

María Eugenia Peña Reyes



Nosotros, los pueblos de la tierra, nos hemos elevado a una posición de liderazgo entre los seres vivos, a través de adaptaciones heredables que hemos creado en él... Nuestras culturas nos han permitido sobrevivir como grupos bajo el aspecto dinámico de la ley cósmica del equilibrio y hemos alcanzado un estado de culminación al transformar la energía en estructura social a un ritmo exponencial de aceleración.

C. S. Coon, *Adaptaciones raciales*.

Los grupos humanos disponen de una amplia gama de mecanismos adaptativos adquiridos en el curso de la evolución, mismos que resultan de un incremento en la plasticidad fenotípica adaptativa que hace posible la existencia de variación en los patrones de funcionamiento y conducta ante los cambios que ocurren en el medio ambiente.¹

La adaptación biológica puede ser definida en un sentido amplio como el ajuste entre el organismo y el mundo externo en el que éste vive. De manera más específica, adaptación se refiere a cualquier característica del organismo que contribuya a la sobrevivencia y reproducción.²

¹ P. T. Baker, "Human Biological Variation as an Adaptive Response to the Environment", *Eugen Quart*, volumen 13, número 1, 1966, pp. 81-91.

² *Ibidem*; R. Dyson-Hudson, "An Interactive Model of Human Biological and Behavioral Adaptation", en R. Dyson-Hudson y M. A. Little, *Rethinking Human Adaptation: Biological and Cultural Models*, Westview Press, USA, 1983.

En el modelo propuesto por Minnis,³ la adaptación puede ser analizada como una secuencia de respuestas a los problemas que enfrentan los seres vivos. Pero, además, la secuencia de respuestas tiene un orden jerárquico, de tal manera que las respuestas permanentes son más importantes, y las respuestas de menor duración, aquellas que fallan ante un problema, son menos importantes en el inventario de respuestas de que se dispone.

A través del estudio de las características genéticas y morfológicas de las poblaciones humanas, la antropología física hace inferencias acerca de las estrategias de adaptación por ellas desarrolladas. Es un hecho que los procesos de adaptación humana se evalúan a través de las respuestas fenotípicas, debido a que el genotipo resulta más difícil de medir directamente.

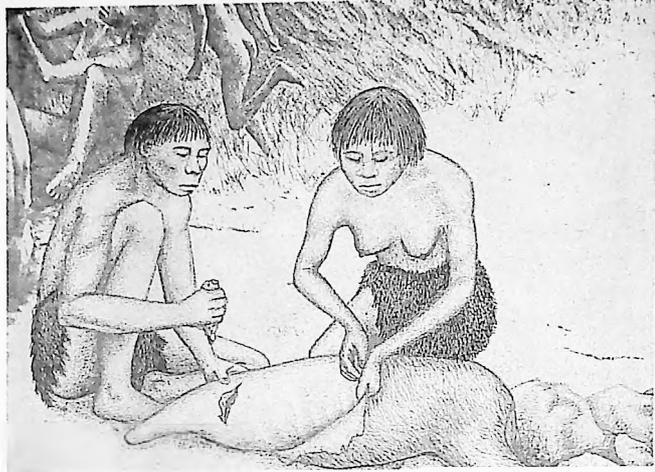
Una población biológica, desde la perspectiva de la antropología física, es definida como un grupo de individuos que comparten un ambiente común y que pueden formar parte también de un mismo grupo racial. Este último concepto, básicamente biológico, se aplica solamente a aquellos caracteres que se transmiten genéticamente, y nos lleva a considerar el origen evolutivo de las características distintivas de tales grupos.⁴

Una definición más o menos amplia define a la raza como un segmento importante de la especie que ha ocupado desde la primera dispersión de la humanidad una región determinada y que guarda cierta unidad geográfica, pero que al mismo tiempo se mantiene en contacto con el área ocupada por otras razas. Fue precisamente al interior de cada zona geográfica donde cada raza adquirió atributos genéticos distintivos, tanto en su apariencia física como en sus propiedades biológicas mediante fuerzas selectivas de todos aquellos factores que conforman su medio ambiente, incluyendo la cultura.

Después de diferenciarse, cada raza logró mantenerse en un contexto ecológico mediante la adaptación a las condiciones locales, sin excluir la posibilidad de intercambio con los grupos de los territorios contiguos.⁵

Es claro el énfasis puesto en la contribución de la carga genética a la producción de la variación, ya que éste es el agente potencial del proceso adaptativo. Baker⁶ apunta que, la variabilidad biológica humana, es justamente el producto de la adaptación en sentido evolutivo. En lo que Lewontin precisa:

El punto de vista actual sobre la adaptación es que el ambiente plantea ciertos problemas que los organismos necesitan resolver, y la evolución, a través de la selección natural, constituye



el mecanismo para crear dichas soluciones. Es así como la adaptación es el proceso del cambio evolutivo mediante el cual el organismo procura una solución al problema cada vez mejor, siendo el resultado final la adaptación.⁷

La única posibilidad de modificar las frecuencias génicas en una población, acorde con los planteamientos hechos por la genética, es la presencia de las mutaciones y las aberraciones cromosómicas, el flujo genético y la selección. Aunque existe acuerdo en el sentido de que la mayor parte de las diferencias de grupo en una población son el resultado de la selección, puesto que ésta actúa incrementando la frecuencia de aquellos genes que favorecen la adaptación, al mismo tiempo que reduce los que tienen menor valor adaptativo; de allí que las diferencias genotípicas en las poblaciones humanas se interpretan como respuestas adaptativas al ambiente.

