linaje humano desde su separación del linaje del chimpancé, creando, uno de estos cambios —el de la posición 325—, un sitio potencial para la fosforilación de la asparagina por la enzima cinasa c. Se ha demostrado que la fosforilación en factores de transcripción puede representar un mecanismo importante en la regulación transcripcional, y por lo tanto, en la regulación de la expresión genética. Los individuos humanos con mutaciones en el gen *FOXP2* muestran serios trastornos en la capacidad para articular el habla y los movimientos oro-faciales, indicando que, aunque la función o funciones normales reguladas por *FOXP2* aún no se han descubierto, la actividad de este gen, modificada por los dos cambios de aminoácidos referidos, es clave para la adquisición del mecanismo neuro-muscular involucrado en una de las características más profundamente humanas: el lenguaje articulado.

También se han podido analizar y comparar otras características anatómicas y fisiológicas entre humanos y chimpancés, indicando que, en humanos, 27 de 48 proteínas involucradas en los mecanismos de olfacción han experimentado un cambio acelerado desde que chimpancés y humanos compartieron el último ancestro común; lo mismo ha sucedido en algunas proteínas relacionadas con los procesos de audición [Clarck *et al.*, 2003]. Por su parte, genes del chimpancé involucrados en el desarrollo embriológico del mesodermo y en el desarrollo de la estructura esquelética han mostrado una tasa de cambio más rápida que en humanos, desde la separación de sus respectivos linajes entre 6 y 8 millones de años atrás. El significado funcional de estos cambios en las secuencias de los genes se desconoce.

Figura 2

FOXP2Mus	GLISIPPGQAALPVQSLPQAGLSPAETQQLWKEVTGVHSMEDNGIKHGGLDLTTNNSST	298
FOXP2Pongo	GLISIPPGQAALPVQSLPQAGLSPAETQQLWKEVTGVHSMEDNGIKHGGLDLTTNNSST	297
FOXP2Gorilla	GLISIPPGQAALPVQSLPQAGLSPAETQQLWKEVTGVHSMEDNGIKHGGLDLTTNNSST	297
FOXP2Macaca	GLISIPPGQAALPVQSLPQAGLSPAETQQLWKEVTGVHSMEDNGIKHGGLDLTTNNSST	298
FOXP2Pan	GLISIPPGQAALPVQSLPQAGLSPAETQQLWKEVTGVHSMEDNGIKHGGLDLTTNNSST	300
FOXP2Homo	GLISIPPGQAALPVQSLPQAGLSPAETQQLWKEVTGVHSMEDNGIKHGGLDLTTNNSST	207

FOXP2Mus	TSSTTSKASPPITHHSIVNGQSSVLNARRDSSSHEETGASHTLYGHGVCKWPGCESICED	358
FOXP2Pongo	TSSTTSKASPPITHHSIVNGQSSVLNARRDSSSHEETGASHTLYGHGVCKWPGCESICED	357
FOXP2Gorilla	TSSTTSKASPPITHHSIVNGQSSVLNARRDSSSHEETGASHTLYGHGVCKWPGCESICED	357
FOXP2Macaca	TSSTTSKASPPITHHSIVNGQSSVLNARRDSSSHEETGASHTLYGHGVCKWPGCESICED	358
FOXP2Pan	TSSTTSKASPPITHHSIVNGQSSVLNARRDSSSHEETGASHTLYGHGVCKWPGCESICED	360
FOXP2Homo	TSSTTSKASPPITHHSIVNGQSSVLNARRDSSSHEETGASHTLYGHGVCKWPGCESICED	267
.**.*****		
FOXP2Mus	FGQFLKHLNNEHALDDRSTAQCRVQMNVVQQLLEIQLSKERERLQAMNTHLHMRPSEPKPS	418
FOXP2Pongo	FGQFLKHLNNEHALDDRSTAQCRVQMNVVQQLLEIQLSKERERLQAMNTHLHMRPSEPKPS	417
FOXP2Gorilla	FGQFLKHLNNEHALDDRSTAQCRVQMNVVQQLLEIQLSKERERLQAMNTHLHMRPSEPKPS	417
FOXP2Macaca	FGQFLKHLNNEHALDDRSTAQCRVQMNVVQQLLEIQLSKERERLQAMNTHLHMRPSEPKPS	418
FOXP2Pan	FGQFLKHLNNEHALDDRSTAQCRVQMNVVQQLLEIQLSKERERLQAMNTHLHMRPSEPKPS	420
FOXP2Homo	FGQFLKHLNNEHALDDRSTAQCRVQMNVVQQLLEIQLSKERERLQAMNTHLHMRPSEPKPS	327

Alineamiento múltiple de secuencias de aminoácidos de una región de la proteína FOXP2, vinculada con la capacidad de articulación del lenguaje en humanos.

Se muestran las secuencias de FOXP2 pertenecientes a diversas especies de primates tales como *Pongo* sp. (orangután), *Gorilla* sp. (gorila), *Macaca* sp. (macaco) y *Pan* sp. (chimpancé), así como del ratón (*Mus* sp.) y del humano (*Homo sapiens*). En los recuadros se muestran en negritas los dos cambios de aminoácidos, asparagina (N) por treonina (T) y serina (S) por asparagina (N), los cuales ocurrieron en el linaje humano después de la separación del ancestro común con el chimpancé. Estos cambios pueden haber repercutido, a varios niveles, sobre la capacidad lingüística de *Homo sapiens*.

Uno de los más recientes hallazgos de la genómica comparativa en el campo de la paleoantropología está relacionado con la evolución del cerebro humano; en este caso se trata de una mutación en el gen que codifica para una de las miosinas (proteína muscular), la cual se expresa en las células de los músculos mandibulares, formando parte de las estructuras celulares llamadas sarcómeros, responsables de la capacidad contráctil de los músculos. Se ha observado que en humanos, el gen *MYH16* —codificante para un tipo particular de esta proteína, la miosina de cadena pesada— ha sufrido una delección de dos nucleótidos, ocasionando que la proteína formada sea más pequeña y no funcional, en contraparte con la proteína normal presente en otros primates. Esto da por resultado que los músculos mandibulares humanos reduzcan su tamaño en comparación con los músculos de la mandíbula en otros primates [Stedman *et al.*, 2004].

Se ha propuesto que esta reducción en el tamaño y fuerza muscular —con la consiguiente disminución tanto de la fuerza contráctil como de la tensión en las

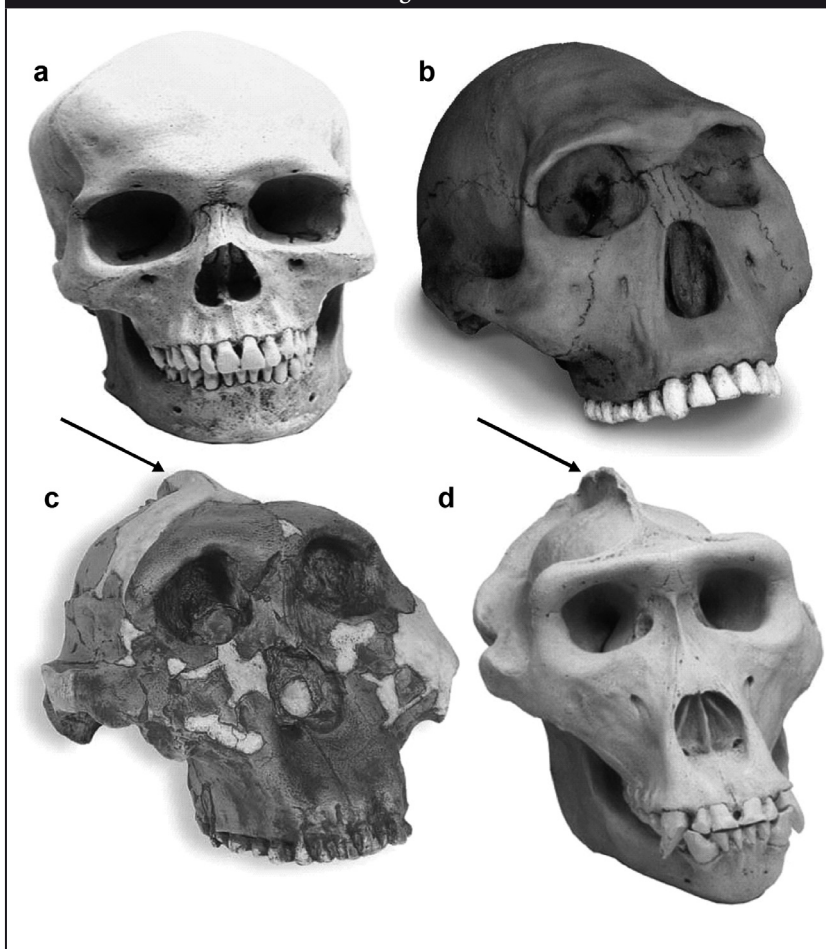
inserciones craneales de los músculos mandibulares— posibilitó la expansión del tamaño de la caja craneal con el consiguiente aumento de la masa cerebral (Figura 3). Mediante la comparación de las secuencias del gen *MYH16* en los genomas de humanos y primates, se pudo establecer que la mutación surgió en el linaje humano hace aproximadamente 2.4 millones de años —justo antes del aumento de la capacidad craneal—, según atestigua el registro fósil [Currie, 2004]. Esta propuesta, no obstante su atractivo, ha sido criticada con diferentes argumentos, uno de ellos basándose en el hecho de que los restos fósiles de neandertales muestran mandíbulas robustas y cajas craneales grandes, sugiriendo que la disminución del tamaño de los músculos de la mandíbula y la expansión craneana pudieran ser procesos desacoplados [Pennisi, 2004].

Aunque una sola mutación no es suficiente para explicar toda la serie de cambios anatomofisiológicos que se requirieron para la expansión cerebral en nuestro linaje —y desde luego que nadie lo ha planteado así—, los datos aportados por este estudio sí señalan una causa molecular concreta para explicar la disminución en el tamaño de los músculos de la masticación y su posible repercusión anatómica y funcional respecto a la expansión cerebral en humanos.

Otra interpretación podría plantear el siguiente panorama: la atrofia de los músculos de la masticación se podría explicar de una manera lamarquiana, asumiendo que un cambio de dieta condicionó el desuso de músculos mandibulares fuertes, propios de un tipo de alimentación vegetariano; por otra parte, la explicación darviniana sostendría que en cierto momento apareció un individuo mutante heterocigoto (sin los dos nucleótidos), que comparado con sus congéneres tenía dificultades para alimentarse de tubérculos y raíces, comenzando a alimentarse de otras fuentes más “blandas”, como insectos, gusanos, pescado. De esta manera, este individuo no sólo no estuvo en desventaja sino que al tener acceso a otras fuentes de energía y nutrimentos su ventaja selectiva, en términos reproductivos, sería mayor. La presencia del pseudogen de miosina 16 en forma homocigota, al brindar cierta ventaja selectiva, podría haber aumentado en la población, facilitando, junto con otros cambios morfológicos y funcionales, la expansión de la caja craneana.

A pesar de las objeciones que estos datos han generado, es innegable que este descubrimiento ha abierto una nueva perspectiva en la aplicación de los estudios de genómica comparativa en el dinámico campo de la paleoantropología.

Figura 3



Comparación de cráneos pertenecientes a cuatro especies de primates.

a) *Homo sapiens*, b) *Homo habilis*, c) *Australopithecus boisei* y d) *Gorilla gorilla*. En estas dos últimas especies se muestra la presencia de la cresta sagital (flechas); en esta cresta se inserta el músculo temporal, el cual genera una fuerza considerable sobre el hueso maxilar inferior. En *Homo sapiens*, una mutación en el gen de la proteína muscular miosina 16 pudo haber reducido el tamaño del músculo temporal de la masticación, permitiendo la remodelación de la caja craneana y conduciendo a un incremento del tamaño del cerebro.

DNA antiguo

Otra de las áreas en que la genómica se vincula con la antropología física es la concerniente al DNA humano antiguo, el perteneciente a restos humanos encontrados en sitios arqueológicos de diversas épocas o de restos humanos fósiles. Es necesario subrayar que después de la muerte de un organismo, el DNA comienza un proceso de degradación química y enzimática —por ejemplo, por nucleasas lisosomales— que rápidamente lo degrada. Además, la contaminación por bacterias u hongos también favorece la degradación de macromoléculas [Pääbo *et al.*, 2004]. Bajo condiciones excepcionales, tales como cuando un tejido se deseca rápidamente después de la muerte, o cuando el DNA permanece adsorbido a una matriz mineral, el DNA puede escapar a los procesos ordinarios de degradación. Solamente en estas condiciones es posible recuperar fragmentos de DNA de una longitud de entre 200 y 500 nucleótidos [*op. cit.*]. Respecto a la antigüedad del material genético que se ha recuperado de manera confiable y reproducible, las evidencias señalan una edad máxima de 100 mil años para la preservación del DNA fósil [Hofreiter *et al.*, 2001]. Con esto en mente, hay que señalar que este nuevo campo de investigación, al cual también se le puede denominar paleoantropología molecular, se ha desarrollado desde 1985, cuando Svante Pääbo logró clonar fragmentos de DNA provenientes de momias egipcias de más de 4 000 años de antigüedad [Pääbo, 1985].

El otro gran avance en este campo lo generó en 1997 también Pääbo y colaboradores, al clonar y secuenciar la región hipervariable del DNA mitocondrial de restos fósiles de un espécimen de neandertal y demostrar que su secuencia de DNA en esta región hipervariable sale del rango de variación del DNA mitocondrial de humanos. Este análisis condujo a proponer una edad de 500 mil años para la divergencia molecular entre el DNA mitocondrial de los neandertales (*Homo neanderthalensis*) y el de los humanos (*Homo sapiens*) a partir de la especie ancestral de ambos linajes, *Homo erectus* [Krings *et al.*, 1997].

Por su parte, el registro fósil indica que los neandertales y los humanos se separaron hace aproximadamente 300 mil años, lo cual concuerda con la estimación de 500 mil años para la divergencia molecular —ya que esta divergencia de genes ocurre necesariamente antes de la divergencia de poblaciones—. Este esquema de especiación implica el que se tenga que acumular una extensa cantidad de polimorfismo o variación genética en la especie ancestral, en este caso, *Homo erectus* [Krings, *op. cit.*]. Desde luego, los especímenes fósiles de neandertales examinados tienen una antigüedad menor de 100 mil años. Los resultados de estos análisis

han excluido a los neandertales de la familia humana moderna, ubicándolos como un grupo colateral al del linaje humano pero sin intercambio genético entre ambas poblaciones [Serre *et al.*, 2004].

Dadas las limitaciones inherentes al estudio del DNA mitocondrial, un equipo interdisciplinario de biólogos moleculares, antropólogos y especialistas en bioinformática, reunidos en el Instituto Max Planck de Antropología Evolutiva, dirigidos por Pääbo y utilizando nuevas técnicas de secuenciación, han comenzado a intentar obtener la secuencia completa del genoma de *Homo neanderthalensis*, esperando tener un “borrador” de la secuencia de 3 mil millones de pares de bases entre 2008 y 2009. Desde luego, no existe la seguridad de que se pueda recuperar el genoma completo de los neandertales, pero si este esfuerzo es fructífero, la comparación de los genomas de neandertales y de humanos podrá señalar, tal vez, las diferencias genéticas y genómicas implicadas en la diferenciación de ambos linajes.

Aunque los resultados aún son preliminares y sujetos a mucha discusión, el grupo de Pääbo, comparando el borrador del genoma nuclear del neandertal, sugiere que pudo ocurrir un intercambio genético entre humanos modernos y neandertales [Green *et al.*, 2010]. Un aspecto muy controversial se refiere a que esta posible mezcla no incluye a las poblaciones africanas. También queda por aclarar por qué los datos de DNA mitocondrial no sugieren este posible intercambio genético.

Un aspecto en el que la genómica y la antropología se entrelazan íntimamente es el relacionado con las prácticas agrícolas prehistóricas; tal es el caso de la domesticación del maíz. El maíz fue domesticado a partir del teozintle, hace aproximadamente 6 300 años en la región sureste de México. Las evidencias arqueológicas apuntan a que las características morfológicas de la mazorca estuvieron sujetas a selección a partir de su domesticación (Figura 4); también este proceso de selección empírica abarcó propiedades bioquímicas y sus efectos fenotípicos, tales como la textura del grano o las características del almidón [Jaenicke-Després *et al.*, 2003].

Los autores de esta investigación estudiaron tres genes: uno involucrado en el control de la arquitectura de la planta —principalmente estructura de la mazorca—, otro gen relacionado con la síntesis de proteínas de reserva, y un tercer gen, implicado en la producción de almidón. Los resultados del análisis genético mostraron que estos genes y sus formas alélicas —los cuales forman parte del genotipo en las plantas de maíz actuales y que confieren características fenotípicas muy

importantes para su utilización como alimento—, ya estaban presentes en el maíz mexicano hace 4,400 años, es decir, ya habían sido seleccionados menos de 2 mil años después del inicio de la domesticación. Los datos arqueológicos sobre la morfología de las plantas de maíz indican un incremento constante en el tamaño de la mazorca durante los primeros 2 mil años de domesticación. Asimismo, el hecho de que en el maíz prehistórico ya estén presentes los otros dos alelos involucrados en la calidad de las proteínas de reserva y en las características del almidón, sugiere que estos rasgos fenotípicos estuvieron sujetos a selección positiva hace 4,400 años. Un dato muy interesante en relación con esto último es el hecho de que en muestras de maíz fósil provenientes de Nuevo México (sur de Estados Unidos), y con una antigüedad de 2 mil años, aparece un alelo que está presente actualmente en el teozintle y que sin embargo está ausente o es muy raro en el maíz actual; esto sugiere que la domesticación del cereal estuvo ligada a grupos humanos específicos y a regiones concretas, indicando que hace 2 mil años el proceso de selección de las características del almidón en el maíz aún estaba en proceso en las zonas de Aridoamérica [Smith, 2005].

Otra aplicación de los análisis genómicos a la antropología física lo ejemplifica el estudio realizado en restos precolombinos de perros que habitaron el continente americano antes de la llegada de europeos en el siglo xv, en el cual se demuestra que el xoloitzcuintle o “perro mexicano” permaneció en aislamiento reproductivo respecto a otras razas a lo largo de su historia evolutiva. Los análisis genómicos de DNA mitocondrial obtenido de restos fósiles de 1,400 años de antigüedad mostraron que el xoloitzcuintle americano original únicamente tiene afinidades genéticas con perros de origen asiático —los cuales se originaron a partir del lobo gris del Viejo Mundo y fueron introducidos en el continente americano durante el Pleistoceno Tardío a través del estrecho de Bering— y no con perros introducidos por los europeos a partir del siglo xv [Leonard *et al.*, 2002].

En contraste, los perros actuales considerados americanos (por su morfología), no presentan los marcadores precolombinos, lo cual sugiere que después de la llegada de los colonizadores a América, las razas nativas de perros fueron reemplazadas genéticamente por animales de origen europeo [Leonard *et al.*, 2002].

Estos ejemplos demuestran cómo los estudios genómicos pueden ampliar las perspectivas biológicas y culturales dentro del campo de acción de la antropología física y disciplinas afines y, al mismo tiempo, ayudar a generar nuevas interpretaciones a la luz de los datos derivados del análisis de genomas completos.

Figura 4



La espiga del teozintle (*Zea mays* subsp. *parviglumis*) a la izquierda y la mazorca del maíz (*Zea mays* L.) a la derecha

El proceso de domesticación y selección de características morfológicas (incremento del número y tamaño de los granos en la mazorca) y bioquímicas (contenido de almidón y amilopectinas, entre otras) a partir de eventos de cruzamientos genéticos entre variedades de teozintle (ancestro del maíz actual) hace más de 6 mil años, condujo a la obtención de un alimento básico en las civilizaciones de Mesoamérica.

Medicina genómica

Entre las justificaciones de mayor peso que se utilizaron para fundamentar el Proyecto de Secuenciación del Genoma Humano, fue la de que el conocimiento de la secuencia aportaría datos de gran interés biomédico, principalmente la identificación de genes relacionados con enfermedades monogénicas —las cuales se

heredan de forma mendeliana—, es decir, que muestran un carácter de dominancia o recesividad bien definido [IHGSC, 2001]. Aun antes de que la secuencia fuera publicada en forma de borrador, las bases de datos públicas con secuencias genómicas permitieron la rápida identificación *in silico* (búsqueda mediante métodos bioinformáticos) de genes candidatos asociados a enfermedades, guiando de manera más racional la experimentación biomédica. De hecho, cuando se publicó, en 2001, el borrador de la secuencia del genoma humano, ya se habían clonado 30 genes ligados a enfermedades monogénicas mendelianas utilizando la información derivada del genoma [IHGSC, 2001]. Actualmente se conocen más de 6 mil genes vinculados con enfermedades de tipo monogénico, las cuales tienen una prevalencia aproximada de 1 por cada 200 nacimientos (www.ornl.gov).

La base de datos que contiene el catálogo más completo de genes humanos y desórdenes genéticos, derivada del proyecto de secuenciación del genoma humano, se denomina OMIM (*Online Mendelian Inheritance in Human*), y contiene más de 17 mil “entradas de búsqueda” que representan otros tantos genes identificados en el genoma humano (www.ncbi.nlm.nih.gov).

Respecto a la relación de los genes con los desórdenes patológicos asociados a ellos, es muy importante tener en cuenta el hecho de que no existen genes “para” o “de” las enfermedades, es decir, no hay tal cosa como “el gen de la anemia falciforme” o “los genes para la diabetes”, sino que cuando los genes sufren alguna modificación en su secuencia de DNA que inactiva o suprime su función normal es cuando se pueden manifestar sus efectos en forma de enfermedades o síndromes.

Asimismo, es importante señalar que tanto en condiciones normales como en situaciones patológicas, la expresión de un gen puede estar relacionada con múltiples funciones en el organismo (pleiotropismo) y, de manera complementaria, una función específica puede ser el resultado de la acción de varios genes —características poligénicas—. Lo anterior es la base para comprender por qué existen dos tipos de padecimientos genéticos: a) los mendelianos o monogénicos —asociados al mal funcionamiento de uno o dos alelos de un gen— y b) los padecimientos genéticos complejos o multifactoriales. En cuanto a los primeros, se transmiten según los patrones hereditarios mendelianos: dominante, recesivo o ligado al cromosoma x; como ejemplos de estos padecimientos figuran la distrofia muscular de Duchenne, la hipercolesterolemia familiar (aumento del nivel de colesterol), la hemofilia A, la neurofibromatosis tipo 1, la fenilcetonuria, la anemia de células falciformes, la enfermedad de Tay-Sachs, la corea de Huntington o las diversas

talasemias (anemias). Los padecimientos genéticos complejos o multifactoriales están vinculados a anomalías en diversos genes y a la acción de factores medio-ambientales; a estos últimos también se les denomina factores de riesgo. Como ejemplos de enfermedades multifactoriales se pueden mencionar la enfermedad arterial coronaria, la enfermedad cerebrovascular, ciertos tipos de cáncer, el asma o la diabetes *mellitus*.

Una vez esbozado el marco general en el cual se encuadran las enfermedades con un componente genético asociado —aunque no necesariamente identificado—, a continuación se expondrá cómo los datos derivados de la secuencia del genoma humano repercuten —y con mayor medida en el futuro— en la investigación biomédica, tanto básica como aplicada.

El Proyecto HapMap

Las variaciones genómicas se pueden dividir entre mutaciones y polimorfismos. Genéticamente se define un polimorfismo como aquella variación en el DNA que está presente en al menos 1% de la población. Por ejemplo, si 95% de las personas tiene una T (timina) en una posición de su genoma y 5% restante tiene una G (guanina) en la misma posición, se dice que esto representa un polimorfismo.

Por su parte, una mutación se define como la variación en el DNA que está presente en menos de 1% de la población; de esta manera, si 99.9% de las personas tiene una A (adenina) en una posición de su genoma y 0.1% restante muestra una C (citósina) en la misma posición, esto se considera una mutación. Dos personas no relacionadas genéticamente compartirán un porcentaje igual a 99% de sus secuencias genómicas y aun así tendrán cerca de 30 millones de nucleótidos diferentes en distintas posiciones de sus cromosomas. Esta variabilidad, contenida en 1% del genoma humano, está determinada por el cambio de un solo nucleótido en una posición dada de las dos secuencias comparadas, correspondientes a dos individuos, y se denominan polimorfismos de nucleótido único o SNPs² (*Single Nucleotide Polymorphisms*). Para ejemplificar lo anterior, veamos estas dos secuencias:

Persona 1	ATGCCTGA
Persona 2	ATGCATGA

Mientras que la persona 1 tiene dos citosinas contiguas, la persona 2 muestra que una de las citosinas ha cambiado por una adenina, permaneciendo igual el

2. Pronúnciese *snips*.

resto de sus secuencias. Esto es un SNP, y cuando se comparan diversos genomas se observa que estas variaciones de un solo nucleótido ocurren una vez por cada 100 a 300 nucleótidos. Dada esta frecuencia de aparición se estima que el número de polimorfismos en las secuencias genómicas entre dos seres humanos es de aproximadamente 10 a 30 millones de SNPs.³ Ahora bien, ¿cuál es la importancia de estas variaciones de un solo nucleótido? Para contestar esta pregunta es necesario comprender un concepto genético fundamental: el desequilibrio de enlace.

Se define el desequilibrio de enlace como la asociación no aleatoria de dos regiones genéticas o alelos ubicados en diferentes *loci* (plural de *locus*, sitio en un cromosoma ocupado por el alelo de un gen). De esta manera, si el alelo o la secuencia A se encuentra frecuentemente vinculado con el alelo o la secuencia B —supongamos que B está asociado con un determinado padecimiento—, cada vez que se detecte la secuencia A se puede inferir que B también está presente, aunque se desconozca la función o el efecto de B en el padecimiento. En este caso se dice que A y B están en desequilibrio de enlace [Goldstein y Weale, 2001].

También es posible el caso de que la secuencia A aparezca en los individuos que presentan una enfermedad y que, por el contrario, no aparezca en los individuos sanos. Por otra parte, si el locus A es un SNP o un conjunto de SNPs —al conjunto de SNPs asociados en una determinada posición cromosómica se le denomina haplotipo— y si este marcador genético se presenta con alta frecuencia vinculado con el marcador B, entonces la presencia del haplotipo A puede conducir a mapear la ubicación del locus B mediante diversas técnicas genéticas. Posteriormente se puede llegar a esclarecer el papel que el locus B tiene en el desarrollo de la enfermedad.

La importancia de los SNPs consiste, por lo tanto, en que pueden ser utilizados como faros o guías —también denominados marcadores moleculares— para la identificación de alelos, genes o secuencias asociados a enfermedades. De lo anterior resulta que mientras más SNPs tengamos identificados y ubicados en el genoma, mayor será la probabilidad de encontrar genes o secuencias relacionadas con un determinado padecimiento. En esto consiste el Proyecto HapMap o mapa de haplotipos integrados por SNPs.⁴ El objetivo global del proyecto HapMap es identificar y catalogar las similitudes y diferencias genéticas entre seres humanos. Esto se lleva a cabo mediante la comparación de secuen-

3. www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome

4. www.hapmap.org

cias genómicas de diferentes individuos para identificar regiones cromosómicas donde se compartan variantes genéticas (SNPs).

En la fase inicial del proyecto, los datos genéticos están siendo obtenidos de cuatro poblaciones con ancestros africanos, asiáticos y europeos. Las variantes de un solo nucleótido pueden presentarse en la secuencia interna de los genes, en sus regiones reguladoras o más comúnmente en regiones intergénicas; su identificación se basa en comparar estas regiones genómicas entre diferentes individuos mediante alineamientos múltiples de las secuencias en estudio, detectándose las diferencias a nivel de nucleótidos individuales mediante programas bioinformáticos. Si estas variantes se encuentran adyacentes en una región genómica dada y se heredan de manera conjunta, se denominan haplotipos, siendo el objetivo final del Proyecto HapMap mapear todos los haplotipos presentes en poblaciones humanas. Un ejemplo de variantes genómicas de un solo nucleótido en tres seres humanos y la configuración de sus haplotipos se muestra a continuación:

SNPs

Individuo 1	ATTACCGAA.....CTGATT.....GGTGT
Individuo 2	ATTAACGAA.....CTGCTT.....GGTAT
Individuo 3	ATTATCGAA.....CTGTTT.....GGTCT

HAPLOTIPOS

Haplotipo Individuo 1	CAG
Haplotipo Individuo 2	ACA
Haplotipo Individuo 3	TTC

Como se observa en el ejemplo anterior, los haplotipos se pueden considerar como “huellas genéticas” que caracterizan a los individuos y que, al heredarse de manera conjunta, sirven para establecer patrones de ancestría-descendencia. Un aspecto de la mayor relevancia para el Proyecto HapMap es el hecho de que existen, en una población determinada, haplotipos comunes que son compartidos. Así, en una población, 60% de las personas pueden mostrar una versión de un haplotipo, otro 30% pueden portar un haplotipo distinto y 10% restante exhibir variantes de otros haplotipos menos comunes. Uno de los propósitos iniciales del Proyecto HapMap es identificar los haplotipos comunes en las cuatro poblaciones antes mencionadas, es decir, expandiendo el concepto de genética de poblaciones hacia un nuevo concepto de investigación: la genómica de poblaciones.

Ahora bien, ¿cómo se pueden correlacionar los haplotipos con los marcadores genéticos asociados con algún padecimiento o con regiones cromosómicas concretas? Como se señaló anteriormente, el desequilibrio de enlace es el punto de partida para descubrir si un haplotipo determinado se encuentra asociado con un marcador genético involucrado en el desarrollo de alguna enfermedad o si las personas afectadas por un padecimiento presentan un haplotipo particular; si es posible demostrar esta relación, entonces la investigación se puede centrar en la búsqueda del posible gen o genes involucrados en el padecimiento, analizando las regiones cromosómicas contiguas al haplotipo o incluso rastreando si el haplotipo mismo se localiza dentro de un gen o en su región reguladora.

Desde luego, la demostración final de que la alteración de un gen —o genes— son responsables del fenotipo de la enfermedad consiste en el mapeo de mutaciones y su correlación con los efectos fisiológicos presentes en el padecimiento [Botstein y Risch, 2003].

En resumen, se espera que los datos derivados del Proyecto HapMap permitan establecer, a nivel clínico, la relación genotipo-fenotipo y posibilitando, a mediano y largo plazo, el desarrollo de estrategias terapéuticas dirigidas a la corrección de los defectos genéticos, mejor conocidas como terapias génicas. En esto reside el gran potencial biomédico del Proyecto HapMap.

Conclusión

Se puede afirmar que la información derivada de la secuenciación del genoma humano, junto con la de otros genomas, está enriqueciendo considerablemente a las ciencias biológicas y, en el campo particular de la antropología física, los estudios genómicos han expandido —y lo seguirán haciendo— los métodos, las interpretaciones y los marcos conceptuales propios de esta disciplina. Aunque aun estamos muy lejos de comprender el mensaje funcional —y mucho menos el evolutivo— contenido en el genoma humano, existe la profunda convicción de que este mensaje, escrito en un lenguaje de 3 mil millones de nucleótidos, expresa una historia biológica que puede iluminar el origen de las novedades evolutivas que caracterizan a *Homo sapiens*: el lenguaje y la capacidad mental. El genoma humano no solamente es un libro maravilloso de biología, sino también de historia.

Bibliografía

Botstein, D. y N. Risch

- 2003 "Discovering Genotypes Underlying Human Phenotypes: Past Successes for Mendelian Disease, Future Approaches for Complex Disease", en *Nature Genetics*, 33, Supplement, pp. 228-37.

Clark, A. et al.

- 2003 "Inferring Nonneutral Evolution from Human-Chimp-Mouse Orthologous Gene Trios", en *Science*, vol. 302, pp. 1960-1963.

Crick, F. y L. Orgel

- 1980 "Selfish DNA: The Ultimate Parasite", en *Nature*, vol. 284, pp. 604-607.

Currie, P.

- 2004 "Human Genetics: Muscling in Human Evolution", en *Nature*, vol. 428, pp. 373-374.

Chimpanzee Sequencing and Analysis Consortium

- 2005 "Initial Sequence of the Chimpanzee and Comparison with the Human Genome", en *Nature*, vol. 437, pp. 69-87.

Enard, W. et al.

- 2002 "Molecular Evolution of FOXP2, a Gene Involved in Speech and Language", en *Nature*, vol. 418, pp. 869-872.

Goldstein, D. y M. Weale

- 2001 "Population Genomics: Linkage Disequilibrium Holds the Key", en *Current Biology*, núm. 11, pp. 576-579.

Green, R. et al.

- 2010 "A Draft Sequence of the Neandertal Genome", en *Science*, vol. 328, pp. 710-722.

Hofreiter, M. et al.

- 2001 "Ancient DNA", en *Nature Genetics* vol. 2, pp. 353-359.

International Human Genome Sequencing Consortium

- 2000 Initial Sequencing and Analysis of the Human Genome. *Nature* vol. 409: 860-921.

Jaenicke-Després, V. et al.

- 2003 "Early Allelic Selection in Maize as Revealed by Ancient DNA", en *Science*, vol. 302, pp. 1206-1208.

Krings, M., A. Stone y R. Schmitz

- 1997 "Neandertal DNA Sequences and the Origin of Modern Humans", en *Cell*, núm. 90, pp. 19-30.

Leonard, J.; R. Wayne y J. Wheeler

- 2002 "Ancient DNA Evidence for Old World Origin of New World Dogs", en *Science*, vol. 298, pp. 1613 - 1616.

Mouse Genome Sequencing Consortium

- 2002 "Initial Sequencing and Comparative Analysis of the Mouse Genome", en *Nature*, vol. 420, pp. 520-562.

Pääbo, S. et al.

- 2004 "Genetic Analyses from Ancient DNA", en *Annual Review of Genetics*, núm. 38, pp. 645-679.

Pääbo, S.

- 1985 "Molecular Cloning of Ancient Egyptian Mummy", en *Nature*, vol. 314, pp. 644-645.

Pennisi, E.

2004 "The Primate Bite: Brawn versus Brain?", en *Science*, vol. 303, p. 1957.

Serre, D. et al.

2004 "No Evidence of Neandertal mtDNA Contribution to Early Modern Humans", *PLoS Biology (Public Library of Science)*, núm. 2, pp. 313-317.

Smith, B.

2005 "Reassessing Coxcatlan Cave and the Early History of Domesticated Plants in Mesoamerica", en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Estados Unidos, núm. 102, pp. 9438-9445.

Stedman, H. et al.

2004 "Myosin Gene Mutation Correlates with Anatomical Changes in the Human Lineage", en *Nature*, vol. 428, pp. 415-418.

Valdés López, V.; A. Vilchis Peluyeray y L. Alba Lois.

2004 "Paisajes genómicos", en Velásquez, Antonio (comp.), *Lo que somos y el genoma humano. Des-velando nuestra identidad*, México, FCE-UNAM, pp. 31-49.

Valdés López, V.

2006 "Biología molecular, evolución y genómica", en *Aprendizaje de la parasitología basado en problemas*, Flisser Steinbruch, Ana y Ruy Pérez Tamayo (coords.), Editores de Textos Mexicanos, pp. 215-235.

Venter, C. et al.

2001 "The Sequence of the Human Genome", en *Science*, vol. 291, pp. 1304-1351.

Internet

www.ncbi.nlm.nih.gov

www.genome.gov

www.hapmap.org

www.ornl.gov

www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome

4. Topografía genética de las poblaciones indígenas mexicanas

Antonio González Martín

Amaya Gorostiza Langa

La genética molecular y sus aplicaciones en antropología

En los últimos años se han desarrollado nuevas técnicas de laboratorio y herramientas estadísticas que permiten obtener nuevas perspectivas sobre el origen de los grupos humanos y sus relaciones filogenéticas. La ciencia en la que se basan estas nuevas técnicas, la genética molecular, parte de una reflexión aparentemente sencilla: todos los seres vivos, entre ellos los humanos, están constituidos por material genético que se transmite de generación en generación siguiendo un modelo estable. Este material, conocidos los sistemas de transmisión, puede rastrearse hasta el origen común de diferentes individuos o poblaciones. Tal planteamiento implica complejas reflexiones metodológicas y conceptuales. Entre otros muchos aspectos, debe tenerse en cuenta el mecanismo y la dinámica de transmisión del material genético.

El material hereditario puede organizarse y transmitirse de distintas formas en la naturaleza. Desde el punto de vista de la dinámica de transmisión se pueden destacar, para los humanos, tres tipos de DNA: el cromosoma Y, el autosómico y el DNA

mitocondrial (DNAm_t). El autosómico está formado por la totalidad de material genético contenido en los núcleos celulares, es decir, por 22 pares de cromosomas más dos cromosomas sexuales, xx para las mujeres y xy para los varones. Es el material más complejo desde el punto de vista interpretativo, ya que durante las fases de transmisión se intercambia material entre las diferentes estructuras cromosómicas. Este fenómeno, llamado recombinación genética, es de vital importancia en los procesos evolutivos, ya que implica la reorganización de la información y la aparición de nuevas combinaciones genéticas. Pero este mismo fenómeno dificulta su interpretación ya que el intercambio de material conlleva cierta incertidumbre a la hora de determinar su origen.

El cromosoma y es el responsable de la diferenciación de un nuevo individuo hacia el sexo masculino y, por lo tanto, se transmite exclusivamente por vía paterna, es decir, de padres a hijos varones, lo que facilita su seguimiento, generación tras generación [Jobling y Tyler-Smith, 1995]. Además, este material presenta muy baja recombinación, lo que facilita todavía más su interpretación. En la actualidad se llevan a cabo intensas investigaciones basadas en este tipo de material [Hammer *et al.*, 1997, 1998], lógicamente, su interpretación permite reconstruir, únicamente, los acontecimientos relacionados con varones, lo que implica una visión parcial del comportamiento de nuestra especie.

El DNAm_t es material más utilizado en antropología molecular. Se encuentra en el interior de las mitocondrias, localizadas en el citoplasma celular. Por esta circunstancia su modelo hereditario es distinto al resto del material genético, localizado exclusivamente en el núcleo celular. Sólo se transmite por vía femenina, por lo que un linaje mitocondrial, caracterizado por una sola mujer, desaparece si no tiene hijos o todos ellos son varones. Esta singular forma de herencia, sumado a que no existe recombinación, lo convierte en una eficaz herramienta para construir la historia biológica del hombre.

El DNA mitocondrial es una molécula circular de dos hebras de DNA. Su tamaño es aproximadamente 200 mil veces más pequeño que el DNA nuclear y 8 mil veces menor que un cromosoma nuclear. Pese a la gran diferencia de tamaño, cada mitocondria contiene en promedio 10 moléculas de DNA y cada célula contiene un número variable de mitocondrias, entre 10 y 10 mil copias. Consta de 16,596 pares de bases o nucleótidos que se enumeran, lógicamente, del 1 al 16,596. El material genético contenido en la mitocondria representa 0.005% del total presente en una célula [Anderson *et al.*, 1981; Andrews *et al.*, 1999].

El planteamiento básico de utilizar el DNAmT como herramienta en antropología molecular, se centra en el hecho de que durante los procesos de herencia este material sufre alteraciones respecto a la estructura inicial o de referencia. Estas variaciones, comúnmente conocidas como mutaciones, permiten caracterizar a una población y situarla en el tiempo y en el espacio. Técnicamente, se suele comparar una secuencia —el orden de las cuatro bases nitrogenadas que componen el DNA, Adenina (A), Citosina (C), Guanina (G) y Timina (T)— de una región determinada del DNAmT con una de referencia. La secuencia de referencia es la conocida como “secuencia de Anderson”, porque fue el primer investigador que publicó la secuencia completa del DNAmT humano en 1981. A partir de estas comparaciones se pueden agrupar las secuencias según el tipo de diferencias que presente respecto a la original.

Eva mitocondrial y la expansión humana

En 1987, Rebecca Cann y sus colaboradores publican el artículo “DNA mitocondrial y Evolución Humana” (del inglés original “Mitochondrial DNA and Human Evolution”), en la prestigiosa revista *Nature*. La autora aprovechaba las nuevas técnicas moleculares para obtener información sobre el origen del *Homo sapiens*. El trabajo se basa en el estudio de las variaciones del DNA mitocondrial para reconstruir, a partir de ellas, la historia biológica del hombre. Su propuesta apoya de manera inapelable el origen africano de nuestra especie; aunque tuvo muchas críticas e incluso se han hecho algunas correcciones a aquella primera propuesta, en esencia el genial trabajo de Cann sigue estando vigente hoy en día [Cann *et al.*, 1987].

A medida que otros investigadores aportan nuevos datos sobre el DNAmT, se vuelve evidente que las variaciones de este material genético pueden clasificarse en grupos o clanes, conocidos técnicamente como haplogrupos mitocondriales, es decir, agrupaciones que engloban a individuos cuyo DNAmT no es idéntico pero sí lo suficientemente similar para indicar ascendencia común. Inicialmente, se descubrieron 13 grupos entre los africanos, cuatro en América, 14 en Asia y siete en Europa. Por deducción lógica cada uno de esos grupos familiares tiene su ancestro en una única mujer de la que descienden todos los miembros del clan, a su vez, todos estos clanes descienden de una mítica Eva genética o Eva mitocondrial. África subsahariana es representada por los linajes —o haplogrupos— L1, L2 y L3, mientras que hacia el noreste aparecen otros marcadores distintos; en África del norte los marcadores más frecuentes son el H y el U. Las diferencias en las fre-

cuencias de los haplogrupos mitocondriales entre estas dos regiones del continente africano se deben a la existencia de una barrera geográfica que, de alguna manera, aisló durante algún tiempo ambas regiones, se trata sin lugar a dudas del inmenso desierto del Sahara, que actuó de barrera genética y permitió la diferenciación de las poblaciones que se encontraban situadas en sus márgenes norte y sur. Australia, como continente aislado, representa un buen ejemplo. Por eso, al interpretar los datos moleculares, prácticamente en su totalidad está representado por los marcadores N y P. Este último también tiene altas frecuencias en Papua Nueva Guinea e incluso está representado, aunque en bajas frecuencias, en Indonesia. También es interesante destacar la difusión del marcador N que se encuentra presente, aunque en muy bajas proporciones, en poblaciones del sureste asiático. A partir del seguimiento y de las variaciones de las frecuencias de los haplogrupos y de sus variantes, se puede construir el proceso de dispersión del hombre moderno a través de todos los continentes.

De forma resumida se puede afirmar que el hombre moderno se origina en África hace unos 140 mil años, a partir de esta fecha se produce una rápida dispersión que culmina con la llegada del hombre moderno a Australia hace unos 60 mil años, al oeste de Europa hace 40 mil y a América hace entre 30 mil y 12 mil años. Estos valores son aproximados, y muchos de ellos son hoy motivo de fuertes controversias y enfrentamientos científicos [Schurr *et al.*, 1990; Horai *et al.*, 1993; González-José *et al.*, 2003].

El DNAMt y el poblamiento de América

En América existen cuatro haplogrupos característicos [Horai *et al.*, 1993; Torroni *et al.*, 1993]. El haplogrupo A está definido por la sustitución de un nucleótido en la posición 16,517; el B por una delección de nueve pares de bases en una región intergénica; de la misma manera, el haplogrupo C se caracteriza por la sustitución de un nucleótido en la posición 13,259, y la aparición de otra en la posición 13,262, y por último el haplogrupo D se caracteriza por una sustitución en la posición 5,176.

A estos cuatro haplogrupos hay que agregarles la presencia del haplogrupo X, inicialmente definido en poblaciones europeas pero que aparece, en baja frecuencia, en poblaciones del norte del continente y está ausente en América del sur [Dornelles *et al.*, 2005].

Existe un acuerdo general sobre la llegada de las poblaciones fundadoras americanas al Nuevo Mundo: la migración de Asia a América a través del estrecho de Be-

ringia durante el Pleistoceno pero existen múltiples hipótesis en cuanto al momento exacto, el número de migraciones y el tamaño de estas poblaciones ancestrales.

Aunque el objetivo del presente trabajo no es discutir sobre este aspecto, sí es necesario tener algunas referencias sobre esta polémica. Así, diversos estudios han estimado el momento de la llegada de las poblaciones ancestrales mediante datos de diversidad de haplogrupos [Schurr *et al.*, 1990] y variación de la secuencia de la región control [Forster *et al.*, 1996], proponiendo una oleada migratoria [Merriwether *et al.*, 1995; Bonatto y Salzano, 1997a; 1997b; Stone y Stoneking, 1998] o más [Torroni *et al.*, 1992; 1994].

Respecto a la distribución de los haplogrupos a nivel continental, existe cierto consenso respecto a que el linaje A muestra una clara tendencia a disminuir su frecuencia de norte a sur, mientras que el linaje B lo hace a la inversa [Merriwether *et al.*, 1995]; los linajes C y D varían ampliamente en el norte, el centro y el sur de América, aunque presentan cierta tendencia a aumentar hacia el sur [Lalueza *et al.*, 1997].

Métodos para reconstruir la historia de las poblaciones

Existen diferentes métodos matemáticos para aproximarse a la estructura e historia de las poblaciones humanas, los más clásicos los constituyen los dendrogramas, el escalamiento multidimensional [Seber, 1984; Torgerson, 1958] o el análisis de componentes principales [Gabriel, 1968]; todos ellos se basan en la representación gráfica de las semejanzas o diferencias que existen entre poblaciones. Estas afinidades poblacionales se suelen estudiar, por ejemplo, en el campo de la genética molecular, mediante la comparación de frecuencias alélicas de un marcador o entre secuencias de DNA. El resultado final de estas aproximaciones matemáticas es la obtención de un *cluster* o agrupación entre poblaciones, o un *outlier*, es decir, poblaciones que se alejan de una agrupación determinada. De hecho, lo que realmente subyace en este tipo de análisis es la variabilidad genética existente en la totalidad de las muestras utilizadas. Ahora bien, estos métodos son insuficientes para reconocer la existencia de modelos genéticos espaciales explicados por la geografía. El primer análisis planteado para resolver este problema, llamado Aislamiento por Distancia, lo realizó Malécot en 1948; a partir de esta fecha han sido muchas las propuestas para abordar este tema, por ejemplo la Autocorrelación Espacial [Barbujani *et al.*, 1989] o modificaciones en el método de componentes principales [Menozzi *et al.*, 1978]. Pero uno de los métodos que mejor expresan la topografía genética de las

poblaciones de acuerdo con la geografía es el que se basa en el modelo de triangulación de Delaunay [Brasel y Reif, 1979] y en los trabajos de Monmonier. Este último autor basó sus estudios en el desarrollo del algoritmo de máxima diferenciación que permitía construir e identificar gráficamente las fronteras existentes entre pares de poblaciones de un área determinada [Monmonier, 1973]. Es un método que se ha utilizado en múltiples estudios con datos de diferente naturaleza como apellidos [Manni y Barrai, 2001] o marcadores genéticos [Bosch *et al.*, 2000; Comas *et al.*, 2000; Iriondo *et al.*, 2003].

Para determinar la posible existencia de fronteras genéticas en México se han recopilado de la bibliografía científica las frecuencias de los haplogrupos amerindios de diferentes grupos indígenas. En el Cuadro 1 se enumeran las poblaciones, las frecuencias y los autores. También se han estimado las posiciones geográficas de estas poblaciones utilizando la página en Internet de *Global Gazetteer* Versión 2.1. Sobre esta información se ha aplicado el programa de libre acceso en la red llamado *Barrier* [Manni *et al.*, 2004] que permite la reconstrucción gráfica de estas fronteras genéticas, además de asignar un valor numérico que indica la intensidad de estas fronteras.

Mesoamérica y las poblaciones estudiadas

El total de poblaciones utilizadas en el estudio fue de 18. Los criterios de selección de estas poblaciones fueron cuatro, el primero de ellos se basó en seleccionar datos publicados y fiables y, por lo tanto, accesibles a la comunidad científica; un segundo nivel de selección fue el geográfico, eligiendo únicamente aquellas poblaciones indígenas pertenecientes al área que se quería estudiar y de regiones limítrofes; la integración de este segundo grupo de poblaciones permitió tener una visión más general de la composición genética de México, además de contextualizarla respecto a una región más amplia. Del total de poblaciones seleccionadas inicialmente se descartaron aquellas que no eran claramente indígenas o cuyo tamaño muestral fuese inferior o igual a 15.

Las 18 poblaciones representan a dos grupos indígenas norteamericanos, 12 mexicanos, tres costarricenses y un panameño. Los 18 grupos mexicanos, 66.66% del total, no representan de forma homogénea a la totalidad del país, dado que los muestreos no se han realizado de forma sistemática y que muchos de los actuales estados no presentan población indígena. La región mejor representada es el suroeste, concretamente Oaxaca, con tres grupos, seguida de Hidalgo y el Estado de México con dos grupos. Los estados de Sonora, Chihuahua, Jalisco, Campeche y

Cuadro 1. Grupos indígenas incluidos en el análisis											
Grupo	Procedencia	Región	n	A	B	C	D	Otros	Latitud	Longitud	Referencia
Pima	Arizona (USA)	Oasisamérica	43	0.047	0.535	0.395	0.000	0.023	33.083	-111.733	Lorenz y Smith [1996]; Malhi <i>et al.</i> [2003]
Kumiai	California (USA)	Aridoamérica	16	0.000	0.625	0.375	0.000	0.000	32.577	-116.627	Lorenz y Smith [1996]
Pápagos	Sonora (México)	Oasisamérica	37	0.000	0.568	0.378	0.054	0.000	30.717	-112.150	Malhi <i>et al.</i> [2003]
Tarahumaras	Chihuahua (México)	Aridoamérica	50	0.120	0.300	0.540	0.020	0.000	27.833	-107.583	Álvarez- Olvera <i>et al.</i> [2004]
Huicholes	Nayarit y Jalisco (México)	Mesoamérica	50	0.460	0.260	0.260	0.000	0.000	21.750	-103.850	Sandoval <i>et al.</i> [2005]
Huastecos	Hidalgo (México)	Mesoamérica	107	0.607	0.196	0.037	0.056	0.103	21.033	-98.283	Hernández [2006]
Nahua	Estado de México (México)	Mesoamerica	32	0.531	0.344	0.063	0.000	0.063	20.900	-98.200	Lorenz y Smith [1996]
Maya	Campeche (México)	Mesoamérica	27	0.556	0.222	0.148	0.074	0.037	20.683	-88.200	Schurr <i>et al.</i> [1990]; Torroni <i>et al.</i> [1992]
Otomíes	Hidalgo (México)	Mesoamérica	68	0.405	0.300	0.230	0.065	0.000	20.483	-99.233	Sandoval <i>et al.</i> [2006]
Purépechas	Michoacán (México)	Mesoamérica	50	0.440	0.240	0.180	0.000	0.120	19.550	-101.667	Álvarez- Olvera <i>et al.</i> [2004]
Mazahuas	Estado de México (México)	Mesoamérica	73	0.603	0.356	0.041	0.000	0.000	19.250	-100.250	Moreno [2006]
Triques	Oaxaca (México)	Mesoamérica	107	0.700	0.300	0.000	0.000	0.000	17.063	-97.930	Sandoval <i>et al.</i> [2006]
Mixe	Oaxaca (México)	Mesoamérica	16	0.625	0.313	0.063	0.000	0.000	17.000	-96.083	Torroni <i>et al.</i> [1994]
Mixteca Baja	Oaxaca (México)	Mesoamérica	29	0.924	0.071	0.000	0.000	0.000	16.183	-94.317	Torroni <i>et al.</i> [1994]
Guatuso	Tonjilbe (Costa Rica)	Centroamérica	20	0.850	0.150	0.000	0.000	0.000	10.617	-84.783	Barrantes <i>et al.</i> [1990]
Huetar	Quiiritsiri (Costa Rica)	Centroamérica	27	0.704	0.037	0.000	0.259	0.000	10.467	-84.017	Santos <i>et al.</i> [1994]
Bribri-Cabecar	Talamanca (Costa Rica)	Centroamérica	24	0.542	0.458	0.000	0.000	0.000	9.600	-82.783	Barrantes <i>et al.</i> [1990]
Teribe	Río Teribe, (Panamá)	Centroamérica	20	0.800	0.200	0.000	0.000	0.000	9.300	-82.400	Barrantes <i>et al.</i> [1990]

Michoacán están representados por un único grupo. Desde el punto de vista de las regiones geográficas las poblaciones estudiadas representan al menos cuatro de ellas: Aridoamérica, Oasisamérica, Mesoamérica y Centroamérica [Solanes Carra-ro y Vela Ramírez, 2000].

El total de individuos analizados ha sido de 796, los representantes de cada grupo oscilan de forma muy acusada, así, los más numerosos corresponden al grupo de los triquis y los huastecos, ambos con 107 individuos; el grupo menos representado es el kumiai de California, con 16 individuos.

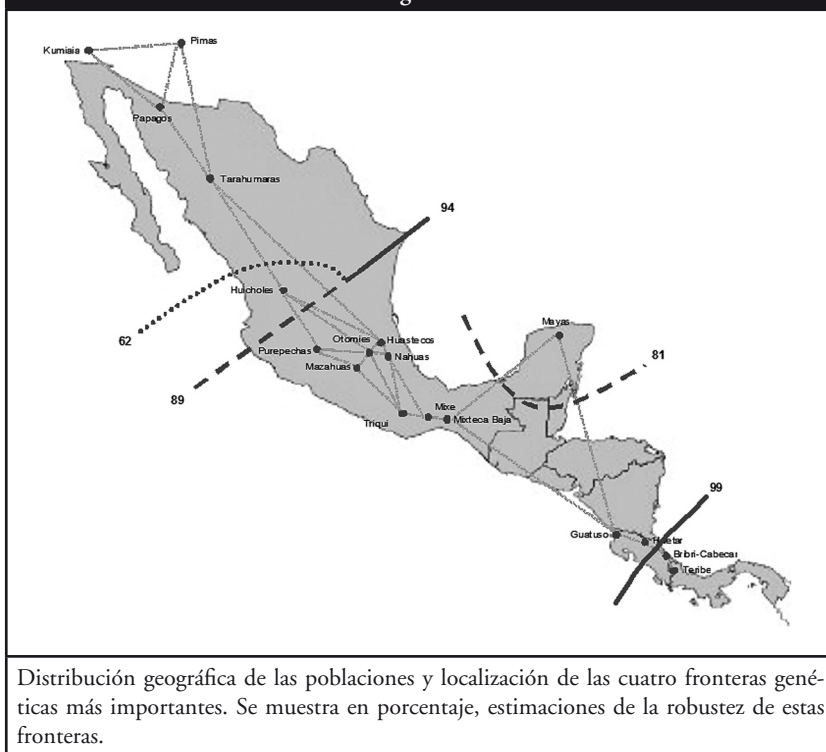
Los haplogrupos mitocondriales se han clasificado en cinco: los cuatro haplogrupos propios del continente americano, A, B, C y D y una última categoría llamada “Otros” [Torroni *et al.*, 1993; Stone y Stoneking, 1998], que incluye a los individuos que no corresponden a ninguno de los cuatro anteriores y que en la mayoría de los casos no han sido caracterizados por los autores. Es difícil determinar a qué haplogrupos podrían corresponder los incluidos en la última categoría, podría tratarse de individuos con el haplogrupo X, ya que ese marcador se ha descrito en baja frecuencia en algunas poblaciones del norte del continente y se ha descartado su presencia en poblaciones del sur del continente; otra posibilidad es que correspondan a haplogrupos no definidos hasta el momento o a nuevas mutaciones; o bien, que correspondan a haplogrupos propios de otros continentes, como Europa y África. La aceptación de este último comentario implica asumir la existencia de cierto mestizaje entre varones amerindios y mujeres de otros continentes, aunque es plausible este tipo de cruzamientos es poco frecuente, ya que tradicionalmente, y en caso de producirse mestizaje entre grandes grupos humanos, éste suele ser entre varón extranjero y mujer autóctona, por lo que los haplogrupos esperados serían en un gran porcentaje propios del continente (recordemos que se transmiten por vía materna). En todo caso no puede descartarse que parte de los individuos incluidos en las muestras proceden de un mestizaje producido durante los últimos 500 años [Green *et al.*, 2000].

Considerando conjuntamente a toda la muestra, el haplogrupo más representado es el A con 398 individuos; le sigue el haplogrupo B con 237 individuos y luego los haplogrupos C, D y otros, con 116, 23 y 22, respectivamente.

Topografía genética de México

En la Figura 1 se observa la distribución geográfica de las 18 poblaciones y las barreras genéticas que existen entre ellas. Para una mejor interpretación se han

Figura 1



dibujado sólo cuatro barreras genéticas, los límites o fronteras han de interpretarse como discontinuidad de la homogeneidad genética de las poblaciones que habitan una región; así, la existencia de una barrera que aísla una población de otras indica que existe una discontinuidad genética entre ellas y, por lo tanto, que subyace un evento poblacional lo suficientemente importante como para destacarse en la topografía genética.

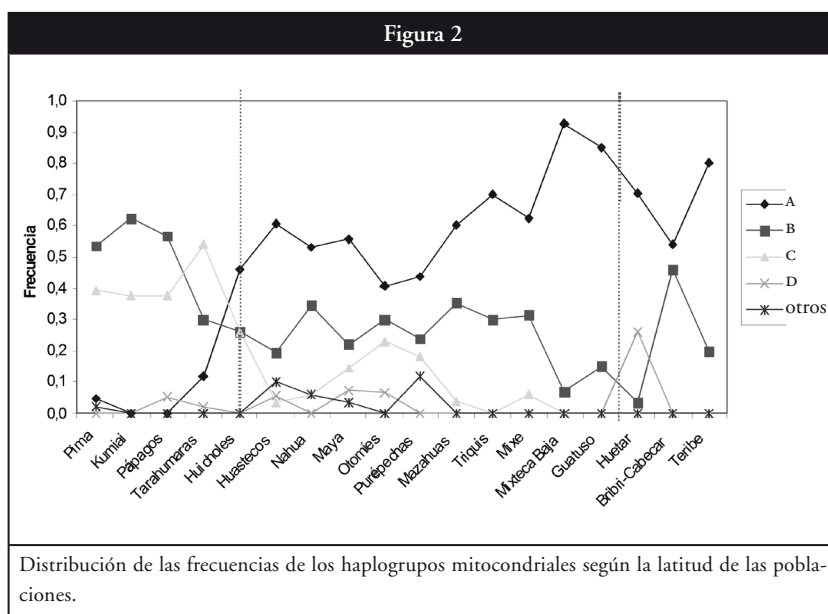
Un ejemplo sencillo, que ayude a interpretar este método, consiste en suponer una región geográfica deshabitada y poblada por dos olas migratorias de orígenes genéticos diferentes y distantes en el tiempo. Hay que suponer también que las poblaciones procedentes de la primera migración, por una serie de motivos, se reducen drásticamente y quedan representadas por tan sólo una población, y que la segunda migración coloniza el resto de la región. Al aplicar el modelo de barreras genéticas se obtendrían unas fronteras muy marcadas

entre la población procedente de la primera migración, con una composición genética específica del resto de poblaciones que compartirían entre ellas la misma composición genética. El resultado, por lo tanto, sería una única frontera muy marcada que separaría una población del resto. Otro posible escenario, que daría el mismo resultado, consistiría en suponer la presencia de poblaciones muy semejantes genéticamente que mantendrían intensos intercambios, o flujo genético entre ellas. Si una población debido a la existencia de una barrera geográfica o cultural, por ejemplo, quedase aislada de este flujo genético, se iría diferenciando del resto a lo largo del tiempo, las poblaciones mediante el intercambio genético se irían homogeneizando y su topografía sería uniforme, mientras que la población aislada se diferenciaría debido a fenómenos como la endogamia o la deriva genética, quedando delimitada por fronteras en una representación genético-topográfica.

Lógicamente estos supuestos nunca se dan de forma tan simple en las poblaciones humanas, y las interpretaciones hay que buscarlas en una combinación de las dos posibilidades ya expuestas, aunadas al conocimiento de la historia demográfica y genética de cada población.

La topografía de Mesoamérica ha resultado excepcionalmente interesante. En la Figura 1 se representa la posición geográfica de las poblaciones según la latitud y la longitud, en líneas discontinuas y uniendo grupos de poblaciones se da la triangulización de Delaunay, y en líneas más o menos perpendiculares a estas últimas, las fronteras genéticas más importantes de Mesoamérica. Se detectan dos límites muy sólidos, uno al sur y otro al norte que delimitan perfectamente Mesoamérica de Centroamérica por un lado, y de Aridoamérica y Oasisamérica por otro. La frontera del sur presenta una robustez de casi 100%, mientras que la del norte es muy sólida en el este y se va diluyendo, aunque manteniendo valores muy altos próximos a 90% conforme se desplaza hacia el oeste. Otra frontera destacable de menor intensidad es la que aísla la región de Yucatán del resto de Mesoamérica, con una robustez algo superior a 80%. Por último, hay que mencionar el aislamiento del grupo huichol respecto a las poblaciones del norte, con un valor de 62%; recordemos que esta población también quedaba aislada por una de las primeras fronteras hacia el sur. Estos datos manifiestan que los huicholes son especialmente interesantes desde un punto de vista genético y se encuentran relativamente diferenciados del resto de poblaciones, siendo más cercanos a las poblaciones del norte que del sur.

Bajo este panorama, se pueden extraer innumerables conclusiones. Por una parte, dato extremadamente interesante, se detectan tres regiones diferenciadas genéticamente, homogéneas entre ellas y diferentes del resto: norte, Mesoamérica y Centroamérica. Por otra parte, se detectan dos poblaciones especiales, los mayas, diferenciados de las poblaciones mesoamericanas, y los huicholes, diferenciados de las del norte. Para entender este proceso se ha creado la Figura 2, donde se muestran las tendencias de las frecuencias de los haplogrupos mitocondriales para todas las poblaciones ordenadas según su latitud.



Las líneas punteadas verticales en la figura coinciden con las fronteras detectadas en el mapa, además, estas líneas delimitan modelos genéticos propios de las tres regiones ya definidas. La región de Mesoamérica englobada entre las dos líneas verticales y que se extendería desde el grupo Huasteco hasta la Mixteca Baja, se caracterizaría, de forma general, por una elevada frecuencia del haplogrupo A y B, así como oscilaciones relativamente importantes del resto de haplogrupos. La región del norte presentaría sobre todo altas frecuencias de los haplogrupos B y C, siendo prácticamente inexistente el resto. Las poblaciones de Centroamérica tendrían

una composición un tanto más heterogénea aunque destaca la elevada frecuencia del haplogrupo A y la significativa presencia del B y del D. Las poblaciones excepcionales, como mayas y huicholes, se caracterizarían por presentar desviaciones de este modelo en cada una de las regiones a las que pertenecen.

Los resultados demuestran que existe una clara relación genética entre las áreas culturales citadas por algunos autores. El porqué de esta evidente coincidencia es difícil de determinar dada la escasa información genética de la que disponemos, de todas formas no es arriesgado aventurar que estamos observando el reflejo de acontecimientos migratorios, demográficos y sociales diferenciales para cada una de estas áreas. Los sistemas de explotación relacionados con el medio natural debieron de ser definitivos a la hora del desarrollo demográfico de las poblaciones humanas, parámetro, fundamental para entender la configuración genética de las poblaciones humanas. Además, este desarrollo está relacionado con importantes procesos de aislamiento o de contacto comercial entre poblaciones, lo que favorecería un movimiento y contacto diferencial entre grupos, en función de su desarrollo social y tecnológico.

De momento, tampoco se pueden extrapolar los resultados sobre el modelo de población de la región ni sobre el origen de las poblaciones, pero sí se pone de manifiesto el potencial de los métodos moleculares como información adicional a las investigaciones tradicionales llevadas a cabo desde otras disciplinas. La antropología molecular se manifiesta, por lo tanto, como una herramienta imprescindible para conocer nuestro pasado y la historia biológica de los grupos humanos.

Bibliografía

Álvarez-Olvera, I. et al.

2004 "Heterogeneidad de las poblaciones indígenas de México basados en el DNA mitocondrial", en *Revista de Salud Pública y Nutrición*, Edición Especial, núm. 5.

Anderson, S. et al.

1981 "Sequence and Organization of the Human Mitochondrial Genome", en *Nature*, vol. 290, núm. 5806, pp. 457-65.

Andrews, R. M. et al.

1999 "Reanalysis and Revision of the Cambridge Reference Sequence for Human Mitochondrial DNA", en *Nature Genetics*, vol. 23, núm. 2, p. 147.

Barbujani, G.; N. L. Oden y Sokal

1989 "Detecting Areas of Abrupt Change in Map of Biological Variables", en *Systematical Zoology*, núm. 38, pp. 376-389.

- Barrantes, R. et al.**
1990 "Microevolution in Lower Central America: Genetic Characterization of the Chibcha-speaking Groups of Costa Rica and Panama, and a Consensus Taxonomy Based on Genetic and Linguistic Affinity", en *American Journal of Human Genetics*, núm. 46, vol. 1, pp. 63-84.
- Bonatto, S. L. y F. M. Salzano**
1997a "Diversity and Age of the Four Major mtDNA Haplogroups, and Their Implications for the Peopling of the New World", en *American Journal of Human Genetics*, núm. 61, pp. 1413-1423.
1997b "A Single and Early Origin for the Peopling of the Americas Supported by Mitochondrial DNA Sequence Data", en *Proceeding of National Academy of Science USA*, núm. 94, pp. 1866-1871.
- Bosch, E. et al.**
2000 "Genetic Structure of North-west Africa Revealed by STR Analysis", en *European Journal of Human Genetics*, vol. 8, núm. 5, pp. 360-366.
- Brasel, K. E. y D. Reif**
1979 "A Procedure to Generate Thiessen Polygons", en *Geographic Analysis*, núm. 325, pp. 31-36.
- Cann, R. L.; M. Stoneking y A. C. Wilson**
1987 "Mitochondrial DNA and Human Evolution", en *Nature*, núm. 325, pp. 31-36.
- Comas, D. et al.**
2000 "*Alu* Insertion Polymorphisms in NW Africa and the Iberian Peninsula: Evidence for a Strong Genetic Boundary through the Gibraltar Straits", en *Human Genetics*, vol. 107, núm. 4, pp. 312-319.
- Dornelles, C. L.; S. L. Bonatto; L. B. Freitas y F. M. Salzano**
2005 "Is Haplogroup x Present in Extant South American Indians?", en *American Journal of Physical Anthropology*, núm. 127, pp. 439-448.
- Forster, P.; R. Harding; A. Torroni y H. J. Bandelt**
1996 "Origin and Evolution of Native American MtDNA Variation: a Reappraisal", en *American Journal of Human Genetics*, núm. 59, pp. 935-945.
- Gabriel, K. R.**
1968 "The Biplot Graphical Display of Matrices with Application to Principal Component Analysis", en *Biometrika*, núm. 58, pp. 453-467.
- González-José, R. et al.**
2003 "Cranio-metric Evidence for Palaeoamerican Survival in Baja California", en *Nature*, vol. 425, núm. 6953, pp. 62-65.
- Green, L. D.; J. N. Derr y A. Knight**
2000 "MtDNA Affinities of the Peoples of North-central Mexico", en *American Journal of Human Genetics*, núm. 66, pp. 989-998.
- Hammer, M. F. et al.**
1997 "The Geographic Distribution of Human Y Chromosome Variation", en *Genetics*, vol. 145, núm. 3, pp. 787-805.
1998 "Out of Africa and Back Again: Nested Cladistic Analysis of Human Y Chromosome Variation", en *Molecular Biology and Evolution*, vol. 15, núm. 4, pp. 427-441.

Hernández, F.

2006 *Caracterización genética de una muestra de la población indígena de Huautla, Hidalgo*, tesis de licenciatura, México, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Horai, S. et al.

1993 "Peopling of the Americas, Founded by Four Major Lineages of Mitochondrial DNA", en *Molecular Biology and Evolution*, vol. 10, núm. 1, pp. 23-47.

Iriondo, M.; M. C. Barbero y C. Manzano

2003 "DNA Polymorphism Detect Ancient Barriers to Gen Flow in Basques", en *American Journal of Physical Anthropology*, núm. 122, pp. 73-84.

Jobling, M. A. y C. Tyler-Smith

1995 "Father and Sons: The Y-chromosome and Human Evolution", en *Trends Genetics*, núm. 11, pp. 1449-456.

Lalueza, C. et al.

1997 "Lack of Founding Amerindian Mitochondrial DNA Lineages in Extinct Aborigines from Tierra del Fuego-Patagonia", en *Human Molecular Genetics*, vol. 6, pp. 41-46.

Lorenz, J. G. y D. G. Smith

1996 "Distribution of Four Founding mtDNA Haplogroups Among Native North Americans", en *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 101, núm. 3, pp. 307-23.

Malécot, G.

1948 *Les mathématiques de l'hérédité*, París, Masson.

Malhi, R. S. et al.

2003 "Native American mtDNA Prehistory in the American Southwest", en *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 120, núm. 2, pp. 108-124.

Manni, F. e I. Barrai

2001 "Genetic Structures and Linguistic Boundaries in Italy: a Microregional Approach", en *Human Biology*, vol. 73, núm. 3, pp. 335-47.

Merriwether, D. A.; F. Rothhammer y R. E. Ferrell

1995 "Distribution of the Four Founding Lineages Haplotypes in Natives Americans Suggests a Single Wave of Migration for the New World", en *American Journal of Physical Anthropology*, núm. 98, pp. 411-430.

Menozi, P.; A. Piazza y L. L. Cavalli-Sforza

1978 "Synthetic Maps of Human Gene Frequencies in European", en *Science*, núm. 201, pp. 786-792.

Monmonier, M.

1973 "Maximum-Difference Barriers: an Alternative Numerical Regionalization Method", en *Geographical Analysis*, núm. 3, pp. 245-261.

Moreno, L.

2006 *Descripción genética de una población mazahua y su posible relación con otras etnias mexicanas a partir de haplogrupos mitocondriales*, tesis de licenciatura, México, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Sandoval, K.; L. Buentello-Malo y D. Comas

2006 "Insights the Genetic Diversity of the Mexican Populations", en *Conference on Languages and Genes*, Santa Barbara, University of California.

Santos, M.; R. H. Ward y R. Barrantes

1994 “Mtdna Variation in the Chibcha Amerindian Huetar from Costa Rica”, en *Human Biology*, vol. 66, núm. 6, pp. 963-977.

Schurr, T. G. et al.

1990 “Amerindian Mitochondrial DNAs Have Rare Asian Mutations at High Frequencies, Suggesting they Derived from Four Primary Maternal Lineages”, en *American Journal of Human Genetics*, vol. 46, núm. 3, pp. 613-623.

Seber, G. A. F.

1984 *Multivariate Analysis*, Nueva York, Wiley.

Solanes Carraro, M. C. y E. Vela Ramírez

2000 “Atlas del México prehispánico. Mapas de periodos, regiones y culturas”, en *Arqueología Mexicana*.

Stone, A. C. y M. Stoneking

1998 “Mtdna Analysis of a Prehistoric Oneota Population: Implications for the Peopling of the New World”, en *American Journal of Human Genetics*, núm. 62, pp. 1153-1170.

Togerson, W. S.

1958 *Theory and Methods of Scaling*, Nueva York, Wiley.

Torroni, A. et al.

1992 “Native American Mitochondrial DNA Analysis Indicates that the Amerind and the Nadene Populations were Founded by two Independent Migrations”, en *Genetics*, núm. 130, pp. 153-162.

1993 “Asian Affinities and Continental Radiation of the Four Founding Native American mtdnas”, en *American Journal of Human Genetics*, núm. 53, pp. 563-590.

1994 “Mtdna and Y-Chromosome Polymorphisms in Four Native American Populations from Southern Mexico”, en *American Journal of Human Genetics*, núm. 54, pp. 303-318.

Internet

Barrier (Versión 2.2): www.mnhn.fr/mnhn/ecoanthropologie/software/barrier.html

Global Gazetteer (Versión 2.1): www.fallingrain.com

5. Genética, evolución y enfermedades en poblaciones humanas

Antonio González Martín
Amaya Gorostiza Langa
Julio Granados
Víctor Acuña Alonzo

Introducción

Las técnicas moleculares y la bioinformática han impulsado el análisis evolutivo a tal grado que el estudio de las enfermedades se ha transformado en un área de investigación muy cercana a la biología evolutiva. La antropología biológica también ha contribuido a cambiar la forma de abordar la investigación y la práctica médica, como consecuencia del estudio de la interacción de la diversidad biológica y cultural. En este trabajo se abordan aspectos novedosos de la integración del estudio evolutivo y genético de las enfermedades en poblaciones humanas y se abordan ejemplos concretos en enfermedades infecciosas y metabólicas.

Variación genética y enfermedades

Desde el punto de vista de la genética cuantitativa, las enfermedades son, en su mayoría, fenotipos complejos que varían en su expresión y susceptibilidad entre individuos y poblaciones. Esto implica que la presencia de una enfermedad, su progresión y desenlace, dependen en parte de genes y de múltiples factores

ambientales. En las poblaciones humanas dentro del conjunto de factores ambientales suelen incluirse variables relacionadas con la cultura y las relaciones sociales. Si bien es cierto que el conocimiento del papel que desempeñan los genes en las enfermedades tiene alcances profundos, no hay que olvidar que, como parte de la variabilidad humana, las enfermedades son condiciones dinámicas e interactivas cuya relación con la variabilidad genética no es lineal [Jackson, 2004].

De todo el genoma humano, sólo una fracción muy pequeña es variable y tiene implicaciones a nivel funcional; sin embargo, esta variación es cuantitativa y cualitativamente importante, pues influye en las diferencias fenotípicas entre individuos y entre poblaciones.

En la mayoría de los casos, el factor genético explica sólo una parte de las características de la enfermedad, la cual puede entenderse como un fenotipo complejo: dinámico, multifactorial y variable entre poblaciones; un esquema para entender la relación genotipo-fenotipo en estos términos sería una norma de reacción en la que los genotipos no son del todo determinantes (no de manera lineal), sino que en función de la ocurrencia e interacción de otros eventos de riesgo pueden resultar en diferentes desenlaces.

Cuando el componente genético es el principal o único determinante, se dice que se trata de una enfermedad mendeliana o monogénica. En algunos casos habrá un fuerte componente genético en la susceptibilidad, progresión y desenlace, y en otros, el componente genético será sólo un factor menor.

La enfermedad es un fenotipo que se relaciona de diferentes formas con los genotipos que influyen en su expresión; por ejemplo, en la anemia falciforme el factor genético es fundamental, y es el principal responsable en la variación de la enfermedad; en contraste con algunas enfermedades, como la tuberculosis, que se consideran fenotipos complejos, pues son influidos por múltiples factores. El objetivo de la epidemiología genética es conocer el papel que desempeñan los polimorfismos genéticos en la etiología, susceptibilidad, progresión y desenlace de enfermedades, así como en la respuesta a tratamientos y fármacos.

Las formas en que un alelo se asocia con una enfermedad pueden ser de diferente naturaleza, tomando como modelo los alelos asociados al cáncer, se pueden citar por lo menos las siguientes asociaciones [Potter, 2001]:

- Variantes de alto riesgo con poca o nula influencia ambiental.
- Variantes de alto riesgo con una penetrancia variable en función de alelos de otros *loci* y diferencias en la exposición.

- Alelos modificadores que alteran la penetrancia de manera significativa.
- Alelos comunes en la población, tienen efecto sólo ante exposiciones relevantes.
- Alelos protectores.

Una vez que se identifica el gen que aumenta el riesgo de enfermedad, hay que hacer las siguientes estimaciones:

- Riesgo asociado a alelos específicos en diferentes poblaciones.
- Frecuencia de alelos de alto riesgo en varias poblaciones.
- Interacciones gen-ambiente y gen-gen.
- Proporción de enfermedad atribuible a polimorfismos del gen.

En este texto revisamos algunas de las relaciones más interesantes y novedosas entre genes, evolución y enfermedades en poblaciones humanas.

La visión evolutiva de las enfermedades

La publicación de *El origen de las especies* de Charles Darwin data de 1859, un año después de que Louis Pasteur propusiera la teoría bacteriana de la enfermedad. La biología evolutiva y la medicina moderna nacieron casi de forma simultánea y han crecido de forma paralela; la relevancia de la biología evolutiva para la medicina es profunda y sólo recientemente ha empezado a apreciarse.

Los patógenos y sus huéspedes están, por definición, en conflicto. Los patógenos intentan consumir las células del huésped, convirtiéndolas en más patógenos. Los huéspedes intentan eliminar a los patógenos. Cuando nos convertimos en huéspedes nuestros cuerpos emplean una impresionante serie de armas contra los invasores. Nuestro sistema inmunitario es capaz de reconocer miles de millones de proteínas extrañas, de preparar una respuesta agresiva y multifacética, y recordar la estructura de las proteínas del patógeno, por lo que la respuesta se movilizará más rápidamente en invasiones futuras. Sin embargo, los patógenos son unos enemigos formidables. Cualquier mutación que capacite a sus poseedores a evadir o resistir a la respuesta inmune del huésped será fuertemente seleccionada y aumentará rápidamente en frecuencia.

Veremos dos ejemplos de evolución vírica con dos estrategias parecidas y completamente diferentes, pero con un mismo objetivo: la supervivencia. En primer lugar el virus de la gripe, que presenta una estrategia de mutación

simple; y en segundo lugar, el virus del VIH, con una estrategia mutacional compleja.

El virus de la gripe

El virus A de la gripe tiene un genoma formado por ocho fragmentos de RNA que codifican un total de 10 proteínas, incluyendo polimerasas, proteínas estructurales y proteínas de cubierta. La proteína predominante de cubierta recibe el nombre de hemaglutinina. La hemaglutinina inicia la infección uniéndose al ácido siálico de la superficie de una célula huésped, y es también la principal proteína reconocida, atacada y recordada por el sistema inmunitario del huésped. Con el fin de conservarse activa, una cepa de gripe debe encontrar un suministro de huéspedes nuevos que nunca hayan estado expuestos a su versión de la hemaglutinina. Es importante centrarse en las mutaciones que alteran los lugares antigénicos de la hemaglutinina; éstos son partes concretas de una proteína que el sistema inmunológico reconoce y recuerda. Las cepas de gripe con lugares antigénicos nuevos gozarán de ventaja selectiva.

Si se examinan los genes de los últimos 20 años de la hemaglutinina del virus A de la gripe aislados de humanos infectados y almacenados en neveras, se puede observar que los virus de la gripe han evolucionado un millón de veces más rápido que los mamíferos. Las cepas de gripe acumulan sustituciones nucleotídicas en sus genes de la hemaglutinina a un ritmo constante de $6,7 \times 10^{-3}$ por nucleótido y por año. Muchas de estas muestras de gripe representan en el árbol evolutivo ramas laterales extinguidas. ¿Por qué? Los linajes que han permanecido son aquellos que conllevaron sustituciones de nucleótidos que dieron lugar a sustituciones de aminoácidos en lugares antigénicos de la hemaglutinina. Parece que el sistema inmunológico humano ejerce realmente una fuerte selección sobre los genes de la hemaglutinina del virus de la gripe y las poblaciones de los virus evolucionan en respuesta a dicha presión de selección.

El virus del VIH

Como cualquier virus, el VIH es un parásito intracelular obligado, incapaz de una vida independiente y altamente específico en cuanto a los tipos de células que infecta. El VIH parasita a elementos del sistema inmunológico humano llamados macrófagos y células T. Utiliza la maquinaria enzimática y la energía que encuentra en estas células para hacer copias de sí mismo matando a la célula huésped en el proceso.

Como retrovirus, el VIH tiene un flujo de información genética distinto al de las células y al de otros virus con DNA. En los retrovirus la ruta va del RNA al DNA, al RNA mensajero y de ahí a las proteínas. Después de que se han sintetizado las proteínas víricas y las copias del genoma de RNA, se recompone una nueva generación de viriones en el citoplasma de la célula huésped. El ciclo biológico concluye cuando los viriones salen por gemación de la membrana celular al exterior. Estos viriones quedan flotando en el torrente sanguíneo y el ciclo puede comenzar de nuevo en otra célula, o bien se pueden transmitir a un nuevo individuo por transfusión sanguínea, al compartir una jeringuilla o en una relación sexual.

De las distintas hipótesis por las que se define que el virus del VIH es mortal, una es especialmente interesante por su carácter evolutivo: la selección natural ha favorecido cepas virulentas del VIH. La hipótesis es sencilla: si la transmisión de enfermedades por vía sexual desde un huésped actual a uno nuevo es frecuente, entonces la selección natural favorecerá el aumento de la virulencia. Pero si la transmisión a nuevos huéspedes no es frecuente, entonces la selección favorecerá a cepas más benignas. La estrategia es crecer rápida o lentamente. Para un virión, el beneficio del crecimiento rápido es aumentar su predominio en la corriente sanguínea del huésped y por ello aumentar su probabilidad de transmitirse durante un episodio dado de intercambio sexual. El coste del crecimiento rápido es matar a demasiadas células como para que el huésped enferme y sea menos probable que se realice un intercambio sexual.

Si las personas raramente cambian de compañero sexual, un episodio dado de relación sexual es improbable que implique a un nuevo compañero: la transmisión a un nuevo huésped es improbable durante cualquier episodio de relación sexual. Si las personas infectadas son monógamas, las formas altamente virulentas del VIH matarán a la pareja casi con toda certeza antes de que pueda ocurrir la transmisión a un nuevo huésped. Si la monogamia está extendida en la población huésped, entonces las formas muy virulentas del virus serán eliminadas. En su lugar aumentará la frecuencia de las formas del VIH de reproducción lenta. ¿Por qué? Estas cepas se encuentran siempre en bajo número en la corriente sanguínea o en el semen de un huésped, pero se pueden transmitir si los individuos monógamos encuentran ocasionalmente nuevos compañeros sexuales después de una separación o muerte del anterior. Por el contrario, si prevalece la promiscuidad, entonces las cepas muy virulentas se transmitirán a nuevos huéspedes con más frecuencia

que las cepas que se replican lentamente. Por ello, aumentarán su frecuencia en la población vírica total.

Coevolución

La coevolución es un fenómeno por el cual se producen interacciones entre especies dando lugar a adaptaciones recíprocas [Freeman y Herron, 2002]. Existe, por lo tanto, un efecto bi-direccional entre especies que acaban influyendo y regulando, en distintos grados, su estructura genética y poblacional. Existen interesantes ejemplos de este fenómeno en el mundo natural, algunos de los cuales están relacionados directamente con nuestra especie.

La coevolución del *Homo sapiens* podemos tratarla desde dos amplias perspectivas: la relación con agentes patógenos y la importancia que la cultura ha tenido al configurar nuestra estructura genética.

Coevolución de enfermedades infecciosas

Esta asociación se fundamenta en la relación entre el *Homo sapiens* y algunas especies patógenas que lo infectan. Se basa en el principio de presión selectiva: se favorecerán aquellos individuos que presenten resistencia a la enfermedad causada por un agente patógeno. Estos individuos, y los genes asociados a esta potencial resistencia, se verán favorecidos evolutivamente. De la misma manera, la resistencia del hombre frente a las infecciones favorecerá la presencia de cepas más virulentas y, por lo tanto, los genes que regulen ese carácter.

En los últimos años se ha puesto de manifiesto la importancia de las enfermedades infecciosas sobre la estructura genética del *Homo sapiens*, es más, los avances en genética molecular permiten analizar esta interrelación a nivel molecular, convirtiendo a los agentes infecciosos en importantes mecanismos reguladores de las poblaciones humanas y moduladores de nuestra propia evolución.

En el presente trabajo se proponen tres modelos de coevolución entre el hombre y agentes patógenos. Cada uno de ellos interactuó con el hombre en diferentes épocas, por lo que podemos clasificar la coevolución como pasada, presente y futura. El desarrollo lógico de estos ejemplos permite entender que somos un contingente histórico producto de nuestra historia evolutiva, epidemiológica, y que la estructura genética de nuestra especie dependerá, en gran parte, de la interrelación que tenemos actualmente con algunos agentes patógenos. Bajo la misma lógica, se puede proyectar un hipotético futuro, conocidos los mecanismos evolutivos y

el funcionamiento que opera entre nosotros y algunos patógenos que presumiblemente serán decisivos en nuestra evolución.

El pasado: la peste negra

Asoló Europa durante la edad Media. Esta enfermedad, en forma de sucesivas plagas, supuso la muerte de más de 25 millones de personas, un tercio de la población europea. Existe mucha controversia sobre su causante y se han postulado diferentes teorías. La más difundida apoya que *Yersinia pestis* [Jeffrey *et al.*, 2007], una bacteria transmitida por las pulgas de las ratas fue la causante de esta enfermedad. Se han estudiado esqueletos presumiblemente afectados por la enfermedad para detectar rastros de DNA de la bacteria, pero los resultados no son concluyentes.

Otros autores apoyan la hipótesis de que el causante fue un virus similar al del ébola. Esta hipótesis se basa en la elevada frecuencia detectada en Europa de genes que determinan la resistencia humana a virus semejantes a éste. Una explicación para esta alta frecuencia supone que habrían sido seleccionados positivamente debido a la presión ejercida por el agente patógeno.

Para otros autores, la pandemia pudo estar causada por una combinación de patógenos entre los que se podría encontrar una forma de ántrax. En todo caso, la mayoría de investigadores están de acuerdo en dos principios coevolutivos. Por una parte, que la mortalidad fue tan importante que, aunque no conozcamos sus mecanismos moleculares, se produjo un cuello de botella al que sólo sobrevivieron individuos que, o no estuvieron en contacto con el agente patógeno o presentaban resistencia ante él. En segundo término, es posible que las presiones selectivas inducidas por la plaga puedan haber cambiado el modo en que los patógenos se manifestaban en humanos, seleccionándose en contra de individuos o poblaciones más susceptibles [Hinchliffe *et al.*, 2003].

El presente: la tuberculosis

Es una de las enfermedades infecciosas más prevalente en el mundo, con una frecuencia de 245 casos por cada 100 mil habitantes. Además, su incidencia ha aumentado en las últimas décadas al asociarse con depresión del sistema inmune causada por el virus del VIH.

La tuberculosis es una de las enfermedades más antiguas que afectan a la especie humana, su presencia documentada se puede rastrear hasta hace unos 15 mil años. Este es un dato interesante, ya que hace unos 12 mil años se produjo uno de

los fenómenos vitales en el proceso evolutivo humano: el cambio de estrategia de cazador-recolector a agricultor-ganadero, conocido con el nombre de periodo Neolítico. De hecho, algunos especialistas consideran que gran parte de los agentes infecciosos que afectan al hombre proceden de mutaciones de cepas que inicialmente afectaba a animales domésticos.

Según la hipótesis clásica, el progenitor pudo ser *Mycobacterium bovis* que, facilitado por el contacto entre los animales domésticos, mutó a *Mycobacterium tuberculosis* e infectó al hombre. Sin embargo, datos recientes sugieren que *Mycobacterium tuberculosis* puede tener un origen más antiguo y no relacionado directamente con *Mycobacterium bovis*. Gutiérrez *et al.* [2005] compararon genéticamente variedades de *Mycobacterium tuberculosis* encontradas en el Este de África y sugieren que éstas y el resto de cepas comparten un ancestro común, de hace unos 3 millones de años. Este dato parece indicar que la tuberculosis pudo ser una de las enfermedades más antiguas de nuestro linaje, afectando a los primeros homínidos, y que su expansión pudo coincidir con las olas de migraciones de *Homo sapiens* desde África hace unos 200 mil años.

Otros estudios genéticos de micobacterias actuales [Brosch *et al.*, 2002], así como de DNA antiguo de micobacterias encontradas en momias egipcias [Zink *et al.*, 2001; Zink *et al.*, 2003] van en la misma dirección, pues sugieren que *Mycobacterium tuberculosis* puede ser una derivación de *Mycobacterium africanum*. Es tal el grado de coevolución que se ha dado entre ambas especies que algunos autores consideran que existe una sincronización entre los cambios moleculares que han afectado en los últimos 100 mil años al agente patógeno y el comportamiento migratorio de los humanos [Mokrousov *et al.*, 2007].

Se ha podido relacionar un genotipo de *Mycobacterium*, conocido como Beijing, con haplotipos del cromosoma Y humano. Concretamente estos análisis han permitido reconstruir los eventos claves en la evolución del agente patógeno remontando el origen del haplotipo Beijing al Paleolítico superior, hace unos 40 mil años, y asociándolo con el haplotipo humano procedente del Asia Central K-M9. De la misma manera se ha podido rastrear la dispersión de una variante del haplotipo Beijing, conocida como NTF: IS6110, durante las primeras expansiones humanas realizadas en el periodo Neolítico. Este linaje estaría relacionado con las expansiones humanas en el este de Asia y tendría una clara sincronía con los haplogrupos humanos O-M214/M122. Por otra parte, también se han detectado el linaje Beijing en poblaciones del norte de Europa y del sur

de África, aunque su presencia en estas poblaciones hay que relacionarla con eventos demográficos recientes.

El futuro, el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH)

Es el causante del síndrome de la inmunodeficiencia adquirida (SIDA). Esta enfermedad está llamada a ser una de las epidemias más extensas y letales que ha experimentado el *Homo sapiens* a lo largo de su historia. Como ya se dijo más arriba, el VIH es un parásito intracelular (retrovirus) obligado, incapaz de una vida independiente y altamente específico en cuanto a los tipos de células infectadas. Parasita a elementos del sistema inmunológico humano llamados macrófagos y células T. Utiliza la maquinaria enzimática y la energía de estas células para hacer copias de sí mismo, matando a la célula huésped en el proceso. El cuerpo responde a la infección destruyendo virones que flotan en la corriente sanguínea y matando a sus propias células infectadas, macrófagos y células T, que son cruciales para la respuesta inmunitaria. De esta manera la respuesta inmune se hace más débil, el colapso final del sistema inmune conduce a la situación conocida como SIDA.

El síndrome se caracteriza por infecciones oportunistas de bacterias y hongos patógenos que raramente ocasionan problemas en personas con un sistema inmune robusto. La mayor parte de las terapias combinadas utilizadas contra esta enfermedad, entre ellas el inicialmente prometedor fármaco AZT (azotimidina), han resultado ineficaces. Una de las causas fundamentales de estas circunstancias es que el VIH tiene la tasa de mutación más alta observada hasta la fecha en cualquier tipo de virus u organismo. Debido a que se producen miles de generaciones de replicación del VIH en cada paciente durante el desarrollo de la infección, una cepa de VIH puede dar lugar, con el tiempo, a cientos de variantes diferentes de virus, lo que imposibilita el diseño de una estrategia adecuada para su control y eliminación. Este parásito, al margen de su letalidad, tiene una interesante e importante interpretación evolutiva. Estudiando las secuencias genéticas de determinadas cepas de virus, se pueden clasificar en dos grandes grupos: VIH1 y VIH2. Además, es interesante matizar que ambas cepas tienen orígenes diferentes. Según las modernas teorías moleculares, la primera de ellas procede de un virus que afectaba inicialmente al chimpancé y el VIH2 está relacionado con ancestrales cepas que afectaban a una especie de simios llamados cercopitecos. El origen, por lo tanto, es dual y, además, el salto adaptativo que provocó la capacidad infecciosa en el hombre se produjo en más de una ocasión. Desde el punto de vista coevolutivo

el análisis de la relación entre el *Homo sapiens* y el virus es muy significativo, ya que se dan todos los elementos para que potencialmente se produzca este fenómeno. El fundamento de esta reflexión se basa en el descubrimiento de personas que han estado en contacto con el virus, pero que no han desarrollado la enfermedad. Se sugiere que estos individuos podrían tener formas raras de las moléculas que facilitan la entrada del VIH en las células infectadas. Entre estas moléculas, llamadas co-receptores, es particularmente importante el llamado CCR5. Al secuenciar la región que lo codifica se detectó, en individuos resistentes al VIH, una mutación de 32 pares de bases respecto a la secuencia normal de DNA.

Esta variante se llamó alelo $\Delta 32$ y el VIH no puede entrar en células que tienen esta variante. Estudios poblacionales de la presencia de este alelo dieron los siguientes resultados: el alelo mutante está presente en poblaciones europeas con una frecuencia de 9%, pero está ausente en poblaciones de ascendencia asiática y africana. Existen dos posibles explicaciones: ha existido una selección positiva recientemente en poblaciones europeas, de hecho, algunos autores sugieren que esta misma mutación también pudo implicar una resistencia ante la bacteria que provoca la peste negra. La otra alternativa es que las diferencias poblacionales sean debidas al efecto de la deriva genética. Desde el punto de vista coevolutivo, y si se confirma realmente que los mutantes $\Delta 32$ son resistentes al VIH, se esperará un cambio en la estructura genética de las poblaciones humanas: se tenderá a seleccionar individuos con esta mutación y disminuirá la frecuencia de los alelos normales. Por otra parte, el virus tiende a mutar rápidamente debido, en parte, a la presión selectiva que ejerce de forma natural nuestro sistema inmune y los fármacos diseñados contra él.

Co-evolución de genes y cultura

Existe otro tipo de relación coevolutiva que no implica necesariamente la presencia o interacción de dos o más especies. Se trata de la posibilidad de que comportamientos, costumbres o estrategias de una especie puedan afectar en su estructura genética. En el caso concreto del hombre las adaptaciones culturales han podido influir en las fluctuaciones en las frecuencias alélicas de algunos genes.

La inactivación de la lactasa

Es un ejemplo representativo, y profundamente estudiado, que relaciona la evolución del *Homo sapiens* y la cultura. Observando el comportamiento de los mamíferos

adultos y comparándolo con nuestra especie, llama la atención un detalle especialmente relevante: el hombre puede beber leche. Desde el punto de vista evolutivo es una característica anómala ya que, por lo general, un mamífero adulto no podría incorporar la leche a su dieta de forma natural. Bajo esa perspectiva es normal que la ruta metabólica que permite la asimilación de esta sustancia esté bloqueada, de esta manera se ahorra energía: mantener activa una ruta metabólica que potencialmente no será utilizada representa un lujo energético. Pero esta particularidad humana se hace más llamativa al observar que tiene una clara distribución geográfica. Por ejemplo, la mayor parte de los grupos humanos de ascendencia asiática no pueden asimilar la leche. De hecho, tres cuartas partes de los humanos no tienen capacidad para degradar esta sustancia.

La base metabólica de esta capacidad se encuentra en la enzima intestinal lactasa deshidrogenasa (LDH), encargada de convertir la lactosa, principal componente de la leche, en glucosa y galactosa. La LDH está activa en todos los humanos de pocos años de edad y se va desactivando conforme crecen y se convierten en adultos. Un estudio detallado revela que el gen regulador de esta enzima se encuentra en el cromosoma 2 y la sustitución de algunos nucleótidos por otros en regiones determinadas tiene como consecuencia que la LDH esté activa durante la fase adulta [Enattah *et al.*, 2002].

La explicación hay que buscarla en la historia de nuestra especie, concretamente en el periodo Neolítico. Esta fase de nuestra historia se ha caracterizado, entre otros importantes cambios, por la domesticación del ganado. En ese contexto, las personas adultas con la capacidad de degradar la lactosa tendrían una fuente adicional de alimento y, por lo tanto, una ventaja frente al resto del grupo. De hecho, la desigual distribución de este carácter en las diferentes poblaciones humanas está asociada a los grupos ancestrales de los que proceden: aquellos grupos humanos que explotaban el ganado —preferentemente vacuno— tienen capacidad de degradar la lactosa, por lo tanto la LDH estará activa durante toda su vida. Por otro lado, aquellos grupos que no tuvieron ancestros dedicados a esa actividad carecen de esta capacidad [Beja-Pereira *et al.*, 2004]. Hay que entender este resultado como un proceso al azar, en este caso concreto, una mutación que fue seleccionada positivamente en función de las características y circunstancias puntuales del entorno. El hábito cultural no favoreció la aparición de la mutación, pero una vez producida, se vio seleccionada favorablemente. Una innovación cultural acaecida hace unos 12 mil años ha determinado un cambio biológico a nivel mundial.

Evolución, nutrición y genética

En las ciencias biomédicas son cada vez más quienes atribuyen los problemas relacionados con la obesidad a asumir un estilo de vida “occidentalizado”, lo que desde cierto punto de vista sigue la idea de que las enfermedades nutricionales dependen del “estado de civilización”. Cordain *et al.* [2005] argumentan que los cambios en el ambiente que comenzaron con la introducción de la agricultura, la ganadería y especialmente la industrialización, constituyen una “disrupción evolutiva”. Según ellos, ciertos alimentos básicos y formas de procesar los alimentos introducidos durante el Neolítico y los periodos industriales habrían alterado siete características ancestrales de las dietas homínidas ancestrales: 1) carga glucémica, 2) composición de ácidos grasos, 3) composición de macronutrientes, 4) densidad de micronutrientes, 5) balance ácido-base, 6) tasa sodio-potasio, y 7) contenido de fibra.

La obesidad, la diabetes y otras complicaciones asociadas, constituyen una importante causa de morbilidad y mortalidad en los países desarrollados y son cada vez más prevalentes en los países en vías de desarrollo. Este aumento se debe principalmente a cambios ambientales y en el estilo de vida: la industrialización, la globalización y sus consecuencias, como la urbanización, el estilo de vida sedentario y la mayor facilidad en el acceso a comida, propician un ambiente obesogénico (reducción en el gasto energético y aumento en la ingesta calórica). Aunque los factores ambientales son cruciales también hay evidencia de un significativo papel de los genes en la patogénesis en la obesidad poligénica [Bell, Walley y Froguel, 2005].

Zimmet [2000] ha señalado que la pandemia actual no será resuelta con las estrategias tradicionales de los sistemas de salud. Las estrategias que se proponen oscilan entre el cambio basado en el estilo de vida y la prometedora visión de la terapia génica; quizá sea necesaria una visión intermedia y más realista en términos genéticos, ecológicos y culturales, para ofrecer soluciones prácticas y particulares.

El caso de las poblaciones indígenas

Numerosos trabajos han mostrado que ciertos grupos indígenas y en general las poblaciones con un fuerte componente amerindio presentan mayor susceptibilidad a desarrollar obesidad y diabetes cuando adoptan un estilo de vida occidental [Zimmet, 2000]. Asimismo, hay evidencia que el cambio en el tipo de dieta y en la forma de consumir los alimentos puede explicar por qué algunas de estas poblaciones no sufrían altos índices de obesidad y diabetes con su dieta “original” [Brand *et al.*, 1990].

La teoría del “gen ahorrador” sostiene que en determinado momento de la historia de las poblaciones humanas, el ahorro energético fue una ventaja y en consecuencia las variaciones genéticas que lo propiciaban fueron seleccionadas. Por otro lado, la hipótesis del “fenotipo ahorrador” atribuye una predisposición a la resistencia a la insulina y la diabetes a una malnutrición fetal o en las primeras etapas de la vida, con la consecuente tendencia al ahorro energético. Estas dos propuestas no son excluyentes.

Nabhan [2006] ha enfatizado la importancia de considerar que cada población se ha adaptado a una dieta y que el cambio en la dieta asociado a la aculturación que ha llevado al abandono o a la transformación de las tradiciones gastronómicas de ciertos grupos étnicos está relacionado con el deterioro de la salud en enfermedades relacionadas con el metabolismo. Dentro de este enfoque, habría que analizar cada genotipo en su contexto, relacionando alimentación, genes y diversidad cultural. Frente a la euforia de la terapia génica y la medicina genómica, Nabhan propone que un “regreso” a la dieta ancestral es una medida más efectiva para enfrentar el problema de salud pública. Este cambio debería basarse en el conocimiento de las tradiciones y las interacciones específicas gen-gen y gen-ambiente.

La alta incidencia de la diabetes en la población mexicana y en poblaciones indígenas de Norteamérica sugiere que hay un componente genético amerindio de susceptibilidad relacionado con la presencia de genotipos “ahorradores”, sin embargo, poco se había reportado acerca de qué genes o regiones del genoma estarían implicados. Un trabajo llevado a cabo en la Unidad de Biología Molecular y Medicina Genómica del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), así como el Departamento de Endocrinología y Metabolismo del INCMNSZ [Villareal-Molina t, Aguilar-Salinas c, Canizales-Quinteros S. *et al.*, 2007] condujo a la identificación de un polimorfismo (R230C) del gen ABCA1¹ asociado a niveles bajos de HDL-C y Apo A-I, a diabetes y obesidad en mestizos. Además, se genotipificó el alelo c230 en varios grupos amerindios en los que se encontró en una frecuencia significativamente mayor que en los mestizos, por lo que podría tratarse de una variación de origen amerindio. Esta podría ser la primera evidencia sólida de un “gen ahorrador” con una amplia distribución en la población mexicana.

1. Gen de la proteína transportadora ABCA1 relacionada con el flujo de colesterol y la formación de lipoproteínas de alta densidad (HDL).

Perspectivas en la Era Genómica

El 1o. de febrero de 2007 nació en Valencia (España) un niño sano cuyos padres eran portadores de fibrosis quística. A través de una técnica llamada *minisecuencia*, que permite detectar incluso la alteración de una sola base de los millones que componen el genoma, pudo analizarse la única célula extraída del embrión a los pocos días para saber si era sano e implantarlo en el útero para su desarrollo. Con el desarrollo de las técnicas de secuenciación genómica de bajo coste nacerá la medicina personalizada.

En la actualidad existen dos grandes campos para el tratamiento de las enfermedades genéticas: la terapia con células madre y las llamadas vacunas genéticas.

Células madre

A menudo los trastornos genéticos afectan a las células de un tejido concreto y no existe una solución fácil para este deterioro, pero aunque aún estamos dando los primeros pasos, es probable que pueda llegar a desarrollarse un tratamiento usando células madre. La mayoría de las células del cuerpo únicamente son capaces de reproducirse a ellas mismas, pero las células madre pueden generar una amplia gama de células especializadas. El ejemplo más simple es un óvulo recién fecundado que dará lugar a los 216 tipos de células humanas conocidas. La manera más sencilla de encontrar células madre es en los embriones, pero también podemos encontrarlas en los adultos, aunque éstas suelen carecer de la habilidad para diferenciarse en cualquier tipo de célula.

Por ahora el tratamiento de las enfermedades genéticas no es capaz de reemplazar el total de las células mediante la terapia con células madre, pero sí puede reemplazar una proteína ausente. El primer caso en que se aplicó una terapia de este tipo fue en 1974. El paciente presentaba la enfermedad de Gaucher, que afecta a uno de cada 40 mil individuos, una rara afección del gen de la gluco-cerebrosidasa, enzima que participa en la lisis de un tipo de molécula de grasa que si se acumula daña las células del cuerpo. El trastorno va acompañado de anemia y dolores óseos. En 1994 una empresa de biotecnología, Genzyme, empezó a comercializar la variante de la proteína después de numerosos y carísimos intentos de extraerla de placenta humana y de los primeros intentos de síntesis. Esta variante había sido modificada utilizando métodos de recombinación, el tratamiento no combatía la raíz de la enfermedad, pero minimizaba el efecto de la mutación aportando al paciente la proteína vital que el gen alterado era incapaz de producir.

A pesar de estos avances, el tratamiento ideal para las enfermedades genéticas sería hacer algún tipo de modificación genética, corrigiendo los genes que causan el problema. Existen dos procedimientos: terapia génica en células somáticas, mediante la cual se modificarían los genes de las células del cuerpo del paciente; y terapia génica en línea germinal, mediante la que se modificarían los genes de espermatozoides u óvulos del paciente, evitando así la transmisión de la mutación a la siguiente generación. En el primer caso el riesgo de provocar algún tipo de daño es, en cierto modo, limitado pero en el segundo caso existe la posibilidad, accidental, de que nazcan individuos deficientes.

En 2000 y después de algunas tentativas, en París se utilizó terapia génica con dos niños que sufrían la inmunodeficiencia combinada grave y habían vivido aislados desde su nacimiento. Con el fin de inyectar el gen se utilizaron retrovirus modificados, de manera que se había eliminado cualquier rastro de su propio material genético, dejando únicamente el gen que se quería corregir. La innovación del estudio era que las células extraídas para su modificación eran de la médula ósea. Al usar estas células el método aseguraba que la reparación genética se autoperpetraría.

Diez meses después se hallaron en los pacientes células que contenían la copia funcional del gen ausente, de modo que sus sistemas inmunes funcionaban tan bien como el de cualquier niño normal. Pero a finales de 2002, se descubrió que uno de los pacientes tenía leucemia, un cáncer de médula ósea en el que un tipo de células se produce en exceso. No era completamente seguro que el tratamiento genético había sido el responsable, aunque parecía bastante evidente. La terapia génica habría curado la inmunodeficiencia pero habría causado la leucemia.

Vacunas genéticas

La estructura de las vacunas genéticas es bastante diferente de las tradicionales; las más utilizadas consisten en plásmidos, pequeños anillos de DNA incapaces de producir una infección, que transportan genes específicos de una o más proteínas antigénicas. Suelen administrarse mediante inyección o utilizando un dispositivo denominado pistola génica. En ambos casos se impulsan los plásmidos al interior de las células que están cerca de la superficie del organismo, habitualmente las de la piel o las mucosas. Una vez en el interior de las células, alguno de los plásmidos se abre camino hasta el núcleo y da instrucciones a la célula para que sintetice las

proteínas antigénicas codificadas. Estas proteínas pueden desencadenar la inmunidad mediante anticuerpos cuando escapan de las células.

Estas particularidades suscitan la esperanza de que una vez perfeccionadas para su uso en seres humanos, las vacunas de DNA conserven todos los aspectos positivos de las vacunas tradicionales, a la vez que eviten sus riesgos. Los ensayos clínicos actuales se refieren a vacunas diseñadas para prevenir diversas infecciones por el VIH, el herpes, la gripe, la hepatitis B, etc.; para reforzar la inmunidad deteriorada de los pacientes ya infectados por el VIH y para tratar una serie de cánceres (linfomas y neoplasias de próstata y colon). Aunque el cáncer no sea una enfermedad infecciosa, hay muchos datos que indican que el hacer trabajar a las defensas inmunitarias del organismo puede contribuir a combatirlo.

Bibliografía

Beja-Pereira, A. et al.

2004 "Gene-culture Coevolution between Cattle Milk Protein Genes and Human Lactase Genes", en *Nature Genetics*, vol. 35, núm. 4, pp. 311-313.

Bell, C.; A. Walley y P. Froguel

2005 "The Genetics of Human Obesity. *Nature Reviews*", en *Genetics*, vol. 6, pp. 221-234.

Brand, J. C.; B. J. Snow; G. P. Nabhan y A. S. Truswell

1990 "Plasma Glucose and Insulin Responses to Traditional Pima Indian Meals", en *American Journal of Clinical Nutrition*, núm. 51, pp. 416-420.

Brosch, R. et al.

2002 "A New Evolutionary Scenario for the *Mycobacterium Tuberculosis* Complex", en *Proceedings of the National Academy of Science*, núm. 99, pp. 3684-3689.

Cantor, N.

2002 "In the Wake of the Plague", en *The Black Death & the World It Made*, Nueva York, Perennial.

Cordain, L.; S. B. Eaton y A. Sebastian

2005 "Origins and Evolution of the Western Diet: Health Implications for the 21st Century", en *American Journal of Clinical Nutrition*, núm. 81, pp. 341-354.

Enattah, N. S. et al.

2002 "Identification of a variant associated with adult-type hypolactasia", en *Nature Genetics*, vol. 30, núm. 2, pp. 233-237.

Freeman, S. y J. C. Herron

2002 *Análisis Evolutivo*, Prentice Hall.

Gutierrez, M. C. et al.

2005 "Ancient Origin and Gene Mosaicism of the Progenitor of *Mycobacterium tuberculosis*", en *PLoS Pathogens*, vol. 1, núm. 1, p. 5.

- Hinchliffe, S. J. et al.**
 2003 “Application of DNA Microarrays to Study the Evolutionary Genomics of *Yersinia Pestis* and *Yersinia Pseudotuberculosis*”, en *Genome Research*, vol. 13, núm. 9, pp. 2018-2029.
- Jackson, F.**
 2004 “Human Genetic Variation and Health: New Assessment Approaches Based on Ethnogenetic Layering”, en *British Medical Bulletin*, núm. 69, pp. 215-235.
- Jeffrey, W. et al.**
 2007 “A North American *Yersinia pestis* Draft Genome Sequence: SNPs and Phylogenetic Analysis”, en *PLoS ONE*, núm. 2, p. e220.
- Mayer, J.**
 1967 “Nutrition and Civilization”, en *Yearbook of Physical Anthropology*, vol. 15, pp. 261-279.
- Mokrousov, I. et al.**
 2007 “Origin and primary dispersal of the *Mycobacterium tuberculosis* Beijing genotype: Clues from human phylogeography”, en *Genome Research*, núm. 15, pp. 1357-1364.
- Nabhan, G. P.**
 2006 (2004) *¿Por qué a algunos les gusta el picante? Alimentos, genes y diversidad cultural*, México, FCE.
- Potter, J. D.**
 2001 “At the Interfaces of Epidemiology, Genetics and Genomics”, en *Nature Reviews Genetics*, núm. 2, pp. 142-147.
- Schulz Leslie, O. et al.**
 2006 “Effects of Traditional and Western Environments on Prevalence of Type 2 Diabetes in Pima Indians in Mexico and the US”, en *Diabetes Care*, núm. 29, pp. 1866-1871.
- Villarreal-Molina, T. et al.**
 2007 “The ABCA1 R230C Variant Affects HDL-Cholesterol Levels and Body Mass Index in the Mexican Population: Association with Obesity and Obesity-Related Comorbidities”, en *Diabetes*, núm. 56.
- Watson, J. D.**
 2003 *ADN. El secreto de la vida*, Taurus-Santillana Ediciones Generales.
- Zimmet, P.**
 2000 “Globalization, Coca-colonization and the Chronic Disease Epidemic: Can the Domsday Scenario be Averted?”, en *Journal of Internal Medicine*, núm. 247, pp. 301-310.
- Zink, A. R. et al.**
 2001 “Molecular Analysis of Skeletal Tuberculosis in an Ancient Egyptian Population”, en *J. Med. Microbiol.*, núm. 50, p. 355.
 2003 “Characterization of *Mycobacterium tuberculosis* Complex DNAs from Egyptian Mummies by Spoligotypin”, en *J. Clin. Microbiol.*, vol. 41, núm. 1, pp. 359-367.

IV. Antropología demográfica

1. La antropología demográfica o el estudio antropológico de los hechos vitales de la población

Patricia Olga Hernández Espinoza

Introducción

La demografía es de particular interés para la antropología física porque permite a los investigadores acercarse a características que se encuentran por encima del individuo, las cuales muchas veces resultan imprescindibles para conocer la población o el grupo bajo estudio. En los párrafos siguientes se aborda una discusión teórica, pues los términos de demografía antropológica y antropología demográfica se cruzan en distintos momentos de la historia de la antropología y la demografía. Varios son los textos que confunden a ambas disciplinas, aumentando el desconcierto de los investigadores que tratan de comprender si hay uno o dos enfoques, si son dos disciplinas distintas o sólo es una confusión de enunciados: ¿qué va primero, el término “antropología” o “demografía”, ¿quién califica a quién? Es necesario dejar claro, en primera instancia, que son dos disciplinas distintas y segundo, plantear sus diferencias, porque de ello depende la pertinencia de la antropología demográfica dentro de los estudios de antropología física.

La demografía antropológica

La mayoría de las investigaciones antropológicas con un enfoque demográfico se han desarrollado en el área de las poblaciones contemporáneas bajo el término de demografía antropológica (*anthropological demography*), tema de interés de la antropología cultural que deriva de dos líneas de investigación demográfica. La primera está representada por el proyecto de la Universidad de Princeton —conocido en el ámbito como el Grupo de Princeton— titulado “Fecundidad en Europa”, cuyo objetivo era explicar el proceso de transición demográfica en Europa en términos puramente económicos, aun cuando la evidencia empírica señalaba que el cambio histórico de la fecundidad pudiera estar ligado a cambios culturales, definiendo el término “cultura” como lenguaje, región geográfica o religión [Coale y Watkins, 1986; Knodel y Van der Walle, 1979], lo que de alguna manera forzó a los demógrafos a considerar a la cultura en sus modelos para explicar el cambio demográfico [Roth, 2004a:12].

La segunda línea de investigación corresponde al trabajo del demógrafo australiano John Cadwell, quien manifestó su insatisfacción por la escasa posibilidad interpretativa de la información recolectada por los demógrafos, refiriéndose específicamente a la obtenida por la Encuesta Mundial de Fecundidad de 1980 [Cadwell, 1982, 1985], que lo llevó a incursionar en el trabajo de campo a la manera antropológica e incorporarlo al diseño de estudios demográficos a pequeña escala (microdemografía). Este enfoque representa un cambio radical para un demógrafo tradicional como Cadwell, quien considera “iluminador” el trabajo antropológico y propone que el factor vital de la teoría demográfica es la cultura [Roth, 2004a:13]. El resultado de este nuevo enfoque fue su “teoría sobre el flujo del beneficio” (*Wealth Flows Theory*),¹ considerado como un parteaguas en los trabajos demográficos de esa época, al proponer que la alta fecundidad en el Tercer Mundo tenía una base económicamente racional, ya que una larga descendencia significa mano de obra para el cultivo de la tierra, pues los hijos empiezan a trabajar desde edades tempranas. Desde este enfoque, Cadwell considera que la cultura está representada, en la esfera política y en la económica, como una fuerza que da estabilidad al cambio demográfico.

1. Que más adelante se conocería como la Teoría del Costo-Beneficio de la Crianza de los Hijos [Bulatao y Lee, 1984].

El enfoque teórico-metodológico adoptado en un principio fue el estructural-funcionalista, sin embargo, su adopción literal y acrítica dio como resultado agrios comentarios como el de Hammel, quien lamenta que “el uso de la cultura en demografía parece radicar en conceptos estructural-funcionalistas que tuvieron su origen en la década de los cuarenta, por lo que la teoría presenta signos de fosilización” [1990:456].

La fosilización a la que hace referencia Hammel es el modo en que la demografía manejaba algunos conceptos como el de cultura de Lévi-Strauss [1988]: “un conjunto de normas sociales de carácter grupal”. Según los demógrafos, la adhesión a estas normas se juzgaba capaz de explicar plenamente la conducta individual. Los problemas inherentes a este enfoque se ejemplifican en la crítica que Lockwood [1995] hace a la explicación demográfica de Lesthaeghe [1989] sobre los tabúes posparto y los largos periodos de lactancia entre los grupos africanos subsaharianos. Este autor utiliza los datos agregados recolectados por Murdock [1967] y los de la Encuesta Mundial de Fecundidad, para poner a prueba el modelo gerontocrático de Saucier [1972] sobre los regímenes reproductivos de esta región. Este modelo propone que los hombres más viejos mantienen el control sobre el trabajo de las mujeres y de los hombres jóvenes a través de estructuras sociales como la poliginia, la descendencia unilineal y la gerontocracia. La poligamia permite disfrutar a las mujeres de largos periodos de abstinencia posparto, sin que esto redunde en la privación sexual de los varones. La interpretación final de los resultados del modelo señala que los largos periodos de abstinencia posparto son normas sociales que subyacen y refuerzan las estructuras sociales adaptativas. La crítica de Lockwood a esta posición señala que el modelo estructural-funcionalista falla al no distinguir las normas colectivas de las acciones individuales, pues asume que la conducta individual está gobernada por normas dirigidas por las estructuras sociales y, si esto es así, se requieren vínculos fuertes entre las estructuras sociales y las normas y entre las normas colectivas y las acciones individuales, lo que es muy difícil corroborar pues durante el trabajo de campo no se recolectó información sobre alguno de estos aspectos. A esta crítica se suman otros académicos que reconocen las fallas de esta posición teórica, más de carácter sociológico que antropológico, y abandonan este enfoque en búsqueda de otro que realmente explique el papel de la cultura en la demografía.

El trabajo de Kertzer y Fricke, “Toward to Anthropological Demography” [1997] reúne todas estas experiencias teóricas y bajo el consenso de los autores, que invitan a formar parte de ese libro, describen la plataforma teórica a partir de

la cual se construye la demografía antropológica. Dicha plataforma consta de tres elementos básicos: el concepto de acción humana (o acto humano), el enfoque de género y la inclusión de la economía política para explicar la inequidad social y su efecto en la conformación de las estructuras demográficas [Greenhalgh, 1995]. Roth [2004a] efectúa un buen análisis de las deficiencias teóricas de esta disciplina que bien vale la pena revisar. Una de las principales observaciones de este autor es que no se toma en cuenta la gran cantidad de investigaciones que se han llevado a cabo desde la ecología cultural, bajo el enfoque de la demografía antropológica, pues a su parecer el medio ambiente no puede ir desligado de la cultura, señalando esta ausencia como uno de las principales fallas metodológicas de esta disciplina.

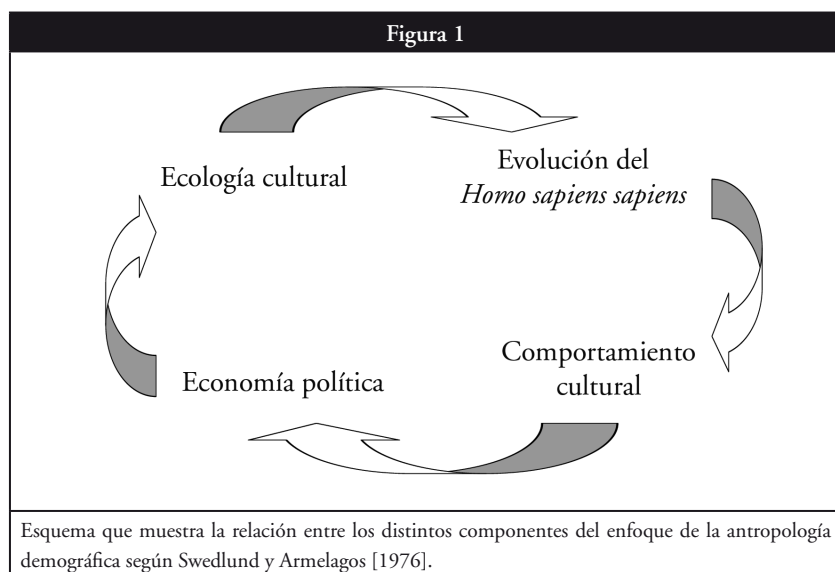
La antropología demográfica

La antropología demográfica (*demographic anthropology*) ha sido considerada erróneamente como una rama de la antropología física; en realidad, es una disciplina antropológica que tiene una estrecha relación con la evolución cultural y biológica del *Homo sapiens sapiens*. Su objetivo es conocer el impacto de este proceso en las tendencias demográficas de las sociedades humanas a lo largo del tiempo.

La discusión, desde su reconocimiento en los años sesenta, plantea si es que se trata en realidad de una subdisciplina antropológica o si sólo es un enfoque útil para analizar las tendencias demográficas de las poblaciones humanas en el pasado. Swedlund y Armelagos [1976:56] plantean que se trata de un enfoque aplicado a los estudios de antropología física que tratan de explicar el impacto de la evolución, biológica y cultural, en las tendencias demográficas del pasado. Este enfoque se integra por cuatro elementos que establecen una relación sinérgica entre ellos: el aspecto evolutivo de la especie humana, la ecología, el comportamiento cultural y la economía política (Figura 1).

Zubrow [1976] y los distintos colaboradores de la obra *Anthropological Demography: Quantitative Approach*, comparten la misma opinión, a su juicio, la antropología demográfica es un enfoque que ayuda a la comprensión de las estrategias seguidas por las poblaciones humanas para adaptarse a diferentes medios ambientes y que están reflejadas en las tendencias demográficas mostradas a lo largo del tiempo. Según estos autores, los antropólogos, al igual que los interesados en otras disciplinas sociales, han estado alejados del enfoque descriptivo de la demografía y están más dispuestos a trabajar con información poblacional como herramienta auxiliar para entender fenómenos biológicos y culturales. Es decir, mediante el

enfoque demográfico podemos medir la adaptación humana. El supuesto involucrado en esta afirmación es que el crecimiento de la población, su distribución y composición, son sensibles a la influencia del medio ambiente, así como a los cambios biológicos y culturales. En este supuesto no está involucrado ni la causa ni el efecto, sólo aquellos componentes del cambio demográfico que tienen una estrecha relación con la ecología.



Por ejemplo, el proceso de selección natural es un mecanismo evolutivo a través del cual el ambiente —en el sentido más amplio del término— afecta la estructura genética de las poblaciones. Aquellos individuos con una baja afinidad genética a ciertos tipos de ambientes serán menos exitosos reproductivamente que aquellos con una afinidad positiva para el mismo rasgo. El resultado se plasmará en diferentes niveles de fecundidad entre los distintos genotipos de la población. La comprensión de este proceso ejemplifica la importancia del análisis a nivel poblacional para la antropología física, pues el mecanismo de selección natural opera a nivel individual pero los efectos del proceso sólo podrán ser evaluados en términos de la población total para apreciar las diferencias en los niveles de fecundidad y mortalidad como resultado del proceso de selección.

Casi cuarenta años después, la publicación de Kertzer y Fricke “Toward to Demographic Anthropology” [1997], discute que la antropología demográfica es una disciplina antropológica con un marco teórico en constante construcción, pero remite a los conceptos clave de demografía antropológica: la acción social, el enfoque de género y la perspectiva de la economía política, sin mencionar el aspecto biológico y ecológico de las poblaciones cuyas tendencias hay que reconstruir para entender el pasado de las poblaciones que habitaron este planeta en un momento en el tiempo. ¿Es en realidad una cuestión semántica lo de “antropología demográfica” o “demografía antropológica”? Roth [2004b] ofrece la respuesta al señalar que para construir el marco teórico de la antropología demográfica hay que reconciliarla con la ecología cultural. Una vez que ambas disciplinas reconozcan las contribuciones que han hecho a la comprensión de la historia evolutiva y demográfica de nuestra especie, entonces será posible construir un marco teórico metodológico con una perspectiva biocultural [Roth, 2004b:68-69].

La última frase del párrafo anterior, “una perspectiva biocultural”, remite al reconocimiento del principal enfoque de la antropología física, aplicado tanto a poblaciones antiguas como contemporáneas, que le da consistencia teórica a la disciplina y que no es el propósito de este trabajo.² Es importante rescatar que la tan discutida antropología demográfica debe tener un enfoque biocultural y de esta manera enlazar a la demografía con la antropología física, es decir, explicar los fenómenos demográficos de una población en los contextos social, ecológico, biológico y cultural.

La revisión, con ojo crítico y escrutador, de la literatura sobre este tema —incluso la —propia— refuerza el argumento de Swedlund y Armelagos [1976]. ¿En realidad el antropólogo físico utiliza la demografía como una herramienta de análisis que le permite explicar la composición por edad y sexo de una serie esquelética, o los niveles de fecundidad expresados en una familia numerosa? La explicación deberá estar basada en conceptos teóricos de la antropología física, puesto que seguramente la pregunta de investigación fue de corte antropofísico. Por ejemplo, el análisis paleodemográfico de algunas series mayas —como la de Palenque, la de Jaina y la de Chac Mool [Hernández Espinoza y Márquez Morfín, 2005, 2006;

2. Para una revisión de los principales postulados de este enfoque consúltese a Goodman y Leatherman [1998].

Márquez Morfín y Hernández Espinoza, 2006], por mencionar algunas— han puesto sobre la mesa de discusión el papel de los niños en esas sociedades. El análisis demográfico de la estructura por edad de las tres series revela una situación distinta para cada sitio que exige una explicación desde el enfoque biocultural, por ejemplo, ¿dónde están los niños de Palenque? ¿Por qué la alta mortalidad infantil en Jaina? En el asentamiento de Chac Mool durante el Clásico tardío, ¿no había niños? Las respuestas señalan, por ejemplo, que en Palenque los niños estaban enterrados en otro lugar, en el caso de Jaina, que tenían serios problemas de salud y nutrición que hacían difícil su supervivencia a edades adultas, y la serie de Chac Mool indica que en el primer periodo de ocupación el asentamiento se formó de hombres adultos que inmigraron hacia ese lugar. Los enfoques aplicados para llegar a estos resultados fueron los de la antropología física. La demografía aportó la herramienta de análisis estructurada a partir de indicadores numéricos.

La antropología demográfica permite hacer una interpretación integral de la dinámica de población de una sociedad antigua, ya que proporciona los elementos necesarios para interpretar y explicar los resultados numéricos en el marco del desarrollo cultural de esa sociedad. La información sobre los niveles alcanzados por la mortalidad y la fecundidad de una población, así como su estructura por grupos de edad y sexo, debe analizarse a la luz de la historia social de ese pueblo, pues cada uno de esos indicadores está determinado por el desarrollo tecnológico alcanzado, por la organización social, por las prácticas culturales relacionadas con la reproducción del grupo, por las costumbres funerarias, por los intercambios económicos; en otras palabras, por las condiciones materiales que necesitaban para vivir, sus estilos de vida y por el ambiente natural. Ningún dato numérico puede explicar por sí solo el comportamiento demográfico de una sociedad, de ahí la necesidad de incorporar el enfoque antropológico a los estudios demográficos.

¿Por qué un enfoque de este tipo en la Licenciatura de Antropología Física?

La Licenciatura en Antropología Física forma especialistas, entre otros temas, en el estudio de la historia evolutiva del *Homo sapiens sapiens*, tópico por demás interesante y extenso que lleva intrínseco el desarrollo demográfico de las poblaciones humanas, las cuales están formadas por elementos muy diferenciados, de suerte que no sólo se trata de conocerlas en relación con sus efectivos, sino también por sus numerosas características, algunas de las cuales constituyen, por lo demás, las huellas dejadas por los fenómenos demográficos sobre la población.

El lector se preguntará ¿por qué no estudiar las cuestiones demográficas como un apartado más de los estudios de las poblaciones? ¿Por qué una antropología demográfica? La respuesta más simple sería que el reunir todas las consideraciones relativas a las poblaciones, en tanto que son conjuntos de individuos sometidos continuamente a las leyes de la evolución, tiene la ventaja de poner en relieve las numerosas interacciones entre los fenómenos que mueven una población y las diferentes características de esa misma población. Sin embargo, la respuesta iría más allá, pues en palabras de Camargo y Sandoval:

La propia ambigüedad del concepto “población”, como entidad biológica, social o puramente demográfica, indica que el llamado movimiento o reproducción de la población supone, al menos, tres aspectos: la reproducción biológica de los individuos y de la especie, la reproducción de los grupos sociales y de las relaciones que los sustentan y la reproducción específicamente económica de la fuerza de trabajo. Cada uno de ellos es condición de los otros dos y se producen, en gran parte, a partir de los mismos hechos empíricos, tales como la natalidad, la mortalidad y la migración [Camargo y Sandoval, 1991:10].

Desde sus inicios, la antropología ha reclamado la búsqueda de un conocimiento global sobre el hombre, sin tomar en cuenta que este hombre no es objeto de ciencia alguna, sino más bien es sujeto de una reflexión filosófica [Sauvain-Dugerdil, 1991]. De hecho las diferentes ciencias antropológicas han construido objetos propios, o bien han incorporado otros ya construidos, como parecen sugerirlo los términos de antropología biológica y antropología demográfica. No se trata de impedir que existan enfoques, métodos y técnicas compartidos por la antropología y las ciencias sociales en general, sino de conservar la naturaleza específica de sus objetos de estudio, de sus determinaciones, de sus categorías y de sus leyes [Sandoval, 1982:21].

Entonces ¿por qué una antropología demográfica? ¿Cuál es el punto de confluencia con la antropología física? Por un lado tenemos la propuesta de Dickinson y Murguía respecto a la definición del objeto de estudio de la antropología física como “el conjunto de relaciones que existen entre el desarrollo de la sociedad y el desarrollo del soma humano” [1982:52] y, por el otro, el objeto de estudio de la antropología demográfica en palabras de uno de sus precursores: “los procesos y tendencias demográficas como parte intrínseca del proceso evolutivo y

social del *Homo sapiens*” [Swedlund y Armelagos, 1976:vii]. En otras palabras, la dinámica demográfica y sus tendencias a través del tiempo son parte del proceso evolutivo de la especie humana.

Durante los millones de años de dicha evolución, no sólo se modificó y desarrolló el soma humano sino también se ha desarrollado y hecho compleja la sociedad. Los seres humanos se organizaron y crearon vínculos entre ellos mismos, con los que aumentaron su capacidad de supervivencia como grupo y como individuos. Estos vínculos, de acuerdo con las pautas culturales, definieron tipos de alianzas o arreglos matrimoniales, ingeniaron la forma de alimentarse y garantizar el abasto de alimento para épocas difíciles, inventaron símbolos que los representaban y, a la vez, los diferenciaban, dieron sonido a esos símbolos y se comunicaron entre ellos. Todos estos pequeños e importantes procesos dieron paso a lo que hoy conocemos como poblaciones, con tres fines primordiales: la reproducción biológica, la reproducción social y la reproducción económica, procesos vitales para el conocimiento de la evolución demográfica de la especie humana, pues sus componentes, la fecundidad, la migración y la mortalidad, constituyen aspectos básicos de la evolución misma. Los límites de la supervivencia humana están ligados a una serie de adaptaciones biológicas que tuvieron importantes repercusiones demográficas, por ejemplo, el desplazamiento lateral de los huesos de la pelvis como resultado de la adopción del bipedalismo, que tuvo repercusiones directas en los niveles de fecundidad alcanzados por la especie humana [Meindl, 1997].

El conocimiento, a través del tiempo, de las tendencias alcanzadas por la mortalidad y la fecundidad, principales responsables del cambio demográfico en la antigüedad —así como de sus determinantes, sociales y culturales—, el proceso de formación de parejas y la movilidad de las poblaciones como factores determinantes de la recombinación genética y, por lo tanto, de la variabilidad humana, constituyen uno de los principales objetivos de la antropología demográfica.

Así, el objetivo de estudiar los procesos demográficos desde la antropología física es conocer el impacto de la cultura en los procesos demográficos de las sociedades humanas en el transcurso del tiempo e identificar y explicar los factores culturales, económicos y biológicos que intervienen en la regulación del crecimiento de las poblaciones, que les permiten, por un lado, adaptarse al medio natural y social, y perfilar, por el otro, sus características intrínsecas como grupo humano.

Los antropólogos físicos y las fuentes de información demográficas

Por más de un siglo, los antropólogos físicos dedicados a la osteología han estudiado y reconstruido la prehistoria y la historia de la humanidad a partir de sus restos óseos. Por ejemplo, los paleodemógrafos investigan temas como la composición por sexo y edad de las poblaciones del pasado y las tendencias que habrían tenido entonces la fecundidad y la mortalidad; los antropólogos físicos dedicados a estudio de las poblaciones antiguas utilizan los registros arqueológicos, históricos y osteológicos, como fuentes de información primarias a partir de las cuales reconstruyen aspectos tales como salud, nutrición, organización y estratificación social, incluso actividad ocupacional. Aquéllos dedicados al estudio de poblaciones coloniales han recurrido a confrontar lo que observan en los esqueletos con la información que existe en los archivos parroquiales sobre mortalidad en determinado periodo.

La información sobre los hechos vitales de una población la podemos encontrar en los registros parroquiales o civiles que han sido fuentes de uso casi exclusivamente demográfico, porque de acuerdo con lo explicado en el párrafo anterior, también los antropólogos físicos los han utilizado como fuente de información. La revisión de algunas importantes contribuciones de la antropología física al conocimiento de la historia de nuestra especie revela datos interesantes, por ejemplo, Franz Boas al inicio del siglo xx [Boas, 1911, 1928], utilizó los patrones migratorios para explicar y demostrar un fenómeno biológico, la plasticidad.³ Los datos de archivos son más valiosos cuando se utilizan para resolver preguntas interesantes, sobre todo aquellas que tienen que ver con problemas evolutivos de las poblaciones, por ejemplo, la fecundidad y la mortalidad son mecanismos fundamentales de la selección natural; los desplazamientos poblacionales son el resultado de deterioros de los nichos ecológicos, o de rupturas en el sistema socioeconómico y político; la deriva génica es una función del tamaño de la población y el flujo genético está vinculado con fronteras étnicas, prácticas de selección de pareja, migración, entre otros muchos tópicos que tienen implicaciones evolutivas.

Para los colegas que estudian aspectos biológicos de las poblaciones contemporáneas y su relación con el entorno físico y social, los archivos son también fuente de gran utilidad, entre ellos los que contienen datos sobre salud pública, que les permite hacer un balance de la evolución de condiciones de salud y de vida de una población dada.

3. Esta información ha sido publicada en su totalidad; está a disposición de los investigadores para su reanálisis [Silverman y Little, 2003].

Pero ¿qué es un archivo parroquial?, ¿un archivo civil? En los inicios de la época colonial, la Corona española exigió a sus representantes civiles y militares que enviaran descripciones detalladas de las poblaciones que habitaban las regiones por ellos gobernadas, así como de los recursos naturales que contenían. Estos documentos se conocen como descripciones geográficas y son una verdadera riqueza informativa cuando se trata de conocer cómo eran las distintas regiones geográficas y culturales a la llegada de los españoles. Otro tipo de documento lo constituyen las matrículas de tributos, aunque existen algunas que datan de la época prehispánica, la mayoría corresponden al siglo XVI, cuando los conquistadores pidieron a los distintos caciques la relación de individuos bajo su mando, que debían pagar el tributo a la Corona española. Este tipo de documento es de suma importancia para aquellos interesados en reconstruir la estructura por sexo y edad de una región o localidad específica, y básico para los que deseen conocer la cantidad de población que había al inicio de la Colonia y poder así calcular la magnitud del desastre demográfico ocasionado por la explotación, las epidemias y el hambre.

A los religiosos que llegaron al nuevo continente también se les solicitó información, pero esta vez se trataba de un proceso cotidiano y permanente. Al igual que los realizados en Europa desde el siglo XII, se ordenó a las distintas órdenes religiosas establecidas en el Nuevo Mundo el registro de los bautizos, los matrimonios y las defunciones de los habitantes de cada parroquia. Se llevaba un libro para registrar a los españoles y otro para los indígenas y castas. Dichos registros contienen información vital para la investigación demográfica, como edad, origen, lugar de residencia, nombre de los padres, los padrinos —en el caso de los bautizos y de los matrimonios—, condición social y causa de muerte —en el caso del registro de defunciones [Rabell, 1990]. El objetivo que perseguía la Iglesia con estos registros era controlar las uniones entre españoles e indígenas y evitar así posibles pleitos por herencias y juicios sobre descendencia y pureza de sangre.⁴ Existe otro tipo de registro denominado “información matrimonial”, que en realidad es una mina de oro para obtener información etnográfica y demográfica de las familias de esa época, pues este tipo de expediente lo “armaba” el párroco cuando una pareja

4. En la galería IV del Archivo General de la Nación están los legajos originales que contienen estos registros, así como la documentación que atestigua un sinnúmero de juicios por propiedades decomisadas a posibles judíos y herejes. También son abundantes los juicios para reclamar la legitimidad del nombre y por supuesto de herencias de aquellos individuos cuyos padres no podían demostrar su origen noble —en el caso de los indígenas— o europeo, en el caso de los españoles que vivían en la pobreza.

solicitaba permiso para contraer matrimonio. En él consta toda la genealogía de ambos novios, el origen racial de sus ancestros, así como una descripción de sus costumbres. Este expediente contenía además los testimonios de vecinos, amigos y allegados a ambas familias sobre costumbres religiosas, inclinaciones sexuales y demás antecedentes oscuros de los ancestros de alguno de los cónyuges. Si el resultado de toda esta investigación era positivo, se corrían las amonestaciones previas a la celebración del matrimonio; si era negativo, se negaba el permiso correspondiente y por lo general la inquisición tomaba cartas en el asunto.

Una vez proclamada la secularización de los bienes de la Iglesia, en 1862, las parroquias no debían de llevar estos registros, ahora el encargado era el recién creado “registro civil”. Sin embargo, el control de la Iglesia sobre sus feligreses era contundente y por más de medio siglo se duplicaron los registros. Después de la Revolución, hacia 1930, se regularizaron los registros civiles que más tarde darían origen a las estadísticas vitales.

Con estos comentarios es obvio mi propósito: el rescate de una fuente de información de primera mano, que muchos utilizan pero que otros rehuyen por lo complejo y laborioso de su análisis, sin embargo, lo mismo que las encuestas mundiales, nacionales y locales, los archivos son una fuente de información sin explorar para el trabajo del antropólogo físico.

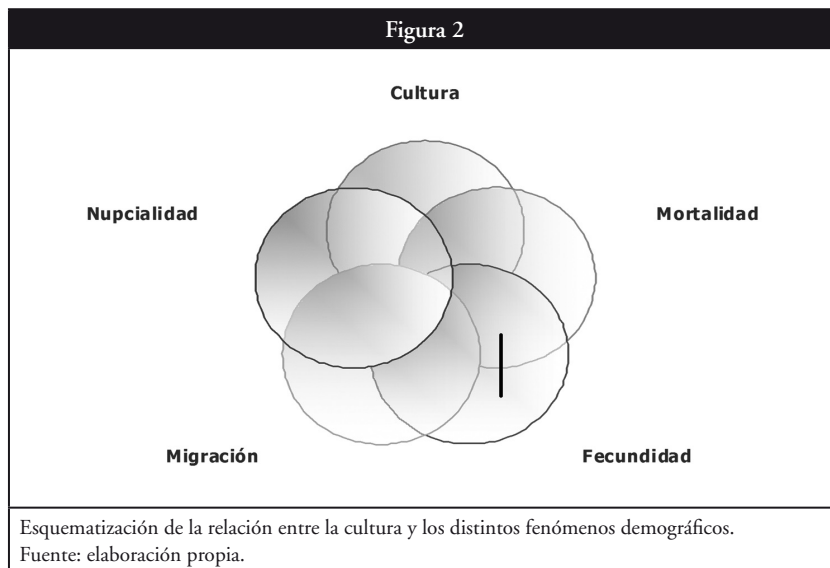
Las líneas de investigación de la antropología demográfica

Las técnicas empleadas por la antropología demográfica se derivan de la demografía, en específico del análisis demográfico, que es una forma cuantitativa de análisis propio de esta disciplina, con el objeto de describir tendencias y comportamiento de los fenómenos demográficos.

Cada fenómeno demográfico tiene sus propios indicadores que no es el caso describir ni explicar en este capítulo.⁵ Por el contrario, creo fundamental comentar el estudio de dichos fenómenos desde la perspectiva de la antropología física, que permiten ir más allá de la mera descripción de los fenómenos demográficos, es decir, de la fecundidad, la nupcialidad, la migración y la mortalidad. La obtención de los indicadores numéricos no es el fin de una investigación de antropología

5. Para abundar en las técnicas de análisis demográficos, v. Márquez y Hernández [2001] para el caso de las poblaciones antiguas, y a Hernández Espinoza [2004] para el caso de las poblaciones contemporáneas.

demográfica, la clave es su explicación y su interpretación a la luz de los problemas sociales, económicos y políticos de la población estudiada, utilizando como lo propusieron Kertzer y Frike [1997], los tres elementos básicos: la acción humana, el enfoque de género y la perspectiva de la economía política.

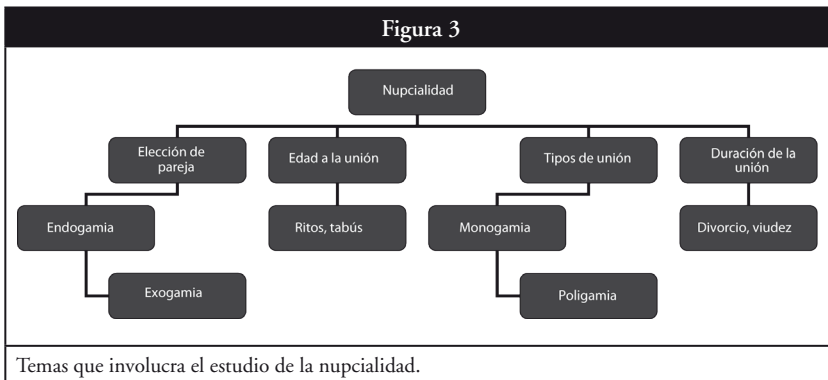


a) La nupcialidad

La nupcialidad o estudio de la formación de parejas tiene una estrecha relación con nosotros los antropólogos físicos, puesto que al ser una población panmítica⁶ tendríamos que seleccionar nuestra pareja al azar, lo cual no es así. El proceso de selección de pareja está permeado por normas sociales que determinan con quién y cuándo se une una pareja.

De acuerdo con Davis y Blake, la edad de entrada a la unión no siempre inicia la exposición a las relaciones sexuales [1956:8]. En la mayoría de las sociedades antiguas esta edad era generalmente coincidente y precoz. La unión a una edad temprana no implicaba necesariamente procrear una familia numerosa, porque todos los otros medios para reducir la fecundidad entran en acción después de este momento. Es posible comprender mejor los mecanismos socioculturales es-

6. Población panmítica es aquella cuyos individuos seleccionan su pareja al azar.



pecíficos que aseguran un matrimonio temprano, si se explican en función de la organización de la familia y del parentesco (que implican normas de residencia y de descendencia). Los matrimonios son generalmente concertados por los mayores, que a menudo tienen motivos para hacer arreglos en una época temprana del curso de la vida de los cónyuges, es decir, antes de la pubertad. Las prescripciones religiosas pueden exigir este resultado y los cambios económicos que involucra el noviazgo pueden estructurarse en forma que produzca una ventaja a los padres que casan a la hija en una edad temprana [González Montes, 1998].

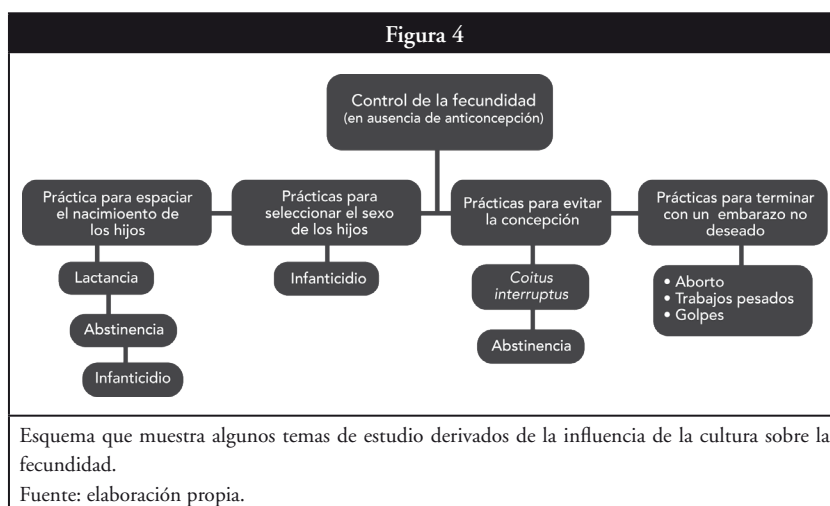
El tipo de unión guarda relación con la fecundidad. Por ejemplo, la poligamia asegura que casi todas las mujeres mantendrán actividades sexuales reproductivas, además de servir para prolongar la abstinencia sexual después del parto, con el consiguiente efecto positivo en la salud de las mujeres, pues el proceso de recuperación posparto será más largo [Bongaarts *et al.*, 1984:521-522; Harris y Ross, 1999:18].

b) El estudio de la fecundidad

Una vez consumada la unión, se inicia la exposición al riesgo de concebir. El estudio de la fecundidad es el más próximo a la antropología física, pues se refiere al proceso de reproducción biológica de nuestra especie, proceso que está influido no sólo por la biología sino también por la cultura, la ecología y la economía política, que vendrían siendo los factores determinantes de la fecundidad, tal y como lo propuso Hernández en su modelo teórico para explicar el control de este fenómeno para las poblaciones antiguas [Hernández Espinoza, 2002]. Los posibles temas de investigación son múltiples y variados, sin embargo, los que a mi juicio tienen una

mayor proyección dentro de la antropología física son los relacionados con las poblaciones con régimen demográfico de fecundidad natural,⁷ es decir, que no utilizan anticonceptivos. Dentro de este tipo de sociedades se han documentado dos tipos de prácticas para evitar la concepción: el *coitus interruptus* y la abstinencia sexual durante los días en que la mujer es fértil, conocido también como “ritmo”.

La evidencia empírica recolectada en poblaciones rurales mexicanas señala que estas dos formas de evitar la concepción son las más utilizadas principalmente entre las parejas maduras, ya que las jóvenes por lo general utilizan el condón o preservativo [Bernal Felipe, 2007]. Hay algunos aspectos culturales relacionados con el control del tamaño de la descendencia, como el infanticidio, que ha sido poco estudiado por la antropología física. Daly y Wilson, quienes a su vez citan el trabajo que Bugos y McCarthy [1984], en su estudio realizado entre los *Ayoreo* de Paraguay, dicen:



Las noticias acerca de su amiga Eho, habían conmovido a Bugos y McCarthy: entre la edad de 17 y 22 años de edad, durante el curso de seis breves uniones, había “enterrado” a sus tres primeros hijos, dos hijos y una hija. Finalmente, a la edad de 24 años, se había

7. Este concepto fue elaborado por Louis Henry [1953] para describir a aquellas sociedades que no practicaban el control deliberado de nacimientos; sin embargo, su procedencia ha sido criticada por la comunidad antropológica, que sostiene que las sociedades antiguas tenían diferentes estrategias para limitar los nacimientos, lo que es evidencia de la intención de controlar la fecundidad de sus mujeres.

unido [Bugos y McCarthy, 1984] nuevamente pero en una relación estable, entonces ella crió a cuatro hijas [Daly y Wilson, 1988:38].

En cuanto al aborto, tal y como lo explican Harris y Ross [1999], existe una línea muy sutil entre un aborto espontáneo y el provocado. Sin embargo, su presencia es otro signo universal de control de la población. Tomando en consideración que una proporción de embarazos, que McCormack [1982] estima en 25%, terminan en aborto, la existencia de individuos no natos en los entierros humanos de sociedades antiguas atestiguan su práctica.⁸ En la actualidad, el aborto es un problema de salud pública, que afecta sobre todo a las mujeres de escasos recursos y aquellas que viven en países en vías de desarrollo cuyas legislaciones, civiles o religiosas, prohíben su práctica.

La lactancia es, junto con el aborto y el infanticidio, una de las prácticas generalizadas entre los grupos humanos, y en algunas crónicas del siglo XVI, así como en reportes etnográficos, se da cuenta de ello. Por ejemplo, Daly y Wilson [1988:40-41] reportan que las mujeres *dobe* y *Kung* rara vez conciben durante los primeros dos años de lactancia. Al igual que las mujeres *ayoreo* del Paraguay, las madres *dobe* y *Kung* cargan a sus hijos junto a su pecho, permitiéndoles mamar cada vez que ellos lo deseen durante el día y durante la noche, por lo que el itinerario de lactancia de estos niños es distinto al observado en las sociedades industrializadas.

El estudio de cada una de estas variables y del peso que tienen en el control de los nacimientos o del espaciamiento entre cada hijo constituyen, por sí mismos, interesantes líneas de investigación.

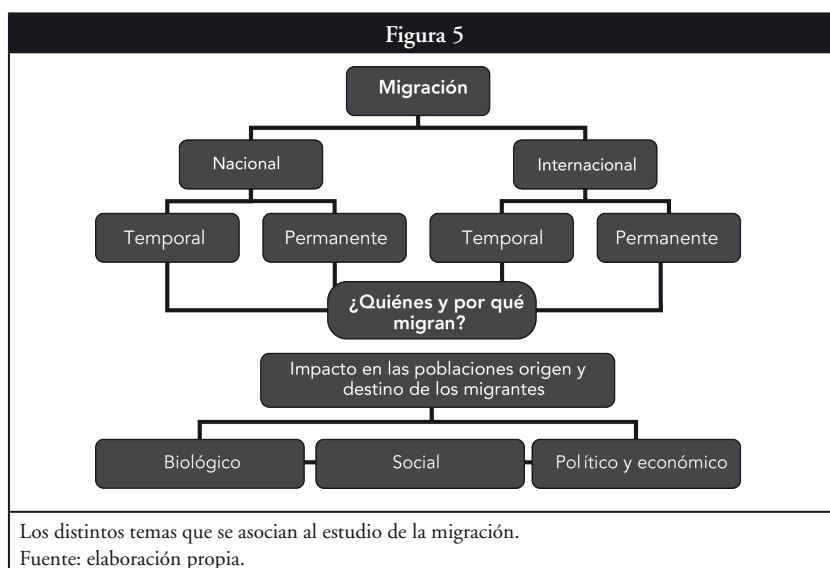
c) El estudio de la migración

La migración es otro tema muy cercano a la antropología física, que tiene que ver con la movilidad de las poblaciones y el constante desplazamiento de individuos de su lugar de residencia a un lugar diferente, por distintas razones, que pueden variar desde las económicas hasta las políticas, pasando por cambios ecológicos radicales.

La movilidad de las poblaciones es uno de los mecanismos reconocidos por la selección natural que contribuye a la renovación del flujo genético de una población y, por ende, es el factor responsable de la variabilidad biológica de la especie

8. En relación con este aspecto, consultar a Serrano y Lagunas [2000], sobre los restos de no natos exhumados de un altar del sitio de La Ventilla, en Teotihuacan.

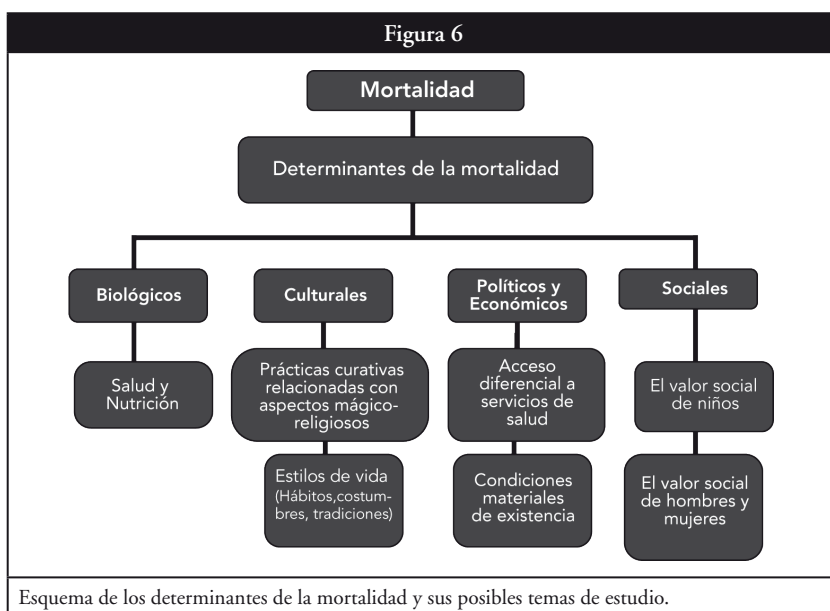
humana. Este es el punto de vista de la antropología física, el de la demografía reside en caracterizar el tipo de desplazamientos y el ritmo y velocidad de los mismos. La descripción de este fenómeno demográfico se ha realizado tomando en cuenta los tres elementos principales de la antropología demográfica, pero el tema que se refiere al impacto de la migración en las poblaciones origen y destino no ha sido explotado en su totalidad. Las líneas y temas de investigación van desde la aplicación de la genética para medir el impacto de la migración en la conformación de poblaciones, hasta la búsqueda de los determinantes que provocan el desplazamiento de individuos, familias y comunidades. Los estudios de migración, realizados bajo el enfoque de género, revelan patrones interesantes en cuanto al comportamiento de hombres y mujeres y su asociación con tradiciones, más que con la necesidad económica de desplazarse en busca de un trabajo remunerado [Szasz, 1994; 1999].



d) El estudio de la mortalidad

El estudio de este fenómeno demográfico es el más socorrido en las disciplinas antropológicas y también en la antropología demográfica, pues dejando a un lado técnicas e indicadores, su estudio ofrece un panorama general del grado de desarrollo de una sociedad.

La mortalidad tiene varias acepciones, la más conocida es la que tiene que ver con la terminación de la vida, sin embargo, el otro aspecto, la duración de la vida, no está lo suficientemente explorado. Por ejemplo, son frecuentes los comentarios de los demógrafos respecto a la longevidad humana y el envejecimiento de la estructura de la población, con las ventajas y desventajas que esto conlleva, pero ¿qué significa en términos biológicos? ¿Estamos biológicamente equipados para sobrevivir más allá de los 90 o 100 años? ¿Cuáles son los principales cambios biológicos propios de la senectud que podrían ser una ventaja adaptativa? ¿Cómo viviríamos? ¿Condiciones físicas y calidad de vida son compatibles durante la edad avanzada? Estas y otras muchas más, son las interrogantes que circundan este tema.



Ahora, entre los temas clásicos de la mortalidad humana, hay uno en especial que es vital: ¿por qué mueren los niños en el siglo XXI? ¿Cuáles son los determinantes de la mortalidad infantil? ¿Qué contribuye a que un tercio de los nacimientos de un año de Chiapas, Guerrero o Oaxaca mueran antes de cumplir el primer aniversario? ¿En realidad es el patrón humano de mortalidad? Este indicador tiene muchos vínculos con el comportamiento cultural de las poblaciones y, como tal, la antropología física no ha dicho lo suficiente.

Algunas reflexiones

Las distintas dinámicas a las que estamos expuestos en la actualidad (demográfica, económica, social y política) imponen una serie de retos para aquellos que tratamos de estudiar al hombre. Entre ellos está la construcción de propuestas teórico-metodológicas imaginativas para el estudio de los complejos temas de población y su relación con los distintos comportamientos humanos, por enumerar tan sólo algunos de ellos: el crecimiento poblacional, la reducción de la fecundidad, el aborto selectivo, la eutanasia, la caída de la esperanza de vida en los países en desarrollo, el SIDA en África y en el resto del mundo, el brote de enfermedades infecciosas supuestamente erradicadas y el problema migratorio mundial —en distintas escalas—. Estos son algunos de los problemas más inmediatos que exigen discusión e intervención de aquellos profesionales que se han entrenado para el estudio biocultural de nuestra especie, los antropólogos físicos.

Bibliografía

Bernal Felipe, Natalia

- 2007 *Estrategias para limitar el tamaño de la familia en dos generaciones de mujeres de Santa María Texcalac, Tlaxcala*, Maestría en Antropología Física, México, ENAH.

Boas, Franz

- 1911 *Changes in the Bodily Form of Descendants of Immigrants*, Estados Unidos, U. S. Government Printing Office.
- 1928 *Material for the Study of Inheritance of Man*, Nueva York, Columbia University Press.

Bongaarts, J.; F. Odile y R. Lesthaeghe

- 1984 "The Proximate Determinants of Fertility in Sub-Saharan Africa", en *Population and Development Review*, vol. 10, pp. 511-537.

Bugos, P. E. y L. M. McCarthy

- 1984 "Ayoreo Infanticide: A Case Study", en G. Hausfater y S. B. Hrdy (eds.), *Infanticide: Comparative and Evolutionary Perspectives*, Nueva York, Aldine de Gruyter, pp. 503-520.

Bulatao, R. y R. Lee

- 1984 "Un marco conceptual para el estudio de los determinantes de la fecundidad", en *Ensayos sobre Población y Desarrollo*, vol. 21, pp. 3-43.

Cadwell, John

- 1982 *Theory of Fertility Change*, Nueva York, Academic Press.
- 1985 "Strengths and Limitations of the Survey Approach from Measuring and Understanding Fertility Change: Alternative Approaches", en J. Cleland y J. Hobcroft (eds.), *Reproductive Change in Developing Countries: Insights from the World Fertility Survey*, Londres, Oxford University Press, pp. 45-63.

Camargo, Lourdes y Alfonso Sandoval

1991 "Antropología Física y Demografía", en *Cuicuilco*, abril-junio, pp. 7-18.

Carr-Saunders, A. M.

1922 *The Population Problem: A Study in Human Evolution*, Oxford, Clarendon Press.

Coale, A. J. y S. C. Watkins

1986 *The Decline in Fertility in Europe*, Princeton, Princeton University Press.

Daly, M. y M. Wilson

1988 "Killing Children. Infanticide in the Ethnographic Record", en M. Daly y M. Wilson (eds.), *Homicide*, Nueva York, Aldine de Gruyter, pp. 37-59.

Davies, K. y J. Blake

1956 "Social Structure and Fertility: An Analytic Framework", en *Economic Development and Cultural Change*, vol. IV, núm. 3, pp. 211-235.

Dickinson, Federico y Raúl Murguía

1982 "Consideraciones en torno al objeto de estudio de la Antropología Física", en *Estudios de Antropología Biológica*, vol. 1, pp. 51-64.

Flinn, Michael W.

1989 *El Sistema Demográfico Europeo, 1500-1820*, Barcelona, Crítica, Serie Historia y Teoría.

González Montes, Soledad

1998 "Las costumbres de matrimonio en el México indígena contemporáneo", en *México Diverso y Desigual. Enfoques Sociodemográficos*, México, Colmex-SOMEDE, pp. 87-106.

Goodman, A. H. y T. Leatherman (eds.)

1998 *Building A New Biocultural Synthesis: Political-Economic Perspectives on Human Biology*, Michigan, University of Michigan Press.

Graunt, John

1662 *Natural and Political Observations Mentioned in a Following Index and Made Upon the Bills of Mortality, with Reference to the Government, Religion, Trade, Growth, Air, Diseases and the Several Changes of the Said City*, Londres.

Greenhalgh, Susan

1995 "Anthropology Theorizes Reproduction: Integrating Practice, Political Economic and Feminist Perspectives", en S. Greenhalgh (ed.), *Situating Fertility: Anthropology and Demographic Inquiry*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 3-28.

Harris, Marvin y Eric B. Ross

1999 *Muerte, sexo y fecundidad. La regulación demográfica en las sociedades preindustriales y en desarrollo*, Madrid, Alianza Editorial.

Henry, Louis

1953 "Fondements Théoriques des Mesures de la Fécondité Naturelle", en *Revue de l'Institut International de la Estatistique*, pp. 135-151.

Hernández Espinoza, Patricia Olga

2002 *La regulación del crecimiento de la población en el México prehispánico*, México, Doctorado en Antropología-ENAH.

2004 *Demografía y Antropología Demográfica*, México, División de Posgrado-ENAH.

Hernández Espinoza, Patricia Olga y Lourdes Márquez Morfín

2003 "La antropología en la demografía", en *Estudios de Antropología Biológica*, vol. XI, pp. 693-721.

- 2005 “Las mujeres de Jaina y su fecundidad”. Ponencia presentada en XIII Coloquio Internacional de Antropología Física ‘Juan Comas’, Campeche, México.
- 2006 “Fecundidad y sobrevivencia: perfil paleodemográfico de la población maya prehispánica de Chac Mool, Quintana Roo”, en L. Márquez Morfín, P. O. Hernández Espinoza y E. González Licón (eds.), *La población costera maya de Chac Mool: perfil biocultural y dinámica demográfica*, México, División de Posgrado-ENAH, pp. 81-112.
- Kertzner, D. I. y T. Fricke**
- 1997 “Toward an Anthropological Demography”, en D. I. y T. F. Kertzner (eds.), *Anthropological Demography, Toward a New Synthesis*, Chicago, The University of Chicago Press, pp. 1-35.
- Knodel, J. y E. Van der Walle**
- 1979 “Lessons From the Past: Policy Implications of Historical Fertility Studies”, en A. J. Coale y S. C. Watkins (eds.), *The Decline of Fertility in Europe*, Princeton, Princeton University Press, pp. 420-449.
- Lesthaeghe, R.**
- 1989 “Production and Reproduction in Sub-Saharan Africa: An Overview of Organizing Principles”, en R. Lesthaeghe (ed.), *Determinants of Fertility in Developing Countries*, Berkeley, University of California Press, pp. 15-39.
- Lévi-Strauss, Claude**
- 1988 *Las estructuras elementales del parentesco*, Barcelona, Paidós Editores.
- Livi-Bacci, Massimo**
- 2002 *Historia mínima de la población mundial*, Barcelona, Ariel Historia.
- Lookwood, M.**
- 1995 “Structure and Behavior in the Social Demography of Africa”, en *Population and Development Review*, vol. 21, pp. 1-32.
- Márquez Morfín, Lourdes y Patricia Olga Hernández Espinoza**
- 2001 *Principios básicos, teóricos y metodológicos de la paleodemografía*, México, ENAH.
- 2006 “¿Privilegios en la salud? Testimonio osteológico de un sector de la elite de Palenque”, en L. Márquez Morfín y P. O. Hernández Espinoza (eds.), *Sociedad y salud en el México Prehispánico y Colonial*, México, División de Posgrado-ENAH, pp. 265-289.
- Meindl, Richard S.**
- 1997 “Human Population Before Agriculture”, en S. Jone, R. Martin y D. Pilbeam (eds.), *The Cambridge Encyclopedia of Human Evolution*, Cambridge, The Cambridge University Press, pp. 406-410.
- McComarck, C. P.**
- 1982 “Adaptation in Human Fertility and Birth”, en Carol P McComarck (ed.), *Etmography of fertility and birth*, Nueva York, Academic Press, pp. 1-23.
- Murdock, G.**
- 1967 *Ethnographic Atlas*, Pittsburgh, University of Pittsburgh Press.
- Nutini, Hugo y B. L. Isaac**
- 1987 *Los pueblos de habla náhuatl de la región de Tlaxcala y Puebla*, México, INI.
- Nutini, Hugo y John M. Roberts**
- 1993 *Bloodsucking Witchcraft: An Epistemological Study of Anthropomorphic Supernaturalism in Rural Tlaxcala*, Tucson, The University of Arizona Press.

Rabell Romero, Cecilia Andrea

- 1990 *La población novohispana a la luz de los registros parroquiales*, México, Instituto de Investigaciones Sociales-UNAM, Cuadernos de Investigación núm. 21.

Ramazzini, Bernardini

- 2000 *Las enfermedades de los trabajadores. Des Morbis Artificum Diatriba*, México, UAM-Xochimilco/Grupo Editorial Miguel Ángel Porrúa.

Roth, Eric Abella

- 2004a *Culture, Biology and Anthropological Demography. New Perspectives on Anthropological and Social Demography*, Cambridge, Cambridge University Press.
- 2004b "Reconciling Anthropological Demography and Human Evolutionary Ecology", en *Culture, Biology and Anthropological Demography*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 25-36.

Saucier, J. F.

- 1972 "Correlates of the Long Postpartum Taboo: A Cross-cultural Study", en *Current Anthropology*, núm. 13, pp. 238-249.

Sandoval, Alfonso

- 1982 "Hacia una historia genealógica de la antropología física", en *Estudios de Antropología Biológica*, vol. I, pp. 25-50.

Sauvain-Dugerdil, Claudine

- 1991 *El hombre irreductible. De la complejidad de la diversidad humana a los modelos bio y demo-anropológicos*, México, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM.

Serrano Sánchez, Carlos y Zaid Lagunas Rodríguez

- 2000 "Prácticas mortuorias prehispánicas en un barrio de artesanos, La Ventilla 'B', Teotihuacan", en Manzanilla, L. y C. Serrano (eds.), *Prácticas funerarias en la ciudad de los dioses. Los enterramientos humanos de la antigua Teotihuacan*, México, Instituto de Investigaciones Antropológicas, DGAPA-UNAM, pp. 35-80.

Silverman, S. y M. A. Little

- 2003 "Foreword", en D. A. Herring y A. C. Swedlund (eds.), *Human Biologists in the Archives: Demography, Health, Nutrition and Genetics in Historical Populations*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. xi-xvii.

Swedlund, Allan C. y George J. Armelagos

- 1976 *Demographic Anthropology*, Dubuque, Iowa. Brown Company Publishers.

Szasz, Ivonne

- 1994 "Migración y relaciones de género: aportes a la perspectiva antropológica", en *Estudios Demográficos y Urbanos*, vol. 9, núm. 1, pp. 129-150.
- 1999 "La perspectiva de género en el estudio de la migración femenina en México", en B. García (ed.), *Mujer, género y población en México*, El Colegio de México-Sociedad Mexicana de Demografía, pp. 167-210.

Zubrow, E. B. W.

- 1976 "Demography Anthropology, an Introductory Analysis", en Ezra B. Zubrow (ed.), *Demography Anthropology, Quantitative Approaches*, New Mexico, University of New Mexico Press, pp. 2-4.

2. Una aproximación al estudio de “la reproducción humana” desde la óptica de la antropología física

Natalia Bernal Felipe

Introducción

El estudio del comportamiento reproductivo de la especie humana se puede abordar mediante dos aspectos epistemológicos: el biológico y el cultural, que caracterizan al estudio antropológico del ser humano. La antropología ha estudiado la especie humana, tratando de no disociar estos niveles. Sin embargo, el rescate del aspecto cultural ha sido una preocupación en el quehacer de la antropología física, al considerarlo tan importante como los procesos biológicos, evolutivos, ambientales, entre otros.

Cuando abordamos el control del tamaño de la población, partimos de la idea de que la mayoría de las sociedades practicaron algún tipo de control de la fecundidad, pero el tema a tratar se complica cuando nos percatamos de que cada grupo humano tiene distintas estrategias, de acuerdo con su cosmovisión e ideología, por lo que debemos reconocer que cada sociedad tiene sus propias prácticas y conocimientos. La regulación del crecimiento de las poblaciones humanas ha sido punto de discusión de diversas disciplinas y enfoques, lo que ha permitido una aproximación

al conocimiento de algunas prácticas empleadas para controlar la fecundidad. La noticia más remota de la que se tiene registro data del periodo 1900-1100 aC, e indica que los egipcios utilizaban acacia, miel y heces de cocodrilo para hacer una mezcla que era colocada en la vagina antes y después de tener relaciones sexuales [Blázquez, 2003]. En México, se han encontrado en contextos arqueológicos restos de una planta del género *Dioscorea*,¹ de la que se extraen de su raíz hormonas naturales que han sido empleadas para fabricar pastillas anticonceptivas [Miramontes, 2001:20]. Esta podría ser una línea de investigación en antropología.

Actualmente, la medicina hegemónica ha reconocido algunos de los métodos anticonceptivos, clasificándolos en mecánicos, químicos, quirúrgicos y naturales. Entre estos últimos se incluyen la lactancia prolongada, el coito interrumpido, las duchas vaginales, ingesta de té, entre otros, de los cuales escasamente tenemos conocimiento, ya que su eficacia no ha sido reconocida. Sin embargo, en diversas poblaciones de México y del mundo existen prácticas tradicionales que incluyen el uso de diversas plantas que no han sido incluidas en dicha clasificación, como la herbolaria desde tiempos ancestrales, aunque el efecto exacto de esta práctica no se conoce ni el nombre de las plantas utilizadas. Por tanto, aún existen incógnitas acerca del control de la fecundidad, entonces, para dar respuesta a ello se tendría que hacer un estudio integral en el que se consideren aspectos tanto biológicos como culturales, aunque frecuentemente los antropólogos físicos hagamos mayor énfasis en los primeros resultado de una tradición, que no es el tema de este trabajo. Es necesario construir nuevas metodologías para estudiar temas tan complejos como la reproducción humana. De ahí la importancia de realizar estudios de fecundidad en poblaciones mexicanas, ya que al conocer los contextos, niveles, tendencias, entre otros, del comportamiento reproductivo de poblaciones mexicanas que practican la anticoncepción, se podrá dejar de lado las referencias de poblaciones totalmente distantes a las nuestras. El tema de la reproducción humana ha sido abordado por diversos investigadores entre los que se encuentran: antropólogos, médicos, sociólogos, historiadores, psicólogos, etc. En el ámbito internacional, la ONU es un organismo que encabeza investigaciones sobre políticas de población, con un trasfondo económico y político. Indiscuti-

1. Comunicación personal, doctor Lauro González Quintero, profesor investigador de la Licenciatura en Antropología Física de la Escuela Nacional de Antropología e Historia.

blemente la antropología ha dejado de lado este punto, pues no hemos visualizado el tema en un ámbito mundial.

Particularidades del trabajo antropológico en el estudio de la fecundidad

La antropología demográfica ha sido definida como una rama de la antropología física que tiene como objeto de estudio examinar tanto las determinantes como las consecuencias demográficas de los procesos culturales, así como explicar la diversidad de la dinámica poblacional entre los grupos humanos mediante la identificación, reconstrucción e interpretación de sus perfiles demográficos, utilizando una metodología integral como herramienta analítica [Zubrow, 1973; Howell, 1985].

En la práctica, algunos de los aspectos que dificultan este tipo de investigaciones es la información disponible, pues la demografía tradicionalmente la obtiene mediante encuestas, entrevistas y censos. En contraparte, el trabajo antropológico se caracteriza por diversos aspectos, entre los que se encuentra la calidad de la información, ya que por lo regular el antropólogo es quien recolecta la información y por ende el tamaño de la muestra en ocasiones es pequeña. Esto ha llevado a diversos cuestionamientos respecto a la representatividad del grupo de estudio; en este sentido, su valor radica en la calidad de los datos y no en su representatividad estadística, pues las historias particulares son totalmente indisociables de la condición colectiva de vida.

La antropología física ha tomado el reto de abordar el estudio de la reproducción humana en poblaciones tanto actuales como pretéritas, cada una con metodologías distintas. En poblaciones contemporáneas se han realizado investigaciones que han considerado análisis cualitativo o cuantitativo, de tipo bibliográfico [Pérez, 1999], cuestionarios [Carmanate *et al.*, 1997], entrevistas a profundidad [González, 2000; Barragán y Huacuz, 2005], entrevistas socioeconómicas y aplicación de medidas antropométricas [Daltabuit, 1992, 1994; Berrio, 1995], información obtenida de fuentes de primera mano, así como encuestas y censos a nivel nacional [Castilleja, 1982; López, 1994], con el objetivo de tener una perspectiva amplia de lo que involucra la reproducción humana.

En poblaciones pretéritas, las herramientas utilizadas han sido la información etnográfica, referida principalmente por los cronistas, o bien la proporcionada mediante el análisis de restos óseos, así como la proveniente de la epigrafía, entre otras [Camargo y Partida, 1998; Hernández, 2002, 2006]. Este tipo de investiga-

ción usualmente ha sido cuestionado por diversos aspectos, entre ellos el acceso a la información del contexto arqueológico, así como su confiabilidad.

Independientemente del tipo de herramienta que empleemos, debemos de considerar tanto el potencial como las limitantes de cada una de ellas. El tipo de instrumento va de acuerdo con los intereses que persiga el investigador o la profundidad con la que desee abordar el tema. Por ejemplo, los archivos parroquiales son una veta de información importante para el estudio de la dinámica poblacional en el pasado y escasamente han sido empleados en antropología física. Una de las dificultades que se presenta con frecuencia en este tipo de estudio es que las series están incompletas.

La comprensión del estudio de la reproducción humana es muy compleja, ya que intervienen un sinnúmero de aspectos, no se trata sólo de proporcionar cifras o porcentajes, sino entrelazar la información del contexto social de cada uno de los aspectos involucrados, por ello creo pertinente comentar que el antropólogo físico tiene la necesidad de realizar trabajo de campo. En mi experiencia como antropóloga física he observado cómo se diluye la información obtenida en campo cuando se traslada a lo escrito y viceversa. Esta preocupación ya ha sido manifestada por diversos colegas tanto en congresos como en aulas, sin embargo, no se ha hecho mucho al respecto. El trabajo de campo es la fuente primaria de conocimiento, de la cual el investigador se nutre y con ello trata de explicar determinado fragmento de la realidad.

***Diversos caminos, un objetivo:
un acercamiento al estudio de la reproducción humana***

En América Latina, los primeros estudios sobre fecundidad consideraron información obtenida de encuestas como la “Encuesta Mundial de Fecundidad” (EMF), con el objetivo de obtener datos que fueran de referencia para hacer comparaciones entre países. También la “Encuesta de prevalencia del uso de anticonceptivos”, cuyo objetivo fue administrar y evaluar programas de planificación familiar [Anderson y Cleland, 1983]. Los estudios efectuados tuvieron una perspectiva demográfica, en su mayoría hicieron una relación entre tamaño de la población y desarrollo económico.

En México, la demografía ha generado gran cantidad de material de investigación, partiendo de la premisa de que la fecundidad es el fenómeno demográfico que agrega individuos a la población. Esta perspectiva ha estado permeada por el enfoque sociológico, el cual propone que la transición demográfica —el

cambio de un régimen de fecundidad natural a una fecundidad controlada— en México, aunque fue bastante tardía, es una de las más rápidas de América Latina. También la demografía histórica, ciencia que se encarga de reconstruir el perfil demográfico de las poblaciones a partir de sus registros escritos, ha contribuido en buena medida al conocimiento de la dinámica poblacional, ocurrida en el pasado [Calvo, 1989; Klein, 1993; MCCA, 1993; Rabell, 1975, 1993]. Los resultados obtenidos muestran que el comportamiento reproductivo ha cambiado a lo largo del tiempo debido diversos aspectos: económicos, políticos, sociales y epidemiológicos, entre otros.

La antropología y la demografía, como disciplinas separadas, han tenido desarrollos semejantes, ya que en algunas ocasiones se han interesado por explicar un mismo problema. En antropología física se ha abordado el estudio de la reproducción humana, considerando la relación de aspectos orgánicos y culturales, entre los que se encuentran la relación de la nutrición y la fecundidad, la consecuencia de embarazos continuos en la salud de las madres, así como el efecto de los programas nacionales de planificación familiar en ciertos grupos o regiones del país, entre otros.

En la vida, hay eventos vitales que marcan el inicio y el fin de la reproducción humana, en las mujeres los sucesos involucrados son la menstruación o menarquia y la menopausia. Estos y otros aspectos han sido estudiados en diferentes contextos, los resultados muestran que tanto aspectos ontogenéticos, endócrinos, morfológicos, psicológicos, nutricionales y medioambientales están relacionados entre sí, sin embargo, no se ha dejado claro qué aspecto de ellos. Las y los investigadores en antropología física tenemos el compromiso de continuar realizando investigaciones sobre el tema y ampliar la perspectiva al considerarla como un fenómeno que engloba una serie de eventos presentes a lo largo del ciclo de vida, en particular de las mujeres, como la fertilidad, el nacimiento y la crianza, entre otros.

Algunas propuestas para el estudio de la reproducción humana

Uno de los retos de la antropología física ha sido el estudio del hombre, desde una perspectiva biológica y cultural. Diversas ciencias han planteado marcos teóricos, en los que se encuentran involucrados sociólogos, demógrafos, antropólogos sociales y antropólogos físicos.

A finales de la década de los cincuenta se planteó la propuesta de los determinantes de la fecundidad, desde la perspectiva de la sociología de la reproduc-

ción aportada por Davis y Blake [1956] para reconocer los factores culturales que tienen impacto en la fecundidad. Estos autores parten de que la reproducción humana implica cuatro pasos: la cópula, la concepción, la gestación y el parto. Su hipótesis es que existen factores culturales que afectan directamente cada una de las etapas y proponen clasificarlos en 11 variables intermedias, es decir, aquéllas por las cuales las condiciones culturales pueden influir sobre la fecundidad. Los factores son los siguientes:

1. Factores que afectan la exposición al coito: el primer grupo incluye los que rigen la formación y disolución de las uniones en edad fértil; edad a la que se inicia la participación en uniones sexuales; celibato, apartado que se refiere a la proporción de mujeres que nunca participaron en uniones sexuales, e intervalo de periodo reproductivo transcurrido después de las uniones o entre ellas. El segundo grupo incluye los factores que rigen la exposición al coito dentro de las uniones: abstinencia voluntaria, abstinencia involuntaria (a causa de impotencia, enfermedad, separaciones inevitables o temporales) y frecuencia del coito (excluyendo los periodos de abstinencia).
2. Factores que afectan la exposición a la concepción: fertilidad o esterilidad, por causas involuntarias, uso o no de contracepción y fertilidad o esterilidad afectada por causas voluntarias (esterilización, subincisión, tratamiento médico, entre otros).
3. Factores que afectan la gestación y al parto exitoso: mortalidad fetal por causas involuntarias y mortalidad fetal por causas voluntarias.

En 1961, Louis Henry, uno de los principales exponentes de la Escuela Francesa, define la fecundidad natural como la ausencia del control deliberado de los nacimientos. Este concepto fue dado a conocer cuando se inició la campaña de los anticonceptivos orales, durante la década de los sesenta. Posteriormente, en 1978, Bongaarts redefinió la propuesta de Davis y Blake intentando responder a la variación de la fecundidad, así como clasificar cada factor y su potencial. Para este autor, una variable intermedia está determinada por factores biológicos y de comportamiento a través de los cuales las variables socioeconómicas, culturales y ambientales afectan la fecundidad [Bongaarts, 1978:3]. Este mismo investigador reconoce la influencia de la cultura en la regulación de la fecundidad

marital. De hecho, admite la necesidad de identificar qué otro tipo de factores están incidiendo en la expresión de los fenómenos demográficos en una población concreta. Su propuesta plantea identificar las variables intermedias, en cuyo concepto subyace la noción de que el comportamiento reproductivo humano y los procesos sociales relacionados con él están influenciados por otros factores además de los culturales [Bongaarts, 1978:3]. Al respecto, Hernández [2002:78] comenta que podrían ser factores ambientales, socioeconómicos y biológicos. Aunque con exactitud no se sabe aún la influencia que cada uno de ellos ejerce sobre la fecundidad, por lo que se tendría que diseñar metodologías adecuadas que nos permitan conocerlas.

Más adelante, Bongaarts revisa su propuesta teórica y la adapta para el caso de aquellas sociedades con fecundidad natural (ausencia de anticoncepción, sobre la fisiología de la reproducción) y le adiciona otras variables que le permiten evaluar, además, el aspecto biológico, mediante los llamados factores de exposición y factores de susceptibilidad. Entre los primeros se considera la edad al inicio de las relaciones sexuales, la edad a la menarquia y a la menopausia, así como los factores patológicos que influyen en la esterilidad. Entre los segundos tenemos la amenorrea lactacional, la duración de la lactancia, la frecuencia costal y duración del ciclo ovárico, entre otras [Bongaarts, 1978]. De acuerdo con la propuesta anterior, el trabajo antropológico podría hacer grandes aportaciones.

Las variantes de Davis y Blake difieren de las de Bongaarts, ya que éste introduce la distinción entre fecundidad natural y control de la fecundidad, ambos conceptos tomados de Louis Henry, demógrafo francés que desde 1950 afinó los métodos propuestos por Pierre Goubert para obtener información sobre fertilidad, mortalidad, esperanza de vida, entre otros, a partir de los archivos parroquiales de comunidades francesas del siglo XVIII [Laslett, 1976:46]. Es decir, la anticoncepción y el aborto inducido son incluidos como “factores deliberados” de la fecundidad matrimonial.

En caso de que la fecundidad dependa de la voluntad de la pareja, se trata de fecundidad dirigida o población malthusiana —aquella que controla deliberadamente la fecundidad de sus mujeres—. La fecundidad no dirigida es resultante de dos tipos de factores: fisiológicos y culturales. En las poblaciones no malthusianas, la fecundidad depende sólo de la fertilidad, mientras que la fecundidad dirigida depende de la voluntad de la pareja y de la fertilidad [Hernández, 2004:55].

Algunas investigaciones apoyan la relación directa entre la biología del cuerpo en su contexto cultural; ejemplo de ello son las realizadas por Ellison [1995, 2001], en particular sobre el efecto de la lactancia prolongada en la infertilidad posparto. El autor además identifica algunos factores culturales que condicionan la duración de la amenorrea posparto y su relación con la lactancia, entre los que se encuentran la frecuencia con que se alimenta al infante, el amamantamiento nocturno, la duración de cada uno y la edad al destete. Sin embargo, el autor advierte que llegar a conocer los tiempos de amamantamiento implica gran detalle, por lo que se tendría que hacer un trabajo de campo exhaustivo.

Desde la perspectiva del materialismo cultural, Marvin Harris parte de que los sistemas socioculturales comprenden tres fracciones [Harris y Ross, 1991]: 1) la infraestructura, que abarca el modo de producción y reproducción, definiendo este último como las prácticas que afectan directa o indirectamente a los procesos reproductivos y los agrupa en la atención y el trato dados a los fetos, los recién nacidos y los niños; la atención y el trato a las mujeres jóvenes (en menor medida a los hombres jóvenes); la frecuencia y el calendario de la lactancia, la periodicidad y el calendario de coitos; 2) la estructura, que comprende la economía doméstica y la economía política; 3) la superestructura, que está integrada por las creencias y prácticas estéticas, simbólicas, filosóficas y religiosas [Harris y Ross, 1991].

Los mismos autores aluden al concepto de costos y beneficios de la crianza de los hijos. Al parecer, retoman a Bulatao y Lee [1983], quienes plantean este marco teórico para interpretar el hecho de la alta fecundidad en sociedades preindustriales. Dicha propuesta tiene una base material en la producción de la vida doméstica y la economía. La significación radica en la sustitución de los productores fallecidos o viejos por otros productores más jóvenes y vigorosos. De esta forma la fecundidad y la crianza de los hijos promueven sistemáticamente que la inversión de los hijos produzca beneficios netos para la generación de los padres [Harris y Ross, 1991:19]. Los beneficios se pueden traducir en obtención de ingresos, mano de obra, protección y cuidado de los padres, intercambios y alianzas matrimoniales, así como la defensa individual y de grupo. En contraparte, la crianza de muchos hijos puede dañar el equilibrio del tamaño de la población y del medio, por lo que hay una estrecha relación entre el modo de producción y reproducción [Harris, 1990:130].

Respecto a las investigaciones sobre la fecundidad en poblaciones antiguas, se ha utilizando la propuesta teórica y metodológica de la paleodemografía.² Los indicadores de fecundidad se han calculado mediante la técnica estadística propuesta por Weiss [1973]; para el caso de poblaciones antiguas se han efectuado analogías con niveles de fecundidad obtenidos en grupos cazadores actuales como los Ache de Paraguay y los Yanomamo de Venezuela.

Independientemente del tipo de población que uno estudie, es necesario considerar que ninguna teoría da cuenta de la realidad. Con ello hago un llamado para considerar que cada sociedad en tiempo y espacio se manifiesta de acuerdo con sus dictados sociales, económicos, políticos, religiosos, entre otros, por lo que el trabajo empírico es la base para explicar un hecho, pues en él observamos la cotidianidad.

Comentario final

El impulso para escribir estas líneas tuvo como origen una reflexión propia acerca del trabajo de investigación sobre la reproducción humana desde la mirada de la antropología física en las dos últimas décadas. En investigaciones antropológicas de otros países existe una tradición académica, en México no, lo cual me llevó a plantear un cuestionamiento sobre mi quehacer en la disciplina de la cual provengo. Al hacer la revisión de las investigaciones realizadas en su mayoría por antropólogos físicos, considero un aporte la metodología peculiar de cada investigadora para explicar un hecho. Sin embargo, aún nos falta una visión amplia del tema en relación con el ámbito internacional. El trabajo de campo es una fuente de conocimiento indiscutiblemente relegada en antropología física, lo cual ya ha sido manifestado por diversos investigadores tanto en aula de clase como en congresos, punto de vista al cual me uno. Por todo lo anterior, quiero resaltar que el estudio de la reproducción humana es complejo, por lo que deberíamos plantear investigaciones integrales teniendo como principio que no se trata de reducir una ciencia en otra, sino considerar un diálogo entre disciplinas.

2. Rama de la antropología demográfica que se encarga de reconstruir el perfil demográfico de las poblaciones del pasado a partir del análisis de restos óseos, tomando en cuenta el contexto arqueológico, la información histórica, etnohistórica y etnográfica disponible para el grupo en estudio [Hernández, 2002].

Bibliografía

Anderson, A. y L. Celando

- 1983 “La encuesta mundial de fecundidad y las encuestas de prevalencia de uso de anticonceptivos: una comparación de resultados sustantivos”, en *Ensayos sobre población y desarrollo*, Colombia, pp. 3-36.

Anderson, S. Bonnie y Judith Zinsser

- 2000 *Historia de las mujeres: una historia propia*, T. I, España, Crítica.

Barragán Solís, Anabella

- 2005 *La experiencia del dolor crónico*, tesis de doctorado en antropología, México, ENAH.

Barragán Solís, Anabella y Ma. Guadalupe Huacuz E.

- 2005 “El uso de anticonceptivos y las representaciones del periodo fértil en el ciclo menstrual, en un grupo de mujeres de la ciudad de Guadalajara”, en *Estudios de antropología biológica XII*, vol. XII, México, UNAM-INAH-Conaculta, pp. 563-582.

Berrio Gómez, Isabel Marelv

- 1995 *Fecundidad y proletarización*, tesis de Licenciatura en Antropología Física, México, ENAH.

Bongaarts, J.

- 1978 “Un marco para el análisis de las determinantes próximas de la fecundidad”, en *Ensayos Población y Desarrollo*, núm. 3, México, pp. 3-34.

Bulatao, R. y R. Lee

- 1983 “Determinants of Fertility in Developing Countries”, en *Commitee on Population and Demography*, Washington, National Academy Press, pp. 1-14.

Blázquez Martínez, José M.

- 2003 “Los anticonceptivos en la antigüedad clásica”, en *Mediterráneo y España en la antigüedad, historia religión y arte*, Madrid, pp. 447-462.

Calvo, Thomas

- 1973 “Acatzingo, demografía de una parroquia de México”, en *Cuadernos de Centros regionales*, México, Centro Regional Puebla-INAH.

- 1989 *La nueva Galicia en los siglos XVI y XVII*, México, Colegio de Jalisco.

Camargo Valverde Lourdes y Alfonso Sandoval

- 1991 “Antropología Física y Demografía”, en *Cuicuilco*, núm. 26, *Antropología Física Hombre y Ambiente*, México, pp. 7-8.

Camargo, L. y Virgilio Partida

- 1998 “Algunas aspectos demográficos de cuatro poblaciones prehispánicas de México”, en Márquez L. y Gómez de León (comp.), en *Perfiles demográficos de poblaciones de México*. México, INAH, Colección Obra diversa, pp. 77-94.

Carmenate, Margarita et al.

- 1997 “Ciclo reproductivo y factores sociales en mujeres cubanas”, en *Antropología Física Latinoamericana*, vol. 1, México, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, pp. 44-66.

Castilleja González, Aída

- 1982 *La respuesta al programa nacional de planificación familiar: un estudio en el sureste del estado de Hidalgo*, Tesis de Licenciatura en Antropología Física, México, ENAH.

Coning, Arthur

- 1975 “Tendencias de la fecundidad en América Latina y factores de influencias”, en *Centro Latinoamericano de demografía*, Costa Rica, pp. 1-30.

Daltabuit Godás, Magali

- 1992 *Mujeres mayas: trabajo, nutrición y fecundidad*, México, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM.

Daltabuit G., M. et al.

- 1994 “Mujeres de la selva lacandona”, en *Mujer rural y medio ambiente en la selva lacandona*, México, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias-UNAM, pp. 59-77.

Davis, K. y Judith Blake

- 1956 “La estructura social y fertilidad: un armazón analítico”, en *Desarrollo Económico y Cambio Cultural*, vol. IV, núm. 3, pp. 211-235.

Dickinson, F. y R. Mugía

- 1982 “Consideraciones en torno del estudio de la Antropología Física”, en *Estudios de Antropología Biológica*, México, Instituto de Investigaciones Antropológicas, núm. 1, pp. 51-64.

Ellison, Peter T.

- 1995 “Breastfeeding, Fertility, and Maternal Condition”, en Stuart-Macadam, Patricia y Catherine A. Dettwiler (coords.), *Breastfeeding Biocultural Perspectives*, Foundations of Human Behavior, an Aldine de Gruyter, Series of Texts and Monographs, University of California, pp. 305-346.
- 2001 “Ecology, Reproduction, and Human Evolution”, en *Foundations of Human Behavior*, Nueva York, An Aldine de Gruyter, Series of Texts and Monographs, University of California, pp. 1-13.

Frisch, Rose E.

- 1978 “Population, Food Intake and Fertility”, en *Science*, núm. 199, pp. 22-30.
- 2000 *Fertility and the Body Fat Connection*, Chicago y Londres, The University of Chicago Press.

Ganong F, William

- 1990 *Manual de fisiología médica*, México, El Manual Moderno.

García Acosta, Virginia

- 1994 “Las catástrofes agrícolas y sus efectos en la alimentación, escasez y carestía de maíz, trigo y carne en el México central a fines de la época colonial”, en Shoko Doorde, M. y Emma Paulina P. (coords.), *Sociedad, economía y cultura alimentaria*, México, CIESAS.

González Zetina, Graciela

- 2000 *Fecundidad y lactancia dentro de las prácticas reproductivas de una población purépecha en el estado de Michoacán*, tesis de Licenciatura en Antropología Física, México, ENAH.

Harris, Marvin

- 1990 *Antropología cultural*, Madrid, Alianza Editorial.

Harris, Marvin y Eric B. Ross

- 1991 *Muerte, sexo y fecundidad. La regulación demográfica en las sociedades preindustriales y en desarrollo*, Madrid, Alianza.

Hernández Espinoza, Patricia Olga

- 2002 *La regulación del crecimiento de la población en el México prehispánico*, tesis de Doctorado en Antropología, México, ENAH.
- 2004 *Demografía y antropología demográfica*, México, ENAH.

Hernández Espinoza, P. y Lourdes Márquez M.

- 2006 "Fecundidad y sobrevivencia: perfil paleodemográfico de la población maya prehispánica de Chac Mool, Quintana Roo", en L. Márquez, P. Hernández y E. González Licón (eds.), *La población maya costera de Chac Mool: análisis biocultural y dinámica demográfica en el Clásico Terminal y el Posclásico*, México, ENAH, pp. 82-112.

Howell, N.

- 1985 "Demographic Anthropology", en *Annual Review of Anthropology*, vol. 15, pp. 219-246.

Klein S., Herbert

- 1993 "Familia y fertilidad en Amatenango Chiapas (1785-1816)", en Elsa Malvido y Miguel Ángel Cuenya (comps.), *Demografía histórica en México siglos XVI-XIX*, Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora-UAM, pp. 112-122.

Laslett, Peter

- 1976 "La historia de la población y la estructura social", en *Tendencias actuales de la historia social y demográfica*, México, Sepsetentas, núm. 124, pp. 43-60.

López Ramírez, Adriana

- 1994 *Determinantes del proceso de formación familiar en México: el papel del trabajo femenino en el inicio de la fecundidad*, tesis de Licenciatura en Antropología Física, México, ENAH.

McCaa, Robert

- 1993 "Calidad, clase y matrimonio en el México colonial", en Gonzalbo, Pilar (comp.), *Historia de la familia*, México, Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, UAM, Antologías Universitarias, pp. 150- 170.

Maclaren, A.

- 1984 *Reproductive Rituals*, Londres, Methven.

Miramontes, Luis

- 2001 "Dioscórea macrostachya o cabeza de negro", en *Revista Mexicana de Química de México*, vol. 45, núm. 3, México, julio-septiembre, pp. 20-24.

Morin, Claude

- 1973 *Santa Inés Zacatelco 1646-1812. Contribuciones a la demografía de México colonial*, México, INAH, Colección Científica núm. 9.

Peña G., Rosa María

- 1970 *Edad de la menarquía en tres grupos de niñas mexicanas*, México, Departamento de Investigaciones Antropológicas-INAH.

Pérez Barrera, Velvet A.

- 1999 *Antropología de la menopausia*, tesis de Licenciatura en Antropología Física, México, ENAH.

Quilodrán, Julieta

- 1991 *Niveles de fecundidad y patrones de nupcialidad en México*, México, Colmex.

Ramos R., Rosa María

- 1980 *Crecimiento y proporcionalidad corporal en adolescentes mexicanos*, México, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM.

Rabell Romero, Cecilia. A.

- 1975 "Los registros parroquiales de San Luis de la Paz. México 1645-1818", en *Fuentes para la demografía histórica de América latina*, núm. 2, FLACSO-CELADE.

LA COMPLEJIDAD DE LA ANTROPOLOGÍA FÍSICA

UNA APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DE "LA REPRODUCCIÓN HUMANA" DESDE LA ÓPTICA DE LA ANTROPOLOGÍA FÍSICA

1984 *La población Novohispana a la luz de los registros parroquiales: avances y perspectivas de investigación*, tesis de maestría, México, Centro de Estudios de Desarrollo Urbano-Colmex.

1993 "El patrón de nupcialidad en una parroquia rural novohispana. San Luis de la Paz siglo XVIII", en Gonzalbo, Pilar (comp.), *Historia de la familia*, México, Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora-UAM, Antologías Universitarias, pp. 218-249.

Weiss, K.W.

1973 *Demographic Models for Anthropology. Society for American Archaeology Memor (27)*.

Zavala de Cosío, María E.

1992 *Cambios de la fecundidad en México y políticas de población*, México, Colmex-FCE, Economía Latinoamericana.

Zubrow E., B.W.

1973 "Demographic Anthropology an Introductory Analysis", en *Demographic Anthropology. Quantitative Approaches*, An School of New México Press, Papers of a seminar sponsored by the school of American Research, and Held in Santa Fe, pp. 2-4.

v. Somatología y ontogenia

1. Variabilidad morfológica del cuerpo humano

Sergio López Alonso

Introducción

Estudios sobre variabilidad morfológica del cuerpo humano en su conjunto y de sus rasgos anatómicos específicos observables a simple vista (fenotipo), son temas clásicos de la antropología física. Se describen, analizan y comparan estructuras, tamaños, volúmenes y proporciones externas en general y de los distintos segmentos del cuerpo, buscando conocer la variada gama de formas y diseños que peculiarizan, distinguen o asemejan entre sí a los individuos y grupos humanos, ya sea para fines taxonómicos o bien con el objetivo de conocer las transformaciones evolutivas que dieron origen a nuestro fenotipo o para aplicaciones prácticas en múltiples áreas de las actividades humanas. Este tema de estudio tiene larga trayectoria histórica y forma parte del propio desarrollo de la antropología física. Una concisa exposición de los antecedentes y los distintos tratamientos teóricos y metodológicos que el tema ha recibido puede encontrarse en Mielke *et al.* [2006:3-21].

Con los avances tecnológicos y científicos del último cuarto del siglo xx y lo que va del presente, estudios sobre variabilidad del cuerpo humano, insertos en el tema general de la diversidad biológica humana, se han favorecido con los aportes de la genética humana, la paleogenética y paleoantropología. Se establecen las bases para comprender las características morfológicas del cuerpo humano y sus variaciones en el contexto de las teorías de la evolución biológica, enfoque con que la antropología física se aproxima a la indagación acerca de los orígenes y variaciones somáticas de nuestra especie [Lewontin, 1984]. En el contexto de estudios de antropología física y salud, cobran importancia las variaciones somáticas y los patrones socioculturales que los modulan o construyen como la alimentación, el sedentarismo y los estilos de vida, entre otros [Belcaro, 2001; Campillo, 2004], en las ciencias forenses constituye toda una especialización [Komar y Buikstra, 2007; Cattaneo, 2007], así como en una amplia gama de aplicaciones ergonómicas y el deporte.

Importancia y vínculos del tema con la Licenciatura en Antropología Física de la ENAH

La fundación de la carrera de antropología física en México, en gran medida, obedeció al interés de estudiar las características físicas corporales (morfométricas) de distintos grupos humanos actuales y antiguos del territorio nacional. Había especial interés en grupos indígenas y campesinos contemporáneos, con el declarado propósito de conocerlos de mejor manera y, en lo posible, brindarles apoyo para su desarrollo social, según el anuario número 5 de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas para 1938 [Faulhaber, 1993]. Con esa orientación se realizaron estudios en varios grupos étnicos de México [López Alonso *et al.*, 1993; López Alonso, 1996].

Por ser una de las expresiones más visibles de la variabilidad biológica humana, la morfológica del cuerpo humano reviste importancia en la formación de los egresados de la Licenciatura en Antropología Física de la ENAH, toda vez que forma parte inseparable del conjunto de conocimientos que esta licenciatura otorga a su alumnado con el propósito de comprender al cuerpo humano, en tanto organismo generalizado, neoténico, dotado de gran plasticidad e infinitamente complejo, producto de un largo proceso evolutivo. Estas características le permiten expresar variabilidad de formas y funciones, y lo han capacitado para manifestar sus sentimientos y reflexiones de múltiples maneras, así como aprender, acumular y transmitir sus conocimientos y experiencias, facultades todas que

ha utilizado para crear y desarrollar su vida social y cultural, como no se ha visto en otra especie de nuestro planeta.

El tema resulta imprescindible en la Licenciatura de Antropología Física, toda vez que los saberes sobre variabilidad morfológica del cuerpo humano capacitan al profesional de esta disciplina para analizar y reflexionar acerca de múltiples aspectos teóricos y prácticos involucrados en esta materia, así como para desempeñarse en distintos campos de la actividad humana, tales como el deporte, ciencias forenses, ergonomía, problemas de salud y epidemiología, crecimiento infantil y nutrición, entre otros. Por lo anterior, el plan de estudios de la licenciatura contempla la capacitación de sus egresados en este campo temático.

Cabe mencionar la separación que dicho plan de estudios establece para el estudio de la morfología corporal del individuo vivo o en estado cadavérico con partes blandas (somatología), y el que se realiza en restos esqueléticos (osteología). Aquí se tratará principalmente de la variabilidad morfosomática del individuo vivo, ya sea analizado de manera individual o como grupo y/o población.

Poblaciones humanas, grupos e individuos

Existen múltiples formaciones humanas compuestas por individuos que comparten ciertas afinidades biológicas y/o socioculturales (étnicas, lingüísticas, religiosas, etc.) o que habitan determinado territorio y que de manera genérica se les denomina grupos humanos. En estricto sentido, no corresponden al concepto de *población mendeliana* en términos de genética de poblaciones, ya que en esencia esa entidad reproductiva la constituye nuestra propia especie en su conjunto. De cualquier forma, los grupos humanos conforman entidades dinámicas y complejas, dentro de las cuales se registran cambios continuos a lo largo del tiempo y del espacio en su estructura genética y que dan lugar a múltiples variaciones en el fenotipo de los individuos que los integran. Son, entonces, los espacios donde los genes, por intermedio de los individuos, interactúan en numerosas combinaciones.

Las variaciones genotípicas y fenotípicas parecen inagotables, pues es prácticamente imposible que dos personas sean idénticas. Los gemelos univitelinos guardan gran parecido entre sí, pero en sentido estricto no lo son. Cada persona es única, resultado de combinaciones aleatorias de aportes genéticos de sus progenitores y de su historia de vida muy particular, por lo que es única en el mundo [Lewontin, 1984:1-6]. Las características morfológicas que establecen el dimorfismo sexual en el humano se expresan de manera más aparente después

del brote puberal por su estrecha relación con los órganos reproductivos y distingue a mujeres y hombres independientemente del grupo humano de que se trate. Existen rasgos morfológicos que hacen distintos a los individuos entre sí dentro de un mismo grupo, conocidos como variaciones intragrupalas; éstas suelen, a su vez, cobrar cierta homogeneidad en grupos humanos que conviven y se reproducen entre sí a lo largo de periodos históricos prolongados. Este hecho les otorga cierto parecido físico “común” y los distingue de otros grupos. Se habla entonces de variaciones intergrupales.

Unidad y diversidad del cuerpo humano

El diseño (apariencia o fenotipo) externo del cuerpo humano es único e inconfundible en el mundo viviente. Este esquema somático peculiar, forjado a lo largo del proceso evolutivo, otorga identidad y distingue al ser humano como especie en la escala zoológica. El plan maestro sobre el cual se desarrolla el modelo corporal humano proviene del diseño, estructura y función, adoptado por los primeros mamíferos de finales del Cretácico, hace alrededor de 65 millones de años; se potencializan innovaciones introducidas por los primates de los inicios del Cenozoico hace alrededor de 50 millones de años.

Uno de los cambios biomecánicos importantes que apunta hacia la hominización es la estructura corporal ortógrada que facilitó el deambular bípedo erguido, carácter singular de la línea de homínidos. Se trata del ajuste de elementos anatómicos y fisiológicos que demanda el desplazamiento de casi 90 grados respecto al centro de gravedad del cuerpo de otros mamíferos que se apoyan por completo sobre sus cuatro extremidades para desplazarse. De manera simultánea se remodelan varias estructuras, tales como la pérdida del carácter prensil en los dedos de las patas traseras, y surge el pie humano adecuado para el bipedalismo; se forma el arco plantar para dar adecuado soporte al peso corporal y distribuirlo en dos pies durante la marcha, se reducen las curvaturas de los huesos de la pierna y del muslo, en tanto que la pelvis crece alométricamente para ensancharse respecto a su longitud; la columna vertebral adquiere una doble curvatura en forma sigmoidea; el tórax reviste aplanamiento anteroposterior; la cabeza en su conjunto, además de incrementar su tamaño y su conformación globular, sufre considerables modificaciones para coronar el cuerpo erguido.

Todo lo anterior significa una importante reestructuración morfológica del cuerpo humano: los miembros superiores, al liberarse de la función locomotora,

desarrollan extraordinaria movilidad. A partir de profunda especialización, las manos llegan a constituirse en órganos de asimiento y de manipulación muy precisos. Se reduce de manera notoria el diente canino, lo cual realinea y reduce el sistema dentario, con la consiguiente disminución y desaparición casi por completo del prognatismo facial. Además, el neurocráneo y cráneo facial se desarrollan de manera diferencial para repercutir en el aumento relativo del primero respecto al segundo. Aquí destaca la pérdida de robusticidad del cuerpo humano en relación con sus antecesores en la escala evolutiva, así como la tendencia a perpetuar o conservar rasgos neoténicos. El desarrollo del lenguaje articulado se liga con modificaciones en los tractos respiratorio y digestivo superiores, además de su extraordinario papel en la socialización y desarrollo cultural del humano. Finalmente, las modificaciones del sistema piloso acabaron por dejar al cuerpo humano prácticamente desnudo, acarreando profundas y significativas modificaciones morfológicas y funcionales en la piel. En fin, se trata de cambios morfológicos, de orden filogenético, que nos diferencian de las demás especies de primates.

A muy grandes rasgos y de acuerdo con el registro fósil hasta ahora conocido, las modificaciones morfológicas mencionadas tuvieron inicio hacia el final del Mioceno y principios del Plioceno (entre 15 y 6 millones de años) cuando en los restos fósiles aparece la reducción de los caninos, pero la bipedestación plena data de alrededor de 3.5 millones de años de acuerdo con el esqueleto y las huellas plantares fósiles del famoso “Lucy”, mientras que el aumento proporcional y progresivo del cerebro se hace patente en los restos del *Homo ergaster* de hace 1.8 millones de años. Por su parte, la gracilización del cuerpo, el aumento del cerebro y el dominio del fuego caracterizan al *Homo sapiens* arcaico de hace unos 400 mil años. Lo señalado en los párrafos previos sobre los cambios filogenéticos de la morfología corporal puede consultarse en los capítulos respectivos de Moyà Solà [2000], Cela Conde *et al.* [2001], Ehrlich [2005], Langdon [2005], Turbón [2006], entre otros.

Durante el proceso de crecimiento y desarrollo humano ocurren modificaciones morfosomáticas igualmente logradas a lo largo de la evolución humana. Entre otras, destaca el tamaño de cabeza y tronco respecto a las extremidades durante los primeros años de la infancia, proporciones que cambian en las etapas subsiguientes de la vida. En la edad avanzada aparecen modificaciones somáticas notables: el cabello se blanquea o se pierde, la piel se arruga y disminuye su elasticidad; los músculos pierden tonicidad y se vuelven flácidos, el cuerpo se encorva como

consecuencia del colapso de los meniscos intervertebrales y la talla disminuye. En fin, el cuerpo en conjunto y sus funciones se deterioran hasta alcanzar la muerte. Estos procesos diacrónicos están igualmente dotados de un amplio abanico de variaciones individuales o de grupo. Es decir, existen distintos ritmos, tiempos y velocidades que afectan las modificaciones del cuerpo durante el trayecto de vida, y obedecen, no sólo a leyes de orden biológico, sino en gran medida están condicionados por estilos de vida particulares y por condiciones socioeconómicas y culturales del entorno familiar y social. Es bien sabido que un niño con adecuadas condiciones de salud, alimentación, afecto y confort familiar tiene más posibilidades de crecer en plenitud de acuerdo con su potencial genético, desarrollarse mejor y enfermar menos que otro en condiciones adversas [Bogin, 1999; Stintson *et al.*, 2000; Thompson, 2003].

Hábitat y cuerpo humano

El genoma humano y las características del entorno físico donde se habita interactúan para construir el fenotipo morfológico corporal. Esta permanente interacción gene-ambiente ha estado vigente a lo largo del proceso de evolución biológica y es responsable de la diversidad fenotípica que caracteriza no sólo a nuestra especie, sino a todos los organismos bisexuados. Los rasgos así forjados son conocidos como *adaptativos*, entre los cuales destacan la pigmentación cutánea y del iris, la forma, textura y el color del cabello, y se transmiten por vía genética. Además, la especie humana, dice Moran [2000:4], “se caracteriza por un grado marcado de plasticidad fenotípica”, entendido lo anterior como la capacidad del organismo humano de encontrar “respuestas” para la supervivencia ante situaciones ambientales adversas, creando ajustes para mantener su viabilidad.

Investigaciones sobre procesos de adaptación del cuerpo humano a su entorno configuran una importante vertiente de estudios donde se conjuga la visión ecológica y la de la antropología física, para indagar relaciones entre peculiaridades del entorno con determinadas características funcionales y morfológicas del cuerpo en su conjunto y las de sus distintos caracteres anatómicos. Se busca con ello encontrar respuestas adaptativas frente a circunstancias ambientales particulares. Los estudios con esta perspectiva son de añeja tradición, pero cobraron impulso a raíz de que se considera al ambiente sociocultural como uno de los más importantes para la salud y el bienestar humano, y en particular el impacto de la cultura sobre el entorno físico que ha dado lugar al denominado cambio

global, a causa de los trastornos ecológicos y sus efectos negativos para la calidad de vida [Moran, 2000].

Cabe precisar que el cuerpo humano presenta, además de rasgos adaptativos, una serie de variables que no pueden ser fácilmente atribuibles a procesos de adaptación o que a la fecha no cumplen esa función. Entre éstas destaca la conformación del cráneo visto en norma superior y que dio lugar al desarrollo y empleo del Índice Craneal Horizontal para clasificar a los grupos humanos en dolicocefalos (de cabeza alargada), braquicefalos (cabeza ancha) y mesocefalos (cabeza intermedia).

Dimorfismo sexual

Las diferencias biológicas entre hombre y mujer se establecen durante la etapa embrionaria, y de ello son responsables los cromosomas sexuales xx para la mujer y xy para el hombre. Merced al establecimiento de estas diferencias biológicas se lleva a cabo la reproducción de la especie.

Asunto diferente constituye la función social, históricamente atribuida al hombre y a la mujer en cada cultura, y que ha dado lugar a la designación de *género*. La condición sexual biológica y la de género, actuando en conjunto, han contribuido a configurar prácticamente dos modos distintos de percibir y vivir la vida: el femenino y el masculino. A partir de las diferencias biológicas derivadas de esta dualidad se reconoce a la especie humana como dimórfica.

Más allá de los caracteres sexuales determinados genéticamente a partir de los cromosomas xx y xy, responsables de la dotación de los órganos reproductivos y de las funciones fisiológicas propias de cada sexo, así como de los mecanismos hormonales que desencadenan la aparición de los caracteres sexuales secundarios durante la pubertad, pocos son los rasgos morfológicos que pueden sugerir dimorfismo sexual claro y definitivo. Las características fenotípicas de uno y otro sexo se aluden en términos estadísticos. Así, en término medio, el hombre es más alto y corpulento que la mujer, con lo cual se admite que también hay mujeres tan altas y corpulentas como los hombres. Se señala que en el ámbito mundial la diferencia promedio en la talla entre hombre y mujer es alrededor de 10 centímetros a favor de los hombres. Esta observación adquiere mayor validez si se comparan hombres y mujeres del mismo grupo social.

Quizá la tendencia del cuerpo femenino para acumular mayor cantidad de tejido adiposo subcutáneo respecto del masculino, así como la distribución diferencial del mismo en regiones corporales determinadas, sea otra característica típica

del dimorfismo sexual humano expuesta de manera evidente en el nivel morfológico, pues aunque la gracilidad atribuida a la figura femenina y la robusticidad masculina son de orden estadístico, esto no niega su existencia en el otro cuerpo.

Cultura y diversidad del cuerpo humano

Desde los inicios de la hominización, la cultura, al actuar sobre la matriz biológica somática, ha tenido un papel de primera importancia para “estresar”, “ajustar”, “perfeccionar”, “habilitar”, “resaltar” y “usar” los elementos o rasgos físicos del cuerpo humano.

Cada grupo humano ha creado sus propios rasgos culturales, sean materiales o inmateriales, mediante los cuales ejerce su identidad frente a otros grupos, lo mismo se actúa en términos personales para diferenciarse de los congéneres. En este proceso el cuerpo humano ha figurado como eje rector de múltiples manifestaciones identitarias. Tatuajes, deformaciones, mutilaciones, perforaciones para sujetar ornatos, entre otras modificaciones directas sobre el cuerpo, se conocen desde tiempos inmemoriales, además del sinfín de arreglos cosmetológicos que parecen menos agresivos, como los peinados, depilaciones y gran cantidad de objetos como parte del atuendo personal. El propio manejo del cuerpo de acuerdo con las prácticas culturales es igualmente amplio y diverso. Las maneras de andar, de sentarse o ponerse de pie terminan por dificultar el conocer los límites entre las variaciones biológicas y culturales que el cuerpo manifiesta.

En otro orden, cabe reflexionar sobre nuestro cuerpo, forjado a través del tiempo para deambular de manera eficaz en sociedades recolectoras en la tarea cotidiana de búsqueda de alimento. En la actualidad, sin haber experimentado cambios estructurales significativos, se le impone una vida eminentemente sedentaria, se le incita y provoca a consumir alimentos excedidos de grasas y carbohidratos. Lo anterior redundaría en cambios corporales no deseados que provocan condiciones de riesgo para la salud [Campillo Álvarez, 2004; Belcaro, 2001].

El relativo aislamiento reproductivo ocasionado por barreras geográficas y/o culturales ha favorecido y favorece altas frecuencias de ciertas variedades morfológicas específicas y propicia diferenciaciones de grandes grupos humanos respecto a otros. A su vez, las movilizaciones humanas contribuyen al enriquecimiento del proceso de diversificación. Así, las grandes emigraciones contribuyen en la redistribución o heterogeneización de caracteres. Destacan aquí las guerras de invasión y conquista, el traslado voluntario o involuntario de contingentes humanos a terri-

torios distantes de sus lugares de origen. Estos desplazamientos causan fuerte impacto demográfico y genético en la estructura de las poblaciones y acarrear efectos visibles en la morfología corporal. El caso de la población mestiza contemporánea de México es claro y cercano ejemplo del impacto biológico que tuvo la población indígena al cruzarse con la europea y en menor grado con la africana. La movilidad de la población a lo largo de la historia humana, particularmente en los últimos 500 años, a causa de la expansión colonialista mundial iniciada en el siglo xvi con las guerras de conquista y dominación, luego con el desarrollo de los medios de transporte masivos, acarrear profundos procesos de mestización y la emergencia de múltiples variaciones morfosomáticas desconocidas con anterioridad.

Cuestiones metodológicas y técnicas

Durante una larga etapa del desarrollo histórico del pensamiento filosófico occidental, predominó la idea de la existencia de tipos morfológicos humanos fijos y estables en el tiempo, con una distribución geográfica determinada en la superficie terrestre. Esta visión se estructura en el siglo xviii y da lugar al desarrollo de métodos y técnicas para describir, analizar, comparar y clasificar a los grupos humanos de acuerdo con sus peculiaridades somáticas. Se diseñaron y fabricaron instrumentos especializados, y se editaron manuales y cédulas específicas para la medición y registro de tamaños, formas y diversos rasgos corporales [Comas, 1976:260-312].

Variaciones raciales

Clasificar seres humanos de acuerdo con sus características físicas y rasgos culturales prefiguró a la antropología física del siglo xix, condujo sus reflexiones originales y alentó sus primeras actividades científicas. En ese tiempo, la raciología tuvo como prioridad registrar y describir la variación morfológica del cuerpo humano, con el objetivo de elaborar una taxonomía de la especie humana capaz de explicar la distribución geográfica de individuos y grupos humanos con rasgos físicos específicos y reconocer posible filiación biológica entre ellos.

De este modo, grupos humanos que comparten ciertos rasgos físicos y ocupan determinado territorio fueron reconocidos como razas humanas. El estudio de las razas humanas, entendidas como manifestaciones adaptativas en el nivel subespecífico, constituye una corriente de pensamiento bajo la cual se llevaron a cabo estudios para explicar la forma tan variada como aparecen los rasgos físicos entre los grupos humanos y tratar de entender las relaciones biológicas que éstas

guardan entre sí. Este proceder condujo a uno de los grandes ejes de la investigación de antropología física: la raciología. Con ella, se desliza sobre la mesa de discusión el multifacético tema de mayor controversia científica que esta disciplina ha enfrentado a lo largo de su existencia. Y que, no obstante, permitió abanderar la lucha contra ideologías totalitarias, cuando en determinado momento histórico se proclamaba la superioridad racial de ciertos grupos humanos sobre otros.

Por un lado, algunos antropólogos físicos, al ubicar la disciplina dentro de las ciencias naturales, no dudan en reconocer la existencia de razas humanas, consideradas como subespecies adaptativas forjadas a lo largo del proceso evolutivo. Por tanto, sostienen que la diferenciación biológica existente entre grupos humanos es independiente de diferencias socioculturales observadas entre ellos; pues las primeras corresponden a legalidades de orden genético y ambiental, mientras las segundas obedecen a circunstancias históricas.

Sobre este particular, Dobzhansky precisa: “En biología y antropología, el concepto o idea de raza tiene dos aspectos. Raza es una categoría de clasificación; también es un fenómeno biológico. Esta dualidad tiene profundas raíces filosóficas y metodológicas” [Dobzhansky, 1972:87]. En referencia a los célebres debates sobre raza desarrollados de 1962 a 1964 en *Current Anthropology*, Baker [1972:105] señala que si bien el término raza se ha utilizado como instrumento de investigación, dicho concepto “se convertirá en poco más que una antigüedad científica”.

El asunto puede dar la impresión de estar concluido, sobre todo si en la literatura cada vez parece más escaso el uso de este concepto. Pero se complica en grado extremo cuando surgen posiciones donde se avala la existencia de razas humanas y se afirma que las diferencias entre ellas no sólo son de orden físico-biológico sino que traspasan los niveles cultural, conductual y psíquico de los individuos. Lo anterior se pretende confirmar a partir de resultados de baterías o pruebas psicológicas aplicadas a grupos “raciales”, mediante los cuales se busca demostrar la superioridad de unos sobre otros. Amplia discusión sobre este aspecto se puede consultar en el libro de Lewontin *et al.* [1991], intitulado *No está en los genes*, porque en efecto, el problema en estos términos cobra cariz eminentemente político e ideológico; si bien es cierto que en la ciencia no se puede mantener una posición política o ideológica neutral, tampoco se deben avalar posiciones que pretendan justificar acciones discriminatorias contra individuos o grupos humanos.

La literatura antropológica cuenta con varios tratados sobre clasificación de la humanidad en razas, pero ninguna de ellas concuerda en el número de razas existentes en el mundo. Una propuesta de taxonomía racial humana considera variaciones geográficas y propone nueve razas geográficas: amerindia, polinesia, micronesia, papúa-melanesia, australiana, asiática, india, europea y africana. Entre éstas, incluye 16 razas locales ampliamente representadas; cuatro razas locales de amerindios, cuatro razas locales aisladas y reducidas, cuatro razas locales marginales y largo tiempo aisladas y cuatro grupos de población que denomina híbridas de formación reciente y donde coloca al negro americano, grupos sudafricanos de color, ladinos y neohawaianos [Garn, 1965]. Con todo, subsisten cuestionamientos sobre las clasificaciones raciales. Nadie duda de las variaciones morfológicas presentes entre individuos de una misma filiación biológica históricamente configurada, tampoco de aquellas que se observan entre grupos distintos, ni se desconoce el intenso proceso de mestización de la humanidad contemporánea.

A finales del siglo xx, la Asociación Americana de Antropólogos Físicos (AAPA) publicó su posición sobre el aspecto biológico de raza, en la cual reitera que la variabilidad de los rasgos biológicos no tienen que ver con el constructo sociocultural de raza [AAPA, 1996]. Por su parte, Templeton [1998] recalca que la evolución humana es la responsable de la existencia de grupos poblacionales locales biológicamente diferenciados, que coexisten y guardan cierto contacto genético que les garantiza pertenecer a la especie humana. El tema, como puede apreciarse, sigue llamando la atención de un buen número de investigadores y ha producido abundante bibliografía; una revisión en términos de la diversidad humana puede hallarse en Marks (1992).

Variaciones biotipológicas

Otra vertiente de análisis tipológico de la diversidad morfológica está representada por estudios biotipológicos y somatotipológicos. Se trata del acercamiento al análisis de la diversidad de las estructuras morfofuncionales o complejo de manifestaciones vitales de orden anatómico, humoral, funcional, psicológico y sociocultural, como lo enfatizó Nicola Pende, exponente destacado de la escuela biotipológica italiana, al definir a la biotipología como la ciencia de la arquitectura y de la ingeniería humana [Pende, 1947]. La atención fundamental de esta corriente de pensamiento gravita alrededor del análisis y síntesis de las características morfosomáticas individuales y no de grupos con afinidades biológicas.

A diferencia de los estudios raciológicos, la biotipología no intenta explicar los orígenes de la humanidad a partir del estudio de los tipos somáticos, ni buscar nexos filogenéticos entre los individuos de la misma constitución. Por ello en sus investigaciones omite multitud de rasgos morfoscópicos a los cuales el estudio de las razas otorga particular importancia, como pigmentación cutánea, textura del cabello, entre otros. Sus propósitos se centran en entender y explicar, como bien lo establece Pende, el conjunto de caracteres morfofuncionales adecuado para realizar diversas actividades cotidianas. En este punto cabe precisar que biotipos y somatotipos son categorías analíticas de orden tipológico, los primeros esencialmente constitucionales y los segundos focalizados en el análisis de la estructura corporal o morfotipo.

Por su larga trayectoria histórica, la biotipología cuenta en su haber con prolongado periodo de ensayo conceptual, metodológico y técnico, como lo prueban las corrientes de pensamiento denominadas escuelas constitucionalistas o biotipológicas [Schreider, 1950]. Cada una propuso distintos conceptos y técnicas de análisis para estudiar y explicar la diversidad de las estructuras corporales y las asociaciones detectadas entre éstas y las de orden psíquico o conductual. Independientemente de las especificidades de los postulados teóricos y metodológicos de cada una de ellas, todas aceptan el principio básico o énfasis en reconocer tipos en la diversidad morfológica y estructural del cuerpo humano. Se habla de la existencia de rasgos físicos y psíquicos, de orden constitucional (genético), susceptibles de ser identificados en determinados individuos, los cuales reciben distintas denominaciones de acuerdo con cada escuela, y que Schreider [1950] resume, para fines didácticos, en tres tipos: *verticales* (para otros longilíneos o ectomorfos), *horizontales* (brevilíneos o endomorfos) e *intermedios* (los atléticos, musculosos o mesoformos).

La biotipología se inclina, desde sus inicios, hacia la aplicación práctica de sus resultados, ya que la inmensa mayoría de los investigadores en este campo enfocaron su atención al ámbito de la salud preventiva (física y mental), la orientación vocacional, el desempeño laboral, la delincuencia, la eficiencia física, así como del rendimiento deportivo, entre otros. Una propuesta con amplia repercusión es la somatotipología creada por Sheldon a mediados del siglo xx, y su concepto de *morfogenotipo*, que considera las formas corporales genéticamente determinadas. Según este autor, el somatotipo de una persona puede variar sólo dentro de ciertos límites permitidos por el morfogenotipo individual, pero se mantiene cierta

constitución a lo largo de la vida de cada sujeto [Sheldon, 1954]. A partir de esta propuesta hubo varias derivaciones, algunas de las cuales ha tenido aplicaciones en México [Villanueva y López Alonso, 1996].

El estudio integral de la individualidad y sus distintas aplicaciones en México ha quedado en desuso [Romero, 1968]. Sólo se analizan estructuras morfológicas del cuerpo humano con objetivos destinados al mejor desempeño de actividades físicas como el deporte, la milicia y el ballet, y más recientemente en el ámbito forense, entre otros. Las técnicas somatotipológicas de Parnell, Heath-Carter y Carter y Heath se han aplicado principalmente a esos campos de actividad en México [Villanueva y López Alonso, 1996; Villanueva, 1991 y 2003].

Las prolijas investigaciones realizadas para registrar y clasificar la gran diversidad de variaciones que ofrece el cuerpo humano y sus segmentos, dieron lugar a la aplicación práctica de algunas de las variables en México. Este es el caso de la utilización de los datos para fines de identificación y que son relevantes en las ciencias forenses [Serrano *et al.*, 2000]. Carter mantiene vigente su laboratorio, su escuela y su portal (www.somatotype.org), donde concentra información bibliográfica y todo lo relacionado con la metodología para la estimación de somatotipos.

Análisis poblacional

La genética de poblaciones, desarrollada a partir de la década de 1930, ofrece explicaciones alternativas al enfoque tipológico clásico acerca de las variaciones de grupos humanos. Considera la existencia de variedades en términos de frecuencias diferenciales de genes en las poblaciones y las ubica en el contexto de procesos micro evolutivos; se trata de la llamada “conceptualización poblacional” [Ayala, 1980:121] o enfoque poblacional.

Este punto de vista niega la existencia de razas humanas y señala que no existen medidas con validez científica para diferenciar entre sí a las poblaciones humanas en términos de razas, ya que la variabilidad biológica humana presenta una seriación continua que dificulta cualquier intento taxonómico. Sus seguidores concluyen que todas las clasificaciones raciales realizadas a la fecha son subjetivas y, por ello, recomiendan abandonar la práctica de clasificar a la humanidad en razas. Si bien reconocen la necesidad de avanzar en el estudio de la diversidad biológica, en todo caso, deberá realizarse a partir de categorías analíticas desprovistas de la carga ideológica que históricamente ha tenido que arrastrar el término *naza* [AAPA, 1996].

Composición corporal

Durante largo tiempo el desarrollo metodológico y técnico para estudiar las variaciones corporales se centró en el examen de características somáticas externas. Hacia las primeras décadas del siglo xx el antropólogo sueco Matiegka inicia el estudio sistemático sobre la proporción de distintos componentes del peso corporal: tejido óseo, tejido muscular, tejido graso y líquidos, mediante el empleo de instrumentos antropométricos, inaugurando lo que en su momento fue considerada una rama especializada de la antropología física: la antropometría tridimensional [Comas, 1976:268] o también antropología de la cuarta dimensión [Brožek, 1963].

A la fecha se ha constituido un amplio y fecundo campo de investigación conocido con el nombre de *composición corporal*, con desarrollo metodológico y técnico propios [Heymsfield *et al.*, 2005]. Los estudios de composición corporal han cobrado enorme importancia en el campo de la salud, en particular en el de la nutrición. El déficit en el desarrollo de los tejidos muscular y graso son excelentes indicadores de subnutrición y desnutrición, problemas relevantes que trastocan el proceso de crecimiento y desarrollo infantil. Por su parte, el desarrollo en exceso del tejido graso produce igualmente riesgos de padecer el llamado síndrome x o síndrome metabólico, conjunto de enfermedades metabólicas y cardiovasculares como diabetes, obesidad, dislipemia, arteriosclerosis e hipertensión, entre otras [Campillo Álvarez, 2004:15-34], las cuales amenazan en convertirse en pandemia.

A la fecha existen varios métodos para estimar el desarrollo de los tejidos muscular y graso; el más accesible es el antropométrico, por la relativa facilidad con que se obtienen los datos requeridos. Una de las formas más breve consiste en estimar las áreas del músculo, de la grasa y total del brazo, mediante cálculos que se realizan a partir del perímetro del brazo y panículo del tríceps. Con este procedimiento se obtiene información útil en investigaciones a nivel comunidad sobre el estado de nutrición y salud de la población [OMS, 1995]. La tecnología contemporánea utiliza instrumentos llamados de bioimpedancia [Heymsfield, *et al.*, 2005] mediante los cuales se obtienen resultados expeditos sobre la composición corporal.

Problemáticas emergentes del campo de estudio

Lo expuesto hasta aquí es una apretada síntesis de los principales rubros que la antropología física ha tratado sobre la variabilidad del cuerpo humano. En tiempos recientes el interés se ha volcado hacia la atención de problemas de salud. Así, el incontrolable incremento de la obesidad a nivel mundial se ha convertido en pro-

blema de salud pública. Considerado como uno de los problemas ocasionados por las estrategias globalizantes, Eberwine [2003:30] lo denomina “globesidad”. Por su parte Popkin [2004] lo refiere como transición nutricional y considera que se trata de un cambio mundial hacia la obesidad. Este fenómeno se observa desde la infancia, con sus consecuencias negativas en la salud [Silink, 2003]. México no está fuera de riesgo, ya que se ha registrado un notable incremento de la obesidad en su población [Fausto Guerra *et al.*, 2006].

En el mismo orden, y debido a las insaciabiles demandas de una sociedad enajenada acerca de los ideales de belleza, Kogan propone: “considerar a los cuerpos vigoréticos, anoréticos o bulímicos como cuerpos liminales: son los extremos de una escala donde el eje central es el ideal corporal de esbeltez de las sociedades del capitalismo tardío” [Kogan, 2003:11].

Los trastornos acerca de la percepción corporal, como bien se sabe, no son nuevos en la historia de la humanidad, de ahí la constante preocupación por imprimir al cuerpo múltiples transformaciones como un todo o en sus diferentes partes (mutilaciones, deformaciones, reducciones, depilaciones, escoriaciones, tatuajes, liposucciones, entre otras muchas), amén de aquellas ocasionadas por el hambre, el trabajo y la pobreza, o bien las que son producto de la opulencia. Lo cierto es que en los últimos tiempos el incremento de la incidencia de la obesidad a nivel mundial se ha vuelto problema de salud pública. Es evidente que se trata de un problema de índole estructural y complejo de las sociedades contemporáneas, donde se involucran distintas esferas de la individualidad y el contexto sociocultural. Reclama por tanto concurrencia transdisciplinaria para su adecuada atención, donde resulta importante la participación del antropólogo físico.

Resumen

De manera breve se han expuesto algunos elementos teóricos y metodológicos que se emplean en el estudio de la forma tan diversificada como se manifiestan los rasgos peculiares y la estructura morfosomática del cuerpo humano. Se enfatiza que el fenotipo corporal está determinado tanto por la herencia biológica como por las circunstancias particulares de la vida del sujeto dentro del marco geográfico y sociocultural de su entorno. El conjunto de estos rasgos caracterizan e individualizan a las personas dentro de su grupo y también distingue a los grupos humanos entre sí. El estudio de estos rasgos con fines taxonómicos constituye la raciología. La biotipología y la somatotipología enfocan su análisis a la estructura morfosomática

en la búsqueda de la eficiencia y el adecuado desempeño en actividades laborales, deporte, danza, ergonomía, entre otras. La composición corporal atiende el desarrollo diferencial de componentes del cuerpo, como grasa, músculo, esqueleto y demás elementos químicos del organismo, habida cuenta del riesgo que implica para la salud el exceso de desarrollo graso.

Bibliografía

American Association of Physical Anthropologists

1996 “AAPA Statement on Biological aspects of Race”, en *American Journal of Physical Anthropology*, núm. 101, pp. 569-570.

Agustí, Jordi (coord.)

2000 *Antes de Lucy. El agujero negro de la evolución humana*, Barcelona, Tusquets editores.

Ayala, Francisco J.

1980 *Origen y evolución del hombre*, Madrid, Alianza Universidad.

Baker, Paul T.

1972 “El concepto biológico de raza como instrumento de investigación”, en M. Mead, Th. Dobzhansky, E. Tobach y R. E. Light (coords.), *Ciencia y concepto de raza. Genética y conducta*, Barcelona, Fontanella, pp. 639-679.

Belcaro, Gianni

2001 *Once We Were Hunters*, Londres, Imperial College Press.

Bogin, Barry

1999 *Patterns of Human Growth*, Cambridge University Press.

Brožek, Josef

1963 “Quantitative Description of Body Composition: Physical Anthropology’s ‘fourth’ dimension”, en *Current Anthropology*, núm. 4, Chicago, pp. 3-40.

Campillo Álvarez, José Enrique

2004 *El mono obeso. La evolución humana y las enfermedades de la opulencia: diabetes, hipertensión, arteriosclerosis*, Barcelona, Crítica.

Cattaneo, Chiara

2007 “Forensic Anthropology: Developments of a Classical Discipline in the New Millennium”, en *Forensic Science Internacional*, vol. 16, núms. 2-3, pp. 185-93.

Cela Conde, Camilo J. y Francisco J. Ayala

2001 *Senderos de la evolución humana*, Madrid, Alianza.

Comas, Juan

1976 *Manual de antropología física*, México, UNAM.

Dobzhansky, Theodosius

1972 “Aspectos biológicos de la raza en el hombre” (introducción), en M. Mead, Th. Dobzhansky, E. Tobach y R. E. Light (coords.), *Ciencia y concepto de raza. Genética y conducta*, Barcelona, Fontanella, pp. 87-98.

Eberwine, Donna

- 2003 “‘Globesidad’, una crisis de proporciones crecientes”, en *Diabetes Voice*, vol. 48, núm. 1, Bruselas, International Diabetes Federation, pp. 30-33.

Ehrlich, Paul R.

- 2005 *Naturalezas humanas. Genes, cultura y la naturaleza humana*, México, FCE.

Faulhaber, Johanna

- 1993 “Los inicios de la ENAH y la carrera de Antropología Física”, en Cárdenas, E. (coord.), *50 años. Memoria de la ENAH*, México, INAH, pp. 33-37.

Fausto Guerra, Josefina et al.

- 2006 “Antecedentes históricos y sociales de la obesidad en México”, en *Investigación en Salud*, 8(2): 91-94.

Garn, Stanley Mario

- 1965 *Human Races*, Springfield.

Heymssfield, Steven, Timothy G. Lohman et al. (eds.)

- 2005 *Human Body Composition*, Champaign, Human Kinetics.

Kogan, Liuba

- 2003 “La construcción social de los cuerpos o los cuerpos del capitalismo tardío”, en *Persona*, núm. 6, Perú, Universidad de Lima, pp. 11-21.

Komar, Debra y Jane Buikstra

- 2007 *Forensic Anthropology. Contemporary Theory and Practice*, Oxford University Press.

Langdon, John H.

- 2005 *The Human Strategy. An Evolutionary Perspective on Human Anatomy*, Nueva York, Oxford University Press.

León, Nicolás

- 1919 “Historia de la Antropología Física en México”, *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 2, núm. 3, pp. 229-264.

Lewontin, Richard

- 1984 *La diversidad humana*, España, Labor, Prensa Científica.

Lewontin, Richard C., Steven Rose y Leon J. Kamin

- 1991 *No está en los genes*, México, Conaculta.

López Alonso, Sergio

- 1996 “Estudios sobre diversidad morfosomática de los grupos humanos contemporáneos de México”, en S. López Alonso, C. Serrano y L., Márquez (coords.), *La Antropología Física en México. Estudios Sobre la Población Antigua y Contemporánea*, México, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, pp. 239-261.

López Alonso, Sergio; Carlos Serrano Sánchez y Zaid Lagunas Rodríguez

- 1993 “Bosquejo histórico de la Antropología Física en México”, en L. Arizpe y C. Serrano (eds.), *Balance de la antropología en América Latina y el Caribe*, México, Instituto de Investigaciones Antropológicas y Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias-UNAM, pp. 113-131.

Marks, Jonathan M.

- 1992 *Human Biodiversity. Genes, Race and History*, Nueva York, Aldine de Gruyter.

Mielke, James H.; Lyle W. Konigsberg y John H. Relethford

- 2006 *Human Biological Variation*, Nueva York, Oxford University Press.

Moran, Emilio F.

2000 *Human Adaptability. An Introduction to Ecological Anthropology*, Westview Press.

Moyà Solà, S.

2000 “Viaje a los orígenes del bipedismo y una escala en la isla de los simios”, en Augusti, Jordi (ed.), *Antes de Lucy. El agujero negro de la evolución humana*, Barcelona, Tusquets Editores, pp. 71-215.

Organización Mundial de la Salud

1995 *Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry*, Ginebra, Technical Report Series 854.

Pende, Nicola

1947 *Tratado de biotipología humana, individual y social*, Barcelona, Salvat Editores.

Popkin, Barry M.

2004 “La transición nutricional y el cambio mundial hacia la obesidad”, en *Diabetes Voice*, vol. 49, núm. 3, Bruselas, International Diabetes Federation, pp. 38-40.

Romero, Javier

1968 “De la biotipología a la psicobiología”, en *Anales del Instituto Nacional de Antropología e Historia*, t. XIX, México, pp. 79-94.

Serrano, Carlos; María Villanueva; Jesús Luy y K. Link

2000 “Sistema computarizado de identificación personal con rasgos morfológicos faciales”, en *Antropología Física Latinoamericana* 2, México, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, pp. 119-134.

Schreider, Eugène

1950 *Los tipos humanos*, México, FCE.

Sheldon, William H.

1954 *Atlas of Men*, Nueva York, Harper and Brothers.

Silink, Martin

2003 “Obesidad, diabetes e infancia”, en *Diabetes Voice*, vol. 48, núm. 1, Bruselas, International Diabetes Federation, pp. 19-21.

Stintson, Sara, Barry Bogin, Rebecca Huss-Ashmore, Dennis O'rouke

2000 *Human Biology. An Evolutionary and Biocultural Perspective*, Wiley-Liss.

Templeton, Alan R.

1998 “Human Races: a Genetic and Evolutionary Perspective”, en *American Anthropologist*, núm. 100, pp. 632-650.

Thompson, Jennifer L.; Gail E. Krovitz y Andrew J. Nelson

2003 *Patterns of Growth and Development in the Genus Homo*, Cambridge University Press.

Turbón, Daniel

2006 *La Evolución Humana*, Barcelona, Ariel.

Villanueva, María

2003 “Forma y fenotipo facial”, en *Estudios de Antropología Biológica*, núm. XI, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM-INAH-Asociación Mexicana de Antropología Biológica, pp. 599-616.

1991 *Manual de técnicas somatotipológicas*, México, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM.

Villanueva, María y Sergio López Alonso

1996 “Las investigaciones biotipológicas y somatotipológicas en México”, en S. López Alonso; C. Serrano y L. Márquez (coords.), *La Antropología Física en México. Estudios Sobre la Población Antigua y Contemporánea*, México, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, pp. 263-287.

Internet

www.somatotype.org (consulta: 30 de marzo de 2009).

2. Crecimiento físico y complejidad

El devenir de la ontogenia humana

Rosa María Ramos Rodríguez

Introducción

Entre los ejes temáticos que cimientan a la antropología física [Peña y Ramos, 2003], existen dos que considero fundamentales: la filogenia y la ontogenia humanas, ambas comprendidas a la luz de la teoría antropológica con objeto de estudiar el fenómeno humano en su perspectiva evolutiva como especie (*filogenia*, del griego φύλον, raza y γενεά, generación) —que comprende el proceso de hominización como la diversidad de la especie humana— y en su perspectiva evolutiva como individuos (*ontogenia*, del griego ὄν, ὄντος el ser y γένος, origen) que se refiere a los cambios en el crecimiento y desarrollo que ocurren en un organismo desde su concepción hasta su muerte [Bogin, 1999a], lapso durante el cual se gesta la variabilidad entre los sujetos, su personalización e individualización [Lizarraga, 2000]. Sin perder la visión diacrónica, con temporalidades diferentes pero entrelazadas, François Jacob afirmó que “cada organismo vivo hoy representa el último eslabón de una cadena ininterrumpida durante 3 mil millones

de años. Los seres vivos son de hecho estructuras históricas. Son literalmente creaciones de la historia” [Vilard, 1997:22].

En este capítulo se expone el tema de ontogenia humana elaborado desde una perspectiva poco trabajada que considera al proceso de crecimiento humano como un fenómeno complejo, y por ello se utilizan elementos teóricos derivados de las teorías de la complejidad para aprender-comprender dicho proceso.

Un poco de historia en torno al conocimiento sobre la ontogenia humana

El conocimiento sobre la ontogenia humana ha sido elaborado por múltiples estudiosos venidos de muy diferentes áreas del conocimiento, como la anatomía, medicina, biología, antropología o las artes plásticas; sus motivaciones también han sido muy diversas: artísticas, médico-sanitarias, políticas, económicas, científicas, entre otras.

Es necesario tener presente que el interés por conocer los cambios que ocurren durante el crecimiento y desarrollo del ser humano no han sido iguales en las diferentes etapas de su ontogenia. En efecto, un gran número de trabajos se centran tanto en población prenatal como en menores de 20 años, sin duda porque en este lapso se sientan las bases para alcanzar el tamaño, la forma y la función de la estructura corporal, así como el desarrollo psicoconductual, con los que la persona arribará a las etapas subsecuentes de su curso vital.¹ Este interés está vinculado a las necesidades de conocer y atender al elevado porcentaje de niños y adolescentes que por muchos años caracterizó el perfil demográfico de todos los países.

Entender el misterio que implicaba el desarrollo prenatal del niño, así como su ulterior desarrollo, fueron aspectos que se abordaron desde épocas muy antiguas. Durante el renacimiento europeo, los anatomistas y los artistas impulsaron las observaciones sobre el crecimiento y desarrollo físico. Tanner [1998] menciona que los textos iniciales que tratan de genuinas observaciones del crecimiento de los niños fueron los escritos por Hippolyt Guarinoni (1571-1654), sin embargo, señala que la historia realmente empieza con el primer libro de texto sobre el crecimiento humano, de Johann Augustin Stöller, publicado en 1729. Por haber

1. Se empleará el término curso vital en sustitución del “ciclo de vida” ya que la idea de ciclo no parece adecuada a un proceso que es irreversible [García, 1995]. El término propuesto no debe confundirse con el de “curso de vida”, ya que éste “se refiere a una secuencia de eventos y roles sociales, graduados por el estado, que están incrustados (*embedded*) en la estructura social y el cambio histórico” [Elder, 2001:8817, en Blanco y Pacheco, 2003:162].

presentado el primer estudio longitudinal desde el nacimiento hasta los 18 años debe mencionarse a Georges Louis Leclerc, Conde de Buffon (1707-1788), así como a Adolphe Quetelet (1796-1874), quien, entre muchas otras aportaciones, por primera vez registró matemáticamente la curva de crecimiento con datos empíricos. La historia sobre los estudios de crecimiento en menores de 20 años es muy prolija, de manera que para tener una mayor información resulta conveniente remitirse a dos obras ampliamente documentadas: la de Edith Boyd [1980] y la de J. M. Tanner [1981].

Respecto a la edad adulta, ésta se caracteriza por la estabilidad funcional del organismo, lo que convierte al cuerpo del adulto en la clásica estructura que se toma como referente para la mayoría de los textos de fisiología humana y animal. Dados los pocos y lentos cambios que se registran hasta antes de perder la capacidad reproductiva así como por la diversidad de textos que hacen referencia, desde múltiples aspectos, a las características de este lapso de vida, no ha resultado interesante y sí muy difícil elaborar una historia de los trabajos al respecto.

En cuanto a los estudios que abordan los cambios morfológicos que ocurren en la senectud, Baker [1994] dice que uno de los primeros, sin duda, fue el realizado por E. A. Hooton y C. W. Dupertius en 1941 con varones irlandeses. Mientras que Crews [2003] señala que el primer naturalista que propuso una teoría evolutiva de la senescencia fue Alfred Russel Wallace (1823-1913).² En las últimas décadas del siglo pasado los trabajos relacionados con los procesos de envejecimiento y la senescencia han aumentado dramáticamente, debido al incremento de personas de más de 60 años en el mundo, con cada vez más probabilidades de supervivencia y de las cuales se requiere más conocimientos sobre las modificaciones que sufren durante su ontogenia en esta etapa de la vida. Se busca que este proceso ocurra en condiciones saludables, por lo que es necesaria información para adaptar los programas de gerontología, geriatría y políticas públicas, dado el interés que representa para la planeación económica del país.

Cabe mencionar que la mayoría de las contribuciones de los estudios sobre la ontogenia en población mayor de 20 años se han abocado principalmente a la elaboración de normas estandarizadas del crecimiento humano para características físicas como la estatura, el peso y la grasa corporal [Frisancho, 1990; OMS, 1995], o

2. En Crews [2003] se encuentra un apartado dedicado al relato histórico de las teorías sobre la senescencia.

aspectos de orden epidemiológico, como la presencia de obesidad, síndrome metabólico, alteraciones morfológicas, fisiológicas y funcionales, entre otros, asociados con la edad; sin embargo, poca atención se ha prestado al estudio del crecimiento y desarrollo a lo largo del curso vital desde una perspectiva evolutiva [Bogin, 1999a, 1999b; Crews, 2003].

Curso vital: lapsos distinguibles

A diferencia de lo que ocurre en otros primates antropoides, nuestros parientes filogenéticos más cercanos, el curso ontogénico propio de la especie humana es muy largo: inicia con la concepción y puede tener una duración máxima de alrededor de 122 años [Carey y Judge, 2002]. Sin embargo, la longevidad de cada individuo responde a las circunstancias bio-psico-socio-culturales bajo las cuales ha transcurrido la existencia de cada sujeto.

A lo largo de su vida, el individuo experimenta cambios constantes. Dada la expresión de los procesos de crecimiento y desarrollo, en cierta forma se pueden distinguir diversos lapsos funcionales, los cuales se definen como etapas, periodos y estadios [Tanner, 1962, 1978; Timiras, 1972; Bogin, 1999a]. Para los fines del presente trabajo conviene destacar sólo las características que tienen las tres grandes etapas de la vida humana.

- a) La *etapa formativa*, inicia en la concepción y acaba alrededor de los 18 a 20 años postnatales, según se trate de mujeres u hombres, respectivamente. Esta etapa se extiende a través de la tercera o cuarta parte de la vida y se caracteriza por ser eminentemente anabólica, ya que durante este lapso, aunque con ritmos diferentes, el incremento en el crecimiento de la gran mayoría de los tejidos y órganos, en realidad del organismo como un todo, siempre se mantiene con signo positivo.
- b) A partir de los 18-20 años inicia la segunda etapa, que es la *reproductiva (adultez)*, caracterizada por ser cuando ocurre la reproducción biológica. Con excepción de la menopausia en la mujer, este periodo no está marcado por una secuencia de eventos fisiológicos temporalmente precisos, como ocurre con la etapa anterior. Por el contrario, la edad adulta está caracterizada por su estabilidad funcional. En promedio ocupa la mitad o algo más del curso vital, en ella, el metabolismo debe mantenerse esencialmente en equilibrio, con excepción de los periodos de embarazo, en los que debe predominar el anabolismo, bajo pena de originar desnutrición en la madre y frecuentemente en el producto.

- c) El término de la etapa reproductiva ocurre progresivamente, para dar lugar a la tercera etapa de la vida, denominada *regresiva* (*senescencia*). Esta transición sucede cuando se inician los cambios fisiológicos disfuncionales que conducen a los sujetos a la pérdida de la homeostasis,³ el metabolismo se torna gradualmente catabólico, con disminución también gradual en la actividad funcional, todo lo cual le reduce la probabilidad de reproducción y el incremento en la susceptibilidad a la muerte [Crews, 2003].

A pesar de que podemos distinguir los rasgos principales que caracterizan estas etapas vitales, debe reconocerse que los procesos fisiológicos ocurren en un continuo suceder, desde la concepción hasta la senescencia, sólo interrumpidos cuando el sujeto muere. En su acontecer, no puede considerarse como un proceso que lleva de un estado *incompleto* (embrionario) a otro más *completo* o definido (adulto), sino que en todo momento se trata de la manifestación de vida del sujeto que, en cada instante, es la unidad total.

Si bien en la etapa formativa los cambios fisiológicos son muy rápidos, a partir de la adultez (etapa reproductiva), dichos cambios son menos rápidos de manera que la senescencia, en ausencia de patología, se sobrepone imperceptiblemente a la adultez.

En los organismos multicelulares la degradación y muerte celular está acompañada permanentemente por la generación de nuevas células, aunque la cadencia y velocidad con la que estos procesos ocurren es diferente en el transcurso de la ontogenia de cada sujeto. Por ello, debe tenerse presente que el establecer o proponer límites cronológicos para subdividir el curso ontogénico sólo es un ejercicio arbitrario, pues las variaciones individuales son por demás obvias como frecuentes. Esto es así debido a que cada sujeto tiene su propio *ritmo*/*tempo* de crecimiento, desarrollo y degradación de cada conglomerado celular, y del organismo como un todo, independientemente de su edad cronológica. En el humano, estos ritmos están dados por la interacción de múltiples procesos de orden bio-psico-socio-cultural y, en consecuencia, el intervalo durante el cual habrán de presentarse los procesos que distinguimos para definir los lapsos del curso vital son variables. A mayor edad cronológica, el rango de su ocurrencia también es mayor.

3. Más adelante se verá la conveniencia de sustituir este término por el de homeorresis.

A través de múltiples investigaciones, en la actualidad se ha corroborado que esos lapsos pueden modificarse, especialmente cuando existen restricciones en las condiciones de vida durante la ontogenia de un sujeto. Dado que la vida es un proceso continuo, mas no lineal, las perturbaciones favorables y negativas para el organismo humano en cualquier aspecto de su ontogenia tendrán resonancia a lo largo de su curso vital, constituyéndose así la ontogenia humana en un devenir.

A propósito de los sistemas vivos

Con el propósito de comprender el devenir en el crecimiento físico, es necesario recurrir a varias propuestas teóricas referentes a los sistemas vivos.

Sin duda, las teorías sistémicas para conocer y comprender los fenómenos de la realidad, desarrolladas en el siglo xx, constituyen un pilar sustantivo, ya que la epistemología que la sustenta es completamente distinta a la epistemología mecanicista clásica que es lineal, reduccionista y sumativa [Morin, 1996; Capra, 2002]. Entre otros aspectos, la idea sistémica incorpora las nociones de que el todo es más que la suma de sus partes, esto es, que los sistemas son totalidades integradas cuyas propiedades no pueden ser reducidas a las de sus partes más pequeñas y esto implica que sus propiedades esenciales sean propiedades del conjunto, de las cuales ninguna de las partes tiene por sí sola.

Congruente con lo anterior, se define como sistema a “un conjunto de partes o eventos, que pueden considerarse como un todo unificado, debido a la interdependencia e interacción de dichas partes o eventos” [Sutton y Harmon, 1994:31], o bien “cualquier conjunto señalable de componentes que se especifican como constituyendo una unidad” [Maturana y Varela, 1997:136]. Todo sistema “consta de una base material y de un conjunto de relaciones entre los objetos que lo constituyen” [Miramontes, 1999: 72].

Existen sistemas simples y sistemas complejos:

Un sistema simple es aquel en el cual la noción de estado puede ser determinada o asignada de una vez por todas y las categorías causales (en términos aristotélicos) pueden ser segregadas en forma independiente. Cualquier sistema que no satisface estos criterios constituye un ejemplo de sistema complejo, en el cual las categorías causales se encuentran interrelacionadas [Aranda, 1997:155].

Un sistema es complejo si: 1. Está integrado por un cierto número de componentes *simples* que interactúan entre sí. Se dice que los componentes de un sistema

complejo son simples si su estado se puede describir con pocas variables. 2. Su estado cambia al transcurrir el tiempo y el cambio es el resultado de una dinámica no-lineal que usualmente tiene dos partes: una local, que modifica el estado de los elementos como resultado de su interacción con los elementos vecinos y una dinámica global que obedece a las restricciones que pesan sobre el sistema y que provienen de la interacción de éste con el resto del universo [Miramontes, 1999:73-74].

Los sistemas complejos, entre otras cualidades, se caracterizan por la heterogeneidad de los elementos-componentes, así como por la interdefinición y mutua dependencia de las funciones que cumplen dichos elementos-componentes dentro del sistema total [García, 1994; Ramírez, 1999].

En resumen, las propiedades de estos sistemas complejos residen en el orden relacional entre los elementos, en la interacción entre sus componentes (red de elementos-componentes) y en la organización dinámica del conjunto, esto es, en presencia de circuitos no lineales de retroalimentación, procesos de los que emergen las cualidades, sin que estén linealmente relacionadas con sus causas aparentes. Cualidades emergentes predominan sobre las cantidades [Goodwin, 1998; Reynoso, 2006].

Circunscriba en esta línea de pensamiento, me parece útil retomar las ideas básicas de la Teoría de Santiago, propuesta por Maturana y Varela [Maturana y Varela, 1997, 1999]. En ésta, definen a los seres vivos como sistemas complejos que se caracterizan por su organización autopoietica, cuyo único producto son ellos mismos sin que exista separación entre éste y el productor (proceso conocido como autopoiesis).

Maturana caracteriza a los seres vivos de la siguiente manera:

Un ser vivo [...] ocurre y consiste en la dinámica de realización de una red de transformaciones y de producciones moleculares, tal que todas las moléculas producidas y transformadas en el operar de esa red, forman parte de la red de modo que con sus interacciones: a) generan la red de producciones y de transformaciones que las produjo o transformó; b) dan origen a los bordes y a la extensión de la red como parte de su operar como red, de modo que ésta queda dinámicamente cerrada sobre sí misma formando un ente molecular discreto que surge separado del medio molecular que lo contiene por su mismo operar molecular; y c) configuran un flujo de moléculas que al incorporarse en la dinámica de la red son partes o componentes de ella, y al dejar de

participar en la dinámica de la red dejan de ser componentes y pasan a ser parte del medio [Maturana, 1997:14-15].

Debe destacarse, entonces, que el patrón de organización autopoietica se basa en la configuración de relaciones que tienen lugar entre los elementos-componentes de un determinado sistema, de manera que las propiedades de estos sistemas complejos emergen a partir de las relaciones entre sus elementos-componentes, esto es por su peculiar estructura y organización, y no por las propiedades individuales de cada componente aislado. Esta peculiar organización, necesariamente invariante, le da identidad al ser vivo [Maturana y Varela, 1997].

Como acotó Maturana [1997], el sistema autopoietico queda limitado por las propias relaciones de producción de los componentes que lo constituyen, y en consecuencia un observador lo distingue de un medio. Al respecto, resulta oportuno anotar las siguientes distinciones formuladas por este autor, quien llama *nicho* a “la parte del medio que el ser vivo encuentra en sus interacciones [...] todo ser vivo existe en su nicho” [Maturana, 1999:95-96].

Tanto el sistema autopoietico como el medio, son estructuras operacionalmente independientes pero interactuantes de manera inevitable. En el interactuar continuo y permanente, las propias interacciones pueden producir perturbaciones que desencadenan cambios de estado en las estructuras y, en consecuencia, se traducirán en el devenir, tanto del ser vivo como del medio.

La Teoría de Santiago, considera que la organización autopoietica tiene lugar en un espacio de transformaciones definido como clausura operacional, esto es, que toda transformación en la estructura del ser vivo está determinada por su propia estructura, a través de las propiedades que emergen durante el operar de la estructura o por las generadas durante las interacciones que en su operar se establecen. En consecuencia, las interacciones con el medio sólo pueden motivar (*gatillar*), no determinar, cambios de estado de la estructura.

Si bien la autopoiesis molecular les permite a los seres vivos autonomía en su operar (*clausura operacional*), ello no significa que se encuentren aislados del exterior. Para la comprensión de los sistemas vivos es necesario aceptar que son abiertos estructuralmente, pues la estructura viva es inseparable de los procesos necesarios para su subsistencia, lo que implica que desde el nicho fluya continuamente información a través del organismo [Varela, 1997].

Ludwing Von Bertalanffy, científico que desarrolló la Teoría General de Sistemas durante los años cuarenta del siglo pasado, comprendió que a pesar de que la entropía⁴ era inevitable, los sistemas vivos existen porque

El organismo no es un sistema estático cerrado al exterior que contiene siempre componentes idénticos: es un sistema abierto en un estado (cuasi) uniforme mantenido constante en sus relaciones de masas en un intercambio continuo de material componente y energía; entra continuamente material del medio circundante y sale hacia él [Bertalanffy, 2003:125].

Para describir este estado (cuasi) uniforme propuso el término alemán *fließgleichgewicht* (equilibrio fluyente) que se caracteriza por mantenerse separado del equilibrio verdadero y con ello estar en condiciones de realizar trabajo [Bertalanffy, 2003:147].

Se sabe que estos sistemas (abiertos) se mantienen alejados del equilibrio térmico y químico,⁵ y en ellos se ha observado que cuando las condiciones son favorables, el “flujo de energía constante y rico que pasa a través de un sistema lo lleva a estados caracterizados por un nivel más elevado de energía libre y un nivel más bajo de entropía” [Laszlo, 1997:140]. Inicialmente Ilya Prigogine destacó la importancia de estos sistemas alejados del equilibrio introduciendo el concepto de estructuras disipativas, que es sin duda paradójico, ya que para mantener el “orden” (estructura, patrón de organización, forma) deben consumir energía y materia, hecho que produce “desorden” (entropía que disipan en el ámbito circundante). En estos sistemas la inestabilidad está siempre presente, pues las fluctuaciones aumentan por rizos de retroalimentación positiva, encaminándose aparentemente hacia un caos total (ruptura de simetrías); pero el sistema tiene un súbito cambio (fenómenos conocido como bifurcación) que se traduce en la emergencia de nuevas estructuras (entendidas como relaciones entre elementos-componentes) y, en consecuencia, el sistema presentará propiedades nuevas y

4. Entropía: tendencia a la desorganización en el universo. La segunda ley de la termodinámica establece que siempre que la energía se transforma, tiende a pasar de una forma más organizada y concentrada a una más dispersa y desorganizada.

5. En los sistemas en equilibrio, los flujos de energía y materia han eliminado diferencias de temperatura y concentración [...] el sistema mismo es homogéneo y dinámicamente inerte [...] la producción de entropía como también las fuerzas y flujos (los índices de procesos irreversibles) están en cero [Laszlo, 1997:138].

diferentes, e incluso pueden presentarse formas innovadoras de organización. La bifurcación es un instante vital. En cada punto de bifurcación (que le antecede un pasado) surge una gama de futuros posibles, pero el sistema sólo transita por uno de ellos; de esta manera, los puntos de bifurcación que ocurren en tiempo y espacio “constituyen un mapa de la irreversibilidad del tiempo” [Brigges y Peat, 2001:144] y proyectan en “la flecha del tiempo” una dirección [Prigogine, 1997; Laszlo, 1997; Brigges y Peat, 2001].

Los sistemas dinámicos complejos tienen alta sensibilidad respecto a las condiciones iniciales, es decir, existen situaciones imperceptibles en la posición inicial y éstas provocan modificaciones en la organización de los sistemas que se van amplificando y conducen a estados finales cada vez más distintos [Miramontes, 1999]. Sin embargo, también se sabe que el sistema va cambiando en el espacio de fases⁶ y por lo tanto describe una trayectoria, de manera que “el comportamiento a largo plazo de un sistema se puede caracterizar geométricamente mediante la noción de *atractor*⁷ que en un régimen caótico reciben el nombre de *atractores extraños* caracterizados por tener geometría fractal en el sentido de que muestran detalles estructurales relevantes [discernibles] en todas las escalas de magnitud” [Miramontes, 1999:79]. Comprendiendo la recursividad de la autosimilitud en los fractales, se entiende que a pesar de la gran sensibilidad con relación a las condiciones iniciales del sistema, éste tiene estabilidad (robustez) ante las eventualidades históricas. Ciertamente, dentro del espacio de todas las posibles trayectorias que el sistema podría seguir, sólo pueden suceder un subconjunto relativamente pequeño de ellas. “Este subconjunto es precisamente el atractor extraño. Los accidentes históricos van a provocar porvenires distintos, pero siempre obligados a estar sobre el mismo atractor extraño” [Miramontes, 1999:80].

En los sistemas físicos, estos fenómenos son el principio de la retroactividad positiva y negativa, aun cuando prefiero utilizar el término *recursivo* en vez de *retroactivo*, ya que el paso del tiempo en su aparente “circularidad” impide retornar de forma idéntica al estado inicial del bucle. Los bucles de realimentación negativa regulan, los bucles de realimentación positiva amplifican y lo que sucede a nivel microscópico se traduce en el nivel macroscópico.

6. Espacio de fases, espacio [virtual] del “mapa” donde acontece el movimiento del sistema (Brigges y Peat 2001:32).

7. “Los atractores son entidades conceptuales: definen la pauta trazada por los estados de los sistemas mientras siguen un curso a lo largo de su secuencia temporal o trayectoria” [Laszlo, 1997:43].

Hace años, Walter B. Cannon, ampliando las ideas de Bernard,⁸ propuso el concepto de homeostasis como “el mecanismo autorregulador que permite a los organismos mantenerse en un estado de equilibrio dinámico con sus variables fluctuando dentro de límites de tolerancia” [Cannon, 1939, en Capra, 2002:62]. Años más tarde, Meyer reconoció que la homeostasis (estado estabilizado) era sólo un concepto ideal dado que

toda permanencia homeostática, en un punto o bajo un aspecto del sistema, no es posible sino por el *cambio*, por un “metabolismo” generalizado que interesa de cerca o de lejos a todo el sistema en todas sus dimensiones funcionales [Meyer, 1970:20].

De manera que como el proceso de “regulación” de los sistemas requiere de cambios permanentes en el sistema a lo largo del tiempo, Waddington prefirió denominar esta situación como *homeorresis* o cambio estabilizado (que más propiamente debería referirse a un *proceso estabilizador*) [Waddington, 1976:31].

Por último, es necesario precisar que desde los planteamientos sistémicos mencionados, resulta evidente que no es posible sostener la idea reduccionista que asume que los organismos vivos se deben a las propiedades de sus genes, esto es, al “potencial genético” contenido en el “programa genético”, ni tampoco la propuesta simplificadora que supone que los seres vivos son producto de “la interacción entre genes y ambiente” [Waddington, 1976; Goodwin, 1998; Lewontin *et al.*, 1991; Lewontin, 2000].

Con el desarrollo de la teoría de sistemas, las ciencias de la complejidad, la genética molecular, ahora conocida como genómica, se están construyendo otras propuestas teóricas que se oponen al planteamiento central de la genética: genotipo determina al fenotipo [Ho, 2001; Andrade, 2005]. Cada vez más, se reconoce que el material genético *per se* es incapaz de autocopiarse y producir derivados proteicos vía ARN mensajero y de transferencia, ya que depende de un contexto altamente organizador, la célula, la cual además de estar constituida por muy diversas estructuras que guardan una localización específica en ella, contiene y genera una serie de componentes químicos, entre los que habrán de establecerse una serie de interrelaciones complejas para que, a manera de bucles recursivos, la actividad génica pueda llevarse a cabo. Hace años, Mayr [en Waddington, 1976:27] ya había señalado que

8. Claude Bernard expresó que la supervivencia y la salud dependen de la capacidad del organismo para conservar su “ambiente interno” en un estado aproximadamente constante a pesar de las persistentes variaciones, frecuentemente extremas, del “ambiente externo”.

nuestras ideas sobre la relación entre gen y carácter han sido revisadas detenidamente, y el fenotipo es considerado cada vez más no como un mosaico de caracteres individuales controlados por los genes, sino como la síntesis producto de un complejo sistema interaccionante, el *epigenotipo* total [Waddington, 1976:27].

Además, Waddington precisó que la característica más importante del fenotipo es que puede cambiar a través del tiempo [Waddington, 1976].

Al respecto, progresivamente se descubren más evidencias que demuestran el efecto epigenético sobre el material genético. Se entiende como tal cualquier actividad de regulación genética que no involucra cambios en el código del DNA y que persiste a través de una o más generaciones [Riddihough y Pennisi, 2001:1064]. Por epigenética “puede entenderse el estudio y análisis de los cambios de las funciones de los genes que son heredables y que no involucran cambios en la secuencia original del DNA; lo que significa determinar las expresiones alternas de un mismo gen” [García Cavazos, 2003)].

Mae-Wan Ho dice:

la nueva genética revela una complicada red de procesos de prealimentación y retroalimentación que debe ser atravesada para que un gen pueda “expresarse”, es decir, para producir una proteína [...] muchas otras proteínas toman parte en la producción de cualquier proteína individual: cortan y cambian, modifican y recodifican en una complicada red epigenética que se interpone entre los genes y la red metabólica y se entrelaza con ella a la manera de una superred epigenética metabólica [...] la superred conecta la expresión de cada gen con la de todos los otros [...] El propio genoma, inmerso en la superred epigenética metabólica, no es en absoluto estable ni se encuentra aislado de las exigencias ambientales [Mae-Wan Ho, 2001:79].

A pesar de la proliferación de estudios dedicados a los procesos epigenéticos en el presente, lamentablemente parece que la gran mayoría continúan centrándose en los cambios en la expresión del gen o grupos de genes. Tratándose de organismos pluricelulares, metasisemas,⁹ las interacciones se vuelven infinitamente más complejas. Estos procesos se complejizan aún más cuanto las interacciones se “extienden” al medio en el que se encuentra el ser vivo, de manera que las dinámicas

9. Metasisema = sistemas anidados en otros sistemas.

que se establecen en el complejo operar de las interacciones en la red epigenética, las redes metabólicas y el organismo con el medio, deben considerarse para su comprensión. El énfasis ya no debe estar en los genes ni en la unidad celular, sino en el ser vivo como un todo.

*Sobre la complejidad del *Homo sapiens**

Suele definírsele al humano como un ser bio-psico-sociocultural (incluso bio-eco-psico-sociocultural). Es pues una realidad fenoménica hipercompleja que articula cuando menos tres dimensiones: a) dimensión psíquica relacional-interrelacional, de percepción-cognición; b) dimensión social-cultural que le lleva a establecer relaciones sociales y culturales constitutivas de su ser; c) dimensión físico-biótica que lo relaciona con la biosfera. Pero las propiedades de los seres humanos individuales no se dan aisladamente, sino que surgen como consecuencia de su operar en estas dimensiones que podemos conocer-aprehender justo a través de toda las manifestaciones de su corporeidad.

La unión de un ovocito y un espermatozoide humanos sólo inicialmente determina una estructura biológica humana, pero el individuo humano, su corporeidad, emerge permanentemente en un proceso epigénico. Si bien, por un lado, se afirma que la estructura de los sistemas vivos, su morfogénesis, obedece —como en todos los procesos del mundo— a las leyes de la física y de la química [Mira-montes y Gutiérrez Sánchez, 2002], como ser metacelular¹⁰ está organizado en diferentes niveles sistémicos cuya superred epigenética metabólica tiene lugar en todas y cada una de las células que los componen. Sin embargo, para explicar la ontogenia humana, no basta esta perspectiva físico-química.

Para ser humano hay que crecer como humano, “los humanos no nacen con naturaleza humana, [la desarrollan y organizan] durante el proceso de socialización” [Montagu, 1972:16-19]. Para Lizarraga, el *Homo sapiens* se humaniza durante su devenir histórico, mismo que es generado por su propio dinamismo ya que es

10. Sistemas metacelulares: aquéllos en los cuales a partir de una célula inicial, por división y diferenciación celular, generan una unidad de orden superior —de segundo orden [Maturana, 1997]—, ya que en éstos, las células existen normalmente sólo si tienen a otras células en estrecho agregamiento celular (*acopladas*) como medio de realización de su autopoiesis. Lo que es común en todos los metacelulares es que incluyen células como elementos-componentes de sus estructuras, las cuales se organizan como una red de procesos de producción de componentes en su operar autopoietico.

Un animal cuya dinámica cultural remodela constantemente su contextualidad, mediada por la infinidad de imágenes mentales que construye y reconstruye de la realidad o de lo que percibe (e identifica) como tal, y direccionada por sus sensaciones, transformadas éstas en sentimientos y pasiones que promueve la emergencia de emociones y obsesiones, preferencias y expectativas [Lizarraga, 2000:68].

En el humano, para mantenerse en autopoiesis, es sustantivo su peculiar sistema nervioso, el que en su operar se relaciona constante e íntimamente con el sistema endócrino, de manera que la principal interfase neuroendocrina tiene lugar entre el hipotálamo y la hipófisis, que forman una unidad que interactúa complejamente con varias glándulas endocrinas y neurotransmisores, participando en la determinación de una amplia variedad de actividades fisiológicas. Las acciones e interacciones de los sistemas nervioso y endocrino constituyen los mecanismos reguladores principales para casi cualquier actividad fisiológica [Calzada, 1998].

Desde una lógica compleja, podemos comprender que la regulación de los procesos de crecimiento y desarrollo como las mediaciones de nuestras emociones, significaciones, representaciones, dependen esencialmente de moduladores neuroendocrinos [Insel y Young, 2001], así como de las experiencias¹¹ del sujeto que tienen lugar en contextos socioculturales. El conjunto de procesos que intervienen es extremadamente complejo, ocurren interacciones sinérgicas y antagónicas, generando bucles recursivos, donde los productos y los efectos se convierten en elementos primarios.

Ya se dijo que aunque la autopoiesis molecular permite a los seres vivos autonomía en su operar (clausura operacional), están abiertos estructuralmente, pues para vivir requieren ser “atravesados” por el flujo incesante de materia, energía e información.

Una forma mediante la cual el ser vivo recibe este flujo “vital” es en el proceso de alimentación-nutrición. Un aspecto consiste en la ingestión, degustación, masticación, deglución y digestión gástrica e intestinal de los alimentos, platillos y

11. “Para que un hecho se convierta en experiencia debe realizarse un proceso activo de apropiación que está mediado tanto por la capacidades orgánico-funcionales de la especie como por el significado cultural (que acota el proceso de asignación de significado individual)” [Aguado, 2004:38].

derivados,¹² gracias a lo cual sufren una degradación que libera a los nutrimentos¹³ y permite su absorción. Éstos, durante el proceso de nutrición, una vez que ingresan en el organismo, se vuelven elementos componentes del mismo.

Es un hecho que el proceso de nutrición en lo inmediato depende de la ingesta de alimentos y de la estructura del organismo. Así, por un lado, debido a las cualidades de la dieta (conjunto de alimentos consumidos), los nutrimentos operan en múltiples ciclos de actividad metabólica recursivos y entrelazados, proporcionando energía y componentes estructurales a los tejidos, a la vez que coadyuvan con la regulación de los procesos metabólicos del organismo, entre otros. Por otro lado, las propiedades físico-químicas de los nutrimentos pueden tener un efecto directo sobre el material genético. Un ejemplo son los retinoles que modulan la expresión de grupos de genes relacionados con el crecimiento y la diferenciación celular [Vadillo, 2004]. Pero no basta con ingerir alimentos. Dada nuestra naturaleza humana también importan otros aspectos cargados de significaciones, emociones, pasiones y sentimientos como ¿qué, cómo, cuánto, cuándo, dónde y con quién comemos?, para que los nutrimentos puedan ser aprovechados por las células de la persona. Más allá de considerar la alimentación como vehículo para allegar al organismo materia-energía, es necesario pensarla como hecho social, portador de información. Es la manifestación cultural de todos los aspectos de su vida. Al respecto Sydney Mintz comenta:

Los alimentos que se comen tienen historias asociadas con el pasado de quienes los comen [...] Y nunca son comidos simplemente; su consumo siempre está condicionado por el significado. Estos significados son simbólicos y se les comunica simbólicamente; también tienen sus historias [Mintz, 2003:28].

12. "Puede definirse el alimento [humano] como los órganos, tejidos o secreciones de organismos de otras especies que contienen concentraciones apreciables de uno o más nutrimentos biodisponibles, cuya ingestión en las cantidades y formas habituales es inocua, que por su disponibilidad y precio son ampliamente accesibles, y que sensorial y culturalmente son atractivos" [Burges, 2004:479]. "Cabe reservar la palabra alimento al producto primario [ej. maíz, trigo, leche] y asignar los términos platillo o derivado a los productos culinarios [ej. tortilla, pan] o industriales [ej. mantequilla, queso] reespectivamente [Burges, 2004:484].

13. Nutrimento. "unidad funcional mínima que la célula utiliza para el metabolismo intermedio y que es provista a través de la alimentación" [Casanueva y Burges, 2004:442].

No sólo se trata de aprovechar los nutrimentos, también tenemos que satisfacer otras necesidades como las emociones (recordemos la dimensión relacional-interrelacional) para el desarrollo de nuestra corporeidad. Tales son nuestras necesidades afectivas¹⁴ (sentimiento-emoción) que se les ha propuesto como una clave importantísima en el proceso de hominización-humanización [Maturana, 1999; Morin, 2000; Goldschmith, 2006].

La existencia de cada sujeto transcurre en un nicho, en el que de manera recursiva se adapta gracias a su naturaleza humana. En efecto, se trata de un ambiente básicamente modificado por la acción social de los seres humanos. Éstos en su devenir histórico y al vivir en colectividades, se encuentran en constante transformación y apropiación de la naturaleza, instrumentando para ello diferentes relaciones de organización. La forma como interaccionan en los sistemas sociales y el modo de operar, según las prácticas culturales de la(s) comunidad(es) en la(s) que transcurre su vida, en tiempos y espacios múltiples y diversos, serán sustantivos en las trayectorias diversas que sigue el curso de vida de cada sujeto [Blanco y Pacheco, 2003; Gutiérrez y Valladares, 2006], y que irremediablemente, en cada momento, irá dejando huella en su corporeidad.

En efecto, es a través del operar de nuestra naturaleza humana que el entorno social se vuelca en nuestra misma naturaleza, a la vez que nos “vertimos” en él, de manera tal que las relaciones recíprocas entre ambiente y organismo se constituyen en causas como en efectos.

El devenir de la ontogenia humana

Durante la ontogenia de todo individuo metacelular, su dinámica interna lo conduce a procesos de crecimiento, desarrollo, degradación y muerte. El resultado no es un simple agregado de unidades celulares llevando a cabo, en forma aislada o como conglomerados celulares (tejidos, órganos) dichos procesos, pues la unidad metacelular es el organismo como un todo, en el que las partes se sumergen en la identidad de este último.

En el humano, como en todo sistema vivo, estos cambios suceden, en un tiempo y espacio preciso, por lo que definen una trayectoria. Por ejemplo, en un nivel macroscópico, se observa que los sujetos en crecimiento presentan una trayectoria que, en lo ge-

14. “Affect needs were identified by Abraham Maslow [1968:381] as «love and affection and belongingness needs» that come into play after the needs for safety and physiological functions have been met” [Goldschmidt, 2006:13].

neral, es semejante en todos los individuos. Con el registro sistemático del crecimiento, y aplicando procedimientos matemáticos y estadísticos, se pueden describir curvas “teóricas” (empleando valores centrales y su dispersión), que constituyen gráficamente “canales de crecimiento” o auxodromos. Waddington, desde el campo de la biología teórica, nombró *creodo* a “una trayectoria canalizada que actúa como un atractor para las trayectorias próximas” [Waddington, 1976:31], parecería que se tratara de la expresión del proceso en el que los *atractores extraños* están presentes.

Múltiples observaciones permiten afirmar que durante la etapa formativa de la vida, la gran mayoría de los menores que han vivido bajo circunstancias favorables para un buen crecimiento y desarrollo físico, suelen mantener su crecimiento dentro de las mismas trayectorias, de tal forma que en su registro gráfico puede verse que siguen un mismo “canal” de crecimiento.¹⁵ No obstante, es necesario precisar que los fenómenos de crecimiento y desarrollo se expresan de manera única en la individualidad de cada sujeto, debido a las múltiples co-determinaciones bio-psico-socioculturales que ocurren en su particular proceso ontogénico. Durante los primeros años de vida del sujeto, dada la sensibilidad respecto a las condiciones iniciales de todo sistema vivo (complejo), aunada a la labilidad por la inmadurez propia del ser humano y a su capacidad de significar el mundo que le rodea, es relativamente fácil que su trayectoria en el crecimiento y desarrollo físico cambie, lo que podría expresar una especie de ruptura de simetría.

Prader *et al.* [1963] propusieron que ante la presencia de situaciones que alteran temporalmente el crecimiento, como enfermedades o inanición y, aun y cuando estos autores no lo mencionan, también por la carencia de estímulos emocionales positivos, el desvío hacia uno o más canales de crecimiento inferiores es temporal, ya que después de la situación perturbadora viene un rápido crecimiento que hace retornar al canal de crecimiento que se había abandonado, fenómeno que definieron como *catch up growth* [Tanner, 1986]. Otros trabajos reportan un comportamiento diferente en las trayectorias de los sujetos que durante la etapa formativa de la vida tuvieron limitaciones en su crecimiento y desarrollo. Dependiendo de la edad biológica del sujeto, del lapso e intensidad durante el cual se presenten la serie de circunstancias que limitan el adecuado crecimiento físico, el organismo —que

15. Esta observación Tanner [1962] la nombró como *canalización* del crecimiento físico. Desde las teorías sistémicas posiblemente este fenómeno se explique dada la recursividad en la autosimilitud en los fractales.

se encuentra permanentemente en autoorganización y autopoiesis—, modifica su estructura, expresándose a nivel somático, pérdida de peso (por la utilización de la reserva energética acumulada en sus depósitos grasos y la destrucción subsecuente de sus masas musculares) y disminución paulatina de sus procesos de autoproducción, con reducción disarmónica de los ritmos y velocidad en el crecimiento y desarrollo celular esperados para su edad cronológica [Ramos G. *et al.*, 1969; Ramos R., 1981a; Waterlow, 1996].

En el sujeto ha ocurrido un proceso semejante a las bifurcaciones en un sistema dinámico que es motivado por y generador de la serie de interacciones en y entre las redes epigenéticas, metabólicas en el interior del organismo, así como motivado por y generador de las interacciones provenientes del nicho, transformando así continuamente su estructura sin perder su organización, hecho que lo mantiene con vida. Entonces, el organismo se desvía hacia un “nuevo equilibrio” metabólico y funcional, reestableciendo con ello la velocidad del crecimiento y desarrollo conforme al estadio de crecimiento del sujeto y su tamaño o masa previa,¹⁶ siguiendo una trayectoria o auxodromo (canal de crecimiento) paralelo, pero a nivel inferior, al que transitaba antes de que ocurriera la situación perturbadora; desde su experiencia empírica en un nivel macroscópico, Ramos G. denominó homeorresis¹⁷ a este proceso [Ramos G., 1966, 1969].

Como ya se anotó en párrafos previos, a pesar de la gran sensibilidad en relación con las condiciones iniciales del sistema, éste tiene estabilidad (robustez) ante las eventualidades históricas, de manera que si bien el sujeto en su autopoiesis de necesidad tiene que cambiar permanentemente su estructura, la reactivación de la función de crecer parece ocurrir cuando se presenta marcada desaceleración en el crecimiento, previa a los cambios en su dirección (debidos al cambio de velocidad en el ritmo de crecimiento) propios de la especie, sin importar la edad cronológica cuando éstos suceden, es decir, poco antes del nacimiento, al finalizar el primer brote de crecimiento, en el acmé del segundo y al finalizar el mismo [Ramos R. y Serrano, 1986].

16. Eso es así porque el crecimiento y desarrollo son procesos continuos en la vida de cualquier organismo, de ahí que cada evento está vinculado con el inmediato anterior, de tal manera que el crecimiento ulterior dependerán del tamaño y masa previa, así como del estadio de desarrollo en el que se encuentre el sujeto.

17. Homeorresis en el crecimiento físico es el proceso durante el cual un organismo en desarrollo es capaz de compensar las influencias que perturban su crecimiento físico logrando un cambio estabilizador, que se expresa en la recuperación de la función de crecimiento siempre acorde con el tamaño y masa alcanzada por el organismo hasta ese momento [Ramos R., 1986, 2004].

Al término de la etapa formativa de la vida, se tienen como resultado las siguientes situaciones: a) normalización del proceso de crecimiento de acuerdo con la edad biológica y tamaño o masa previa; b) tamaño final disminuido, pues “el tiempo perdido no se recupera”, en efecto, la fuerza de la irreversibilidad del tiempo en biología es un hecho reconocido [Maturana, 1997; Reynoso, 2006]; c) relación segmento superior-segmento inferior alterada [Leitch, 1959; Ramos G. *et al.*, 1969; Ramos R., 1978, 1981b, 1986, Frisancho *et al.*, 2001; Bogin, 2002], donde el tronco es proporcionalmente más largo en relación con las piernas; y d) ajustes en la composición corporal [Ramos R., 1981b, 1988].

Desde otra perspectiva, se ha visto que, asociadas a los problemas de mal crecimiento, se encuentran una serie de enfermedades que se manifiestan principalmente en vida adulta (cardiovasculares, diabetes, obesidad, entre otras). A partir de que Barker y colaboradores [1989a, 1989b] dieron a conocer sus hallazgos en los que vinculaban el bajo peso al nacer y la mayor propensión a morir por enfermedades cardiovasculares durante la edad adulta, están aumentando notoriamente las investigaciones que relacionan el crecimiento durante la etapa formativa (tanto en vida intrauterina como en la infancia, niñez y adolescencia), con patologías asociadas al incremento en la edad.¹⁸ Cameron y Demerath publicaron un extenso artículo de revisión que trata sobre estos temas [2002]. Por ejemplo, Barker [1995] argumenta que la enfermedad coronaria en edades avanzadas está asociada con patrones específicos de disproporcionalidad en el crecimiento fetal que resultan de la desnutrición durante la etapa fetal media a tardía. Ericksson y sus colaboradores [2001] reportaron que el bajo peso al nacer y un índice ponderal bajo están asociados con el incremento en el riesgo de padecer enfermedad coronaria, el cual se incrementa aún más si después del primer año de edad se tiene una ganancia rápida del peso y del índice de la masa corporal. Esta observación corresponde a lo descrito por Rolland-Cachera [*et al.* 1984; Rolland-Cachera, 1999], en el sentido de que cuando los menores son del-

18. “Age-related changes are changes in physiology, structure, or function that show an increase in the probability of occurrence with increasing age. These need not manifest in all individuals at the same age or even occur in all prior to death. Age-determined changes include events that are invariable and universal aspects of a species’ life history, but which may occur across a range of age with an accepted mean... [like]...closing of cranial sutures, attainment of puberty and reproduction function, decreased hormone production in later life...Although the precise age at which such changes will occur is variable, they will occur in all individuals who survive sufficiently long” [Crews, 2003:19-20].

gados al nacimiento y presentan alrededor de los tres años una ganancia rápida del índice de la masa corporal, tienen alta probabilidad de ser obesos en la adolescencia y adultez. Las causas que se atribuyen a estos procesos son diversas, pero cada vez más se explican por las modificaciones metabólicas que tienen lugar en los sujetos que fueron desnutridos al inicio de su vida [González y Ríos, 2004; Sawaya *et al.*, 2004], necesarias para mantenerse en autopoiesis, otras, enfatizan la acción epigenética en estos procesos [Kaati *et al.*, 2002; Pray, 2004; Ainsworth, 2006]. El resultado son continuas bifurcaciones en el operar del organismo como corresponde a los sistemas dinámicos complejos.

Según Maturana y Varela, “la ontogenia [de todo ser vivo] es la historia del cambio estructural de una unidad sin que ésta pierda su organización” [1999:64]. En efecto, para un organismo, estar vivo depende del equilibrio dinámico de relaciones recursivas que se extiende entre él mismo y su ambiente a través de todo su sistema fisiológico hasta sus genes (autoadaptación en todos sus niveles sistémicos), ocurriendo entonces cambios bioquímicos, conductuales, fisiológicos, genéticos, morfológicos, que se codeterminan unos a otros. Los sujetos están en permanente homeorresis, de no lograrlo, se manifiestan los procesos que distinguimos como enfermedad y puede ocurrir la muerte.

La ontogenia humana transcurre como un devenir constituido por continuas correcciones de ruta de las que emergen, a cada instante, nuevas posibilidades. Las deformaciones en la estructura de los sistemas vivos continúan a lo largo de toda su vida, por ello la historia adquiere una importancia primordial.

Reconociendo que existe una multiplicidad de tiempos, caracterizados por sus ritmos temporales particulares, durante la ontogenia de cada persona, en todo momento se entreteje su tiempo individual, con los tiempos históricos, grupales y familiares [Gutiérrez y Valladares, 2006:61] que transcurren en los nichos donde se desarrolla. Dónde está y cómo es ahora el cuerpo (corporeidad) de una persona, no dependerá únicamente de su estructura en este momento sino también de un pasado que impone contingencias a la interacción presente y futura del vivir como humano.

Comentario final

En los apartados anteriores se ha considerado a la ontogenia humana como un proceso complejo, el cual en una acepción general podría definirse como el tejido de eventos que mantienen entre sí una gran variedad de relaciones (acciones, inte-

racciones, retroacciones, determinaciones, azares) que ocurren tanto sincrónica como diacrónicamente, y que constituyen nuestro mundo fenoménico [Morin, 1984; Vilar, 1997]. Bajo estas consideraciones, para aprender-comprender los procesos y futuros posibles que tienen lugar durante la ontogenia humana, resulta necesario hacerlo desde la idea de la complejidad. Debemos entonces trascender los métodos analíticos que nos llevan a separar las “partes” de aquello que queremos conocer, bajo el supuesto de que una vez aprendidas analíticamente cada una de ellas, este saber parcelado (derivado del análisis) puede volverse a reunir a través de un ejercicio de recapitulación, logrando así, un conocimiento en síntesis que nos permitiría aprehender la totalidad de aquello que deseamos conocer. En la práctica esto no sucede, porque tal proceder nos privaba de aprender, precisamente, lo que implica la complejidad, es decir, las interacciones—de carácter no lineal—entre las “partes”, que dejan de serlo porque se constituyen como “elementos-componentes” del sistema.

Hasta ahora, la gran mayoría de los trabajos relativos a la ontogenia humana abordan el tema desde un enfoque disciplinario, si acaso multidisciplinario, empleando el pensamiento simple (vieja racionalidad). Por ello, las teorías, metodologías y técnicas de investigación utilizadas en la práctica antropológica “tradicional” se hacen insuficientes. Ante un fenómeno complejo, se requiere emplear una metodología transdisciplinaria, pues el saber que de ella se deriva ya no sólo establece un “diálogo” entre saberes disciplinarios (multidisciplina), sino que se produce una fertilización cruzada de métodos y conocimientos sectoriales (disciplinarios) y va trazando así “puentes” conceptuales y metodológicos entre los saberes “dialogantes” [Sorolongo *et al.*, 2006]. Por supuesto que implica un reto para quienes se aventuran en la transdisciplina, pero sin duda irán emergiendo nuevas teorías, conceptos, objetos, objetivos y problemas, así como nuevas formas de mirar y leer los datos, y en consecuencia la reconceptualización de muchos supuestos teóricos que hemos venido utilizando como estudiosos de la ontogenia humana [Ramos, 2007].

Bibliografía

Aguado Vázquez, Carlos

2004 *Cuerpo humano e imagen corporal. Notas para una antropología de la corporeidad*, México, UNAM-Instituto de Investigaciones Antropológicas.

Andrade, Eugenio

- 2005 "Complejidad y autorreferencia: más allá de la dualidad genotipo-fenotipo", en Maldonado, Carlos Eduardo (comp.), *Complejidad de la ciencias y ciencias de la complejidad*, Bogotá, Universidad Externado de Colombia, Serie Pretextos núm. 27, pp. 89-120.

Aranda Anzaldo, Armando

- 1997 *La complejidad y la forma*, México, FCE.

Baker, Paul T.

- 1994 "Foreword", en Douglas E. Crews y Ralph M. Garruto (eds.), *Biological Anthropology and Aging*, Nueva York, Oxford University Press, pp. v-vi.

Barker, D. J. P.

- 1995 "Fetal Origins of Coronary Heart Disease", en *BMJ*, vol. 311, pp. 171-174.

Barker, D. J. P., P. D. Winter et al.

- 1989a "Growth in Utero, Blood Pressure in Childhood and Adult Life, and Mortality from Cardiovascular Disease", en *Br Med J [Clin Res]*, vol. 298, pp. 564-567.

Barker, D. J. P. et al.

- 1989b "Weight in Infancy and Death from Ischaemic Heart Disease", en *Lancet*, vol. 2, pp. 577-580.

Bertalanffy, Ludwig von

- 2003 *Teoría general de sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones*, México, FCE.

Blanco, Mercedes y Edith Pacheco

- 2003 "Trabajo y familia desde el enfoque del curso de vida: dos subcohortes de mujeres mexicanas", en *Papeles de Población*, octubre/diciembre, núm. 38, Toluca, Universidad Autónoma del Estado de México, pp. 159-193.

Bogin, Barry

- 1999a *Patterns of Human Growth*, Cambridge, Cambridge University Press.
1999b "Evolutionary Perspective on Human Growth", en *Annu. Rev. Antropol.*, vol. 28, pp. 109-153.
2002 "Rapid Change in Height and Body Proportions of Maya American Children", en *Am. J. of Hum. Biol.*, vol. 14, pp. 753-761.

Boyd, Edith y R. E. Scammon

- 1980 *Origins of the Study of Human Growth*, Oregon, Portland University of Oregon, Health Sciences Center Foundation.

Brigges, John y F. David Peat

- 2001 *Espejo y reflejo: del caos al orden*, Barcelona, Gedisa.

Burges Rodríguez, Héctor

- 2001 "Los alimentos y la dieta", en Casanueva E., M. Kaufer et al. (eds.), *Nutriología Médica*, México, Fondo Nestlé para la Salud/ Editorial Médica Panamericana, pp. 469-508.

Calzada León, Raúl

- 1998 *Crecimiento del niño. Fundamentos fisiopatológicos*, México, McGraw-Hill Interamericana.

Cameron, Noël y Ellen W. Demerath

- 2002 "Critical Periods in Human Growth and their Relationship to Diseases of Aging", en *Yearbook of Physical Anthropology*, vol. 45, pp. 159-184.

Cannon, Walter B.

- 1939 *The Wisdom of the Body*, Nueva York, Norton.

Capra, Fritjof

2002 *La trama de la vida. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos*, Barcelona, Anagrama.

Casanueva, Esther y Héctor Burges Rodríguez

2001 “Los nutrimentos”, en Casanueva E., M. Kaufer *et al.* (eds.), *Nutriología Médica*, México, Fondo Nestlé para la Salud/ Editorial Médica Panamericana, pp. 441-464.

Crews, Douglas

2003 *Human Senescence. Evolutionary and Biocultural Perspectives*, Cambridge, Cambridge University Press.

Eriksson, J. G. et al.

2001 “Early Growth and Coronary Heart Disease in Later Life: Longitudinal Study”, en *BMJ*, núm. 322, pp. 949-953.

Frisancho, Roberto

1990 *Anthropometric Standards for the Assessment of Growth and Nutritional Status*, Ann Arbor, Michigan.

Frisancho, A. R.; N. Gilding y S. Tanner

2001 “Growth of Leg Length is Reflected in Socio-economic Differences”, en *Acta Med. Auxol.*, vol. 33, pp. 47-50.

García Cavazos, Ricardo

2003 “Editorial. Epigenética: una explicación de las enfermedades hereditarias”, en *Perinatal. Reprod. Hum.*, vol. 17, núm. 2, pp. 57-60.

García, Rolando

1994 “Interdisciplinarietà y sistemas complejos”, en Leff, Enrique (comp.), *Ciencias sociales y formación ambiental*, Barcelona, Editorial Gedisa-Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades-UNAM, pp. 85-124.

González Barranco, Jorge y Juan M. Ríos Torres

2004 “Early Malnutrition and Metabolic Abnormalities Later in Life”, en *Nutrition Reviews*, vol. 62, núm. 7, pp. S134-S139.

Goldschmidt, Walter

2006 *The Bridge to Humanity. How Affect Hunger Trumps the Selfish Gene*, Nueva York, Oxford University Press.

Goodwin, Brian

1998 *Las manchas del leopardo*, Barcelona, Tusquets Editores.

Gutiérrez Ramírez, Servando y Clara Elena Valladares Sánchez

2006 “La perspectiva de ‘Curso de Vida’ como eje interdisciplinario en la investigación sociodemográfica en la ‘nueva’ formación familiar: una reflexión sobre el caso mexicano”, en Rosales Ortega, Rocío, Servando Gutiérrez Ramírez y José Luis Torres Franco (coords.), *La interdisciplina en las ciencias sociales*, Barcelona, Anthropol Editorial-División de Ciencias Sociales y Humanas-UAM Iztapalapa, Cuadernos A., Temas de innovación social, núm. 21, pp. 57-68.

Ho, Mae-Wan

2001 *Ingeniería genética: ¿sueño o pesadilla?*, Barcelona, Gedisa, Colección Límites de la Ciencia.

Insel, Thomas R. y Larry J. Young

2001 “The Neurobiology of Attachment”, en *Nature Reviews [Neuroscience]*, vol. 2, pp. 129-136.

Kaati, G. et al.

- 2002 "Cardiovascular and Diabetes Mortality Determined by Nutrition During Parents' and Grandparents' Slow Growth Period", en *Eur. J. Hum. Genet.*, vol. 10, pp. 682-688.

Laszlo, Ervin

- 1997 *La gran bifurcación*, Barcelona, Gedisa.

Leitch, I.

- 1959 "Growth and Health", en *Br J Nutri*, vol. 5, pp. 142-151.

Lewontin, Richard

- 2000 *Genes, organismo y ambiente. Las relaciones de causa y efecto en biología*, Barcelona, Gedisa.

Lewontin, Richard; Steven Rose y Leon J. Kamin

- 1991 *No está en los genes. Racismo, genética e ideología*, México, Grijalbo-Conaculta.

Lizarraga Cruchaga, Xabier

- 2000 "El percibir, el sentir y el hacer: la antropología del comportamiento", en Pérez Taylor, Rafael et al., *Aprender-comprender la antropología*, México, Compañía Editorial Continental, pp. 67-85.

Maslow, Abraham H.

- 1968 *Toward a Psychology of Being*, Princeton, Van Nostrand.

Maturana Romesín, Humberto

- 1997 "Prefacio de Humberto Maturana a la segunda edición", en Maturana Romesín, Humberto y Francisco J. Varela García, *De máquinas y seres vivos. Autopoiesis: la organización de lo vivo*, Santiago de Chile, Editorial Universitaria, pp. 9-33.
- 1999 *Transformaciones en la convivencia*, Santiago de Chile, Dolmen Ediciones.

Maturana Romesín, Humberto y Francisco J. Varela García

- 1997 *De máquinas y seres vivos. Autopoiesis: la organización de lo vivo*, Santiago de Chile, Editorial Universitaria.
- 1999 *El árbol del conocimiento. Las bases biológicas del conocimiento humano*, Barcelona, Editorial Debate.

Meyer, Francis

- 1970 "El concepto de adaptación", en F. Bresson, Ch. H. Marx, F. Meyer, J. Nuttin, P. A. Osterrieth y J. Piaget, *Los procesos de adaptación*, Buenos Aires Editorial Proteo.

Mintz, Sydney

- 2003 *Sabor a comida, sabor a libertad. Incursiones en la comida, la cultura y el pasado*, México, CIESAS-Ediciones de la Reina Roja-Conaculta, Colección La falsa tortuga.

Miramontes, Pedro

- 1999 "El estructuralismo dinámico", en Ramírez, Santiago (coord.), *Perspectivas en las teorías de sistemas*, México, Siglo XXI editores-CIESAS-UNAM, pp. 70-82.

Miramontes Pedro y José Luis Gutiérrez Sánchez

- 2002 "El origen de las formas vivas de Geoffroy Saint-Hilaire a D'Arcy Thompson", en Sánchez Garduño, Faustino, Pedro Miramontes y José Luis Gutiérrez Sánchez (coords.), *Clásicos de la biología matemática*, México, Siglo XXI editores-CIESAS-UNAM, pp. 47-66.

Montagu, Ashley

- 1972 *La humanización del hombre*, Caracas, Editorial Tiempo Nuevo.

Morin, Edgar

- 1984 *Ciencia con consciencia*, Barcelona, Anthropos Editorial del Hombre.

1996 *Introducción al pensamiento complejo*, Barcelona, Editorial Gedisa.

2000 *El paradigma perdido. Ensayo de bioantropología*, Barcelona, Editorial Kairós.

Organización Mundial de la Salud

1995 *El estado físico: uso e interpretación de la antropometría*, Ginebra.

Peña Saint Martin, Florencia y Rosa Ma. Ramos R.

2003 “Reflexiones en torno a la docencia de la Antropología Física en México”, en *Estudios de Antropología Biológica*, vol. XI, pp. 523-535.

Prader, A.; J. M. Tanner y G. A. Von Harnack

1963 “Catch-up Growth Following Illness or Starvation”, en *Journal of Pediatrics*, vol. 62, pp. 646-659.

Pray, Leslie A.

2004). “Epigenetics: Genome, Meet Your Environment. As the Evidence Accumulates for Epigenetics, Researchers Reacquire a Taste for Lamarckism”, en *The Scientist*, vol. 18, num. 13, pp. 14-20.

Prigogine, Llya

1997 *Las leyes del caos*, Barcelona, Crítica-Grijalbo Mondadori.

Ramírez, Santiago (coord.)

1999 *Perspectivas en las teorías de sistemas*, México, Siglo XXI editores-CIESAS-UNAM, pp. 70-82.

Ramos Galván, Rafael

1966 *Homeorresis as a Phenomenon of Adaptation to Calorie-Protein Deficiency*, Ginebra, PAG-WHO-FAO-UNICEF.

1969 “Homeorresis en la desnutrición humana”, en Academia Nacional de Medicina, *Segundo Congreso de la Academia Nacional de Medicina*, vol. II, México, Academia Nacional de Medicina, Conferencias magistrales, pp. 59-76.

Ramos Galván, Rafael; Carlos Mariscal; Arturo Viniegra y Bartolomé Pérez O.

1969 *Desnutrición en el niño*, México, Impresiones Modernas.

Ramos Rodríguez, Rosa Ma.

1978 “Índice córmico y relación segmento superior/segmento inferior, en un grupo de mujeres de 12 a 20 años de edad”, en *Cuadernos de Nutrición*, vol. 3, pp. 77-87.

1981a “Composición corporal en niños de Cuentepec, Morelos”, en *Bol. Méd. Hosp. Infant. México*, vol. 38, núm. 3, pp. 425-440.

1981b “El significado del segmento superior: una hipótesis por considerar”, en *Bol. Méd. Hosp. Infant. México*, vol. 38, núm. 4, pp. 573-583.

1986 *Crecimiento y proporcionalidad corporal en adolescentes mexicanas*, México Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM.

1988 “Homeorresis en la menarquia”, en *Bol. Méd. Hosp. Infant. México*, vol. 45, núm. 12, pp. 823-830.

2004 “Homeorresis en la etapa formativa de la vida: estudio bioantropológico en menores de Tlaxiaco, Oaxaca”, tesis doctoral, México, UNAM.

2007 “El crecimiento físico como fenómeno complejo”, en *Estudios de Antropología Biológica*, vol. XIII, pp. 971-988.

Ramos Rodríguez, Rosa Ma. y Carlos Serrano S.

1986 “El proceso de homeorresis en tres grupos indígenas de México. Modificaciones en la talla y en la composición corporal”, en *Bol. Méd. Hosp. Infant. México*, vol. 43, núm. 10, pp. 599-611.

Reynoso, Carlos

- 2006 *Complejidad y caos. Una exploración antropológica*, Buenos Aires, Editorial SB, Colección Complejidad Humana.

Riddihough, Guy y Elizabeth Pennisi

- 2001 "The Evolution of Epigenetics", en *Science*, vol. 293, núm. 5532, pp. 1063-1067.

Rolland-Cachera, Marie Françoise

- 1999 "Obesity Among Adolescents: Evidence for the Importance of Early Nutrition", en F. E. Johnston, B. Zemel. P. B Eveleth (eds.), *Human Growth in Context*, Londres, Smith-Gordon, pp. 245-258.

Rolland-Cachera, Marie Françoise et al.

- 1984 "Adiposity Rebound in Children: A Simple Indicator for Predicting Obesity", en *Am. J. Clin. Nutr.*, vol. 39, pp. 129-135.

Sawaya Ana Lydia et al.

- 2004 "Long-term Effects of Early Malnutrition on Body Weight Regulation", en *Nutrition Reviews*, vol. 62, núm. 7, pp. S127-S133.

Sutton, D. B. y N. P. Harmon

- 1994 *Fundamentos de ecología*, México, Limusa Noriega Editores.

Tanner, J. M.

- 1962 *Growth at Adolescence*, Oxford, Blackwell Scientific Publications.
- 1978 *Foetus into Man. Physical Growth from Conception to Maturity*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.
- 1981 *A History of the Study of Human Growth*, Cambridge, Cambridge University Press.
- 1986 "Growth as a Target-Seeking Function. Catch-up and Catch-down Growth in man", en F. Falkner y J. M. Tanner (eds.), *Human Growth. A Comprehensive Treatise*, Nueva York, Plenum Press, vol. 1, pp. 167-179.
- 1998 "A Brief History of the Study of Human Growth", en Ulijaszek, Stanley J; Francis E. Johnston y Michael A. Preece (eds.), *The Cambridge Encyclopedia of Human Growth and Development*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 3-12.

Timiras, P. S.

- 1972 *Developmental Physiology and Aging*, Nueva York, The Macmillan Co.

Vadillo Ortega, Felipe

- 2004 "Nutriología molecular", en Casanueva, Esther, Martha Kauffer Horwitz, Ana Berta Pérez Lizaur y Pedro Arroyo (eds.), *Nutriología médica*, México, Fundación Mexicana para la Salud-Editorial Médica Panamericana, pp. 465-468.

Varela García, Francisco J.

- 1997 "Prólogo de Francisco J. Varela García a la segunda edición", en Maturana Romesín, Humberto y Francisco J. Varela García, *De máquinas y seres vivos. Autopoiesis: la organización de lo vivo*, Santiago de Chile, Editorial Universitaria, pp. 34-61.

Vilar, Sergio

- 1997 *La nueva racionalidad. Comprender la complejidad con métodos transdisciplinarios*, Barcelona, Editorial Kairós.

Waddington, Conrad Hal

- 1976 *Hacia una biología teórica*, Madrid, Alianza Editorial.

Waterlow, John C.

- 1996 *Malnutrición proteico-energética*, Washington, Organización Panamericana de la Salud-Organización Mundial de la Salud, Publicación científica núm. 555.

Internet

Ainsworth, Claire

- 2006 “Mother’s Diet can Tinker with Babies Genes. Dietary Supplement Can Make Generations of Mice Obese. En www.nature.com/news/2006/060529/pf/060529-10_pf.htm (consulta: 7 de junio de 2006).

Carey, James R. y Debra S. Judge

- 2002 *Longevity Records. Life Spans of Mammals, Birds, Amphibians, Reptiles, and Fish*. Monographs on Population Aging, 8, Odense University Press, Max-Planck-Gesellschaft. En www/demogr.mpg.de (consulta: 4 de septiembre de 2004).

García Gómez, Pedro

- 1995 “Culminación del curso vital. Para una antropogerontología”, *Gazeta de Antropología*, núm 11. En www.ugr.es/~pwlac/G11_07Pedro_Gomez_Garcia.html (consulta: 10 de enero de 2007).

Sotolongo Codina, Pedro Luis y Carlos Jesús Delgado Díaz

- 2006 “La complejidad y el diálogo transdisciplinario de saberes”, en Sotolongo Codina, Pedro Luis y Carlos Jesús Delgado Díaz, *La revolución contemporánea del saber y la complejidad social. Hacia una ciencias sociales de nuevo tipo*, CLACSO, 65-77. En: bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/campus/soto/Capitulo%20IV.pdf (consulta: 30 de enero de 2007).

Índice general

TOMO I

Pág.

*Anabella Barragán Solís y
Lauro González Quintero*

Presentación

5

I. Historia de la antropología física

José Luis Fernández Torres

1. Algunos aspectos de la historiografía de la antropología física en el siglo XIX europeo 39

José Luis Vera Cortés

2. Algo más que 100 años de antropología física en México 61

II. Antropología física y evolución

Pilar Chiappa

1. Los primates no humanos en el espejo del antropólogo físico 83

Juan Manuel Argüelles

2. Elementos y consideraciones sobre evolución humana 111

José Luis Fernández Torres

3. Antecedentes históricos para la constitución de la antropología física evolutiva en el siglo XX 131

III. Genética

María del Pilar Navarro Meré y

1. Antropología molecular 149

Lucía Román Hinojosa

Víctor Acuña Alonzo

2. Genética de poblaciones humanas y antropología física 165

Alfonso Vilchis Peluyera,

Bibiana Rodríguez Ponce y Víctor Valdés López

3. Proyecto Genoma Humano y su importancia para la antropología física 187

Antonio González Martín y

Amaya Gorostiza Langa

4. Topografía genética de las poblaciones indígenas mexicanas 209

Antonio González Martín,

Amaya Gorostiza Langa, Julio Granados y

Víctor Acuña Alonzo

5. Genética, evolución y enfermedades en poblaciones humanas 225

IV. Antropología demográfica

<i>Patricia Olga Hernández Espinoza</i>	1. La antropología demográfica o el estudio antropológico de los hechos vitales de la población	245
<i>Natalia Bernal Felipe</i>	2. Una aproximación al estudio de “la reproducción humana” desde la óptica de la antropología física	267

V. Somatología y ontogenia

<i>Sergio López Alonso</i>	1. Variabilidad morfológica del cuerpo humano	283
<i>Rosa María Ramos Rodríguez</i>	2. Crecimiento físico y complejidad	303

TOMO II

<i>Anabella Barragán Solís y Lauro González Quintero</i>	<i>Presentación</i>	5
--	----------------------------	---

VI. Recuperación, análisis e interpretación de restos humanos

<i>Andrés Gutiérrez</i>	1. Métodos y técnicas de excavación para antropología física	39
<i>Carmen Ma. Pijoan A.</i>	2. Estudios de tafonomía en México	63
<i>Lourdes Márquez Morfín</i>	3. Osteología antropológica	89
<i>Mirsha Quinto-Sánchez y Neus Martínez-Abadías</i>	4. Craneometría: perspectivas desde la morfometría geométrica. Inferencias en la historia biológica de las poblaciones antiguas	115
<i>Jorge Alfredo Gómez-Valdés</i>	5. Antropología dental	147
<i>Francisco Antonio Osorio Dávila</i>	6. Bioarqueología y prácticas funerarias en el estudio de las sociedades pretéritas	173
<i>Josefina Mansilla Lory</i>	7. El estudio de momias como parte del conocimiento del fenómeno humano	197

VII. Horizontes transdisciplinares

VII.1. Sobre las relaciones interdisciplinares

<i>José Luis Vera Cortés</i>	1. De primates, humanos y relaciones disciplinares	237
------------------------------	--	-----

	<i>VII.2. Etnografía y antropología física</i>	
<i>Bernardo Adrián Robles Aguirre</i>	1. El trabajo de campo: algunas reflexiones en torno a qué hacer y cómo hacerlo	251
<i>María de Lourdes Sodi Campos</i>	2. Ética y antropología física. El que esté libre de culpa...	265
	<i>VII.3. Comportamiento social</i>	
<i>Edith Yesenia Peña Sánchez</i>	1. Antropología sexual: bases teóricas y metodológicas	289
<i>Xabier Lizarraga Cruchaga</i>	2. La agresividad: imperativo comportamental	315
<i>Martha Rebeca Herrera Bautista</i>	3. Género y violencia, otros senderos para la antropología física en México	333
	<i>VII.4. Semiótica de la cultura</i>	
<i>Anabella Barragán Solís</i>	1. Las metáforas del cuerpo: entre la antropología simbólica y la semiótica de la cultura	363
	<i>VII.5. Ecología y cultura</i>	
<i>Gabriel Saucedo Arteaga</i>	1. Antropología alimentaria y nutricional	393
<i>María Eugenia Peña Reyes</i>	2. El estudio de la actividad física desde la perspectiva de la antropología física	427
<i>Amaceli Lara Méndez</i>	3. Algunas consideraciones sobre la relación actual entre la ergonomía y la antropología física	453
<i>Anabella Barragán Solís</i>	4. El cuerpo experiencial en el proceso salud-enfermedad-atención: objeto de estudio de la antropología física	473

La complejidad de la antropología física, tomo I

La edición se realizó en el Departamento de Publicaciones de la ENAH.
Se terminó de imprimir en septiembre de 2011 en los talleres de Ediciones
del Lirio, S.A. de C.V., con domicilio en Azucenas núm. 10, col. San Juan
Xalpa, C.P. 09850, México, D.F., en papel Bond ahuesado de 90 g.
Se utilizó tipografía Adobe Garamond de 10 puntos.

El tiraje consta de 500 ejemplares.