La adaptación, en la teoría evolutiva de Darwin, plantea que las variaciones que favorecen la supervivencia de un individuo en competencia con otros organismos y a pesar de la tensión ambiental, tienden a aumentar el éxito reproductivo, y por lo tanto, tienden a conservarse.⁸

El estudio de la adaptabilidad humana debe contemplar las respuestas biológicas que incluyen componentes bioquímicos, fisiológicos

³P. E. Minnis, *Social Adaptation to Food Stress. A Prehistoric Southwestern Example*, University of Chicago Press, USA, 1985.

⁴S. S. Weiner, *El hombre: orígenes y evolución*, Ediciones Destino, Barcelona, 1980.

⁵C. S. Coon, *Las razas humanas actuales*, Ediciones Guadarrama, España, 1969.

⁶P. T. Baker, "Human Ecology and Human Adaptability", in G. A. Harrison, J. M. Tanner, et al., *Human Biology. An Introduction to Human Evolution, Variation, Growth, and Adaptability*, Oxford Science Publications, Great Britain, 1988. third edition.

⁷R. C. Lewontin, "Las adaptaciones. Investigación y ciencia", *Scientific American*, número 26, 1978, pp. 139-149.

⁸*Ibidem*.

y conductuales que pueden estar presentes en una población como consecuencia de aquellas adaptaciones población-específicas y/o genéticas especie-universales.⁹ Es así como el estudio de la adaptación humana abarca diversos tipos de respuesta y por lo tanto es abordada por diversas disciplinas.

Tres factores han sido ampliamente analizados como determinantes del origen de la variación humana a lo largo de la evolución.

1) El papel del clima en el desarrollo de la adaptabilidad.

2) La manera en que influyen las enfermedades en la adaptabilidad, y

3) La nutrición como un factor cultural en la adaptación.

Cabe recordar que en las poblaciones humanas la adaptación es indudablemente biocultural. El que cada cultura haya creado estrategias propias para enfrentarse a los cambios en el medio que le rodea, hace que las interacciones herencia-medio ambiente sean cada vez más complejas. Por ejemplo, las respuestas adaptativas implican la creación y mantenimiento de un microclima favorable dentro de un macroclima más amplio. La función del microclima es atenuar los efectos del clima, reduciendo la ganancia de calor, a la vez que contribuye a que la pérdida del mismo sea más eficiente.

Los recursos de adaptación humana comprenden ajustes culturales materiales y adaptaciones conductuales. Es así como la cultura

material proporciona habitación y vestido, los cuales producen microclimas favorables, esto es, competen a los procesos de radiación, convección y conducción del calor, en tanto que los recursos conductuales son básicamente aquellos que están dirigidos a evitar el calor. Un modelo bastante completo para interpretar la adaptación biológica es el propuesto por Baker,¹⁰ quien contempla cuatro tipos de interrelaciones:

1) *La aclimatación fisiológica.* Se relaciona con la respuesta adulta principalmente, y se mide en condiciones naturales: los cambios fisiológicos son los que ocurren en periodos de corta duración y bajo presiones ambientales específicas, que se modifican cuando el estímulo desaparece.

2) *Aclimatación evolutiva.* Su importancia radica en que los cambios se inician prenatalmente, y pueden tener efectos permanentes; tales características aparecen al tiempo que procede el crecimiento.

3) *El ajuste psicológico.* Se refiere a las formas de conducta que presentan los individuos al ajustarse a las tensiones, a la disposición de los individuos para soportar las presiones. En esta categoría es evidente la contribución de los diversos componentes culturales como mediadores en el desarrollo de la respuesta.

4) *Adaptación genética.* Implica que los individuos con ciertos genotipos tienen más oportunidades para adaptarse y sobrevivir.

No parece existir una diferenciación tajante entre la adaptación genética y los otros tipos de adaptación, puesto que los tres primeros son los que, de hecho, dan lugar al surgimiento de la plasticidad adaptativa. Para explicar el origen de las diferencias en las poblaciones Baker¹¹ propone las siguientes hipótesis:

1) Las diferencias en el genotipo de las poblaciones, incluye frecuencia génica, son el resultado de adaptación ambiental (se entiende cultura como una parte del ambiente).

2) Entre más tiempo haya vivido una población en un conjunto de condiciones ambientales, mayor será la probabilidad de que sus genotipos particulares sean resultado de la adaptación al ambiente.

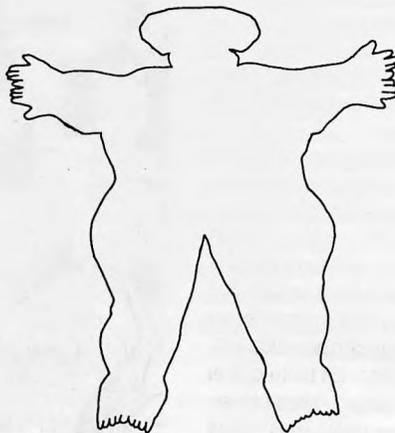
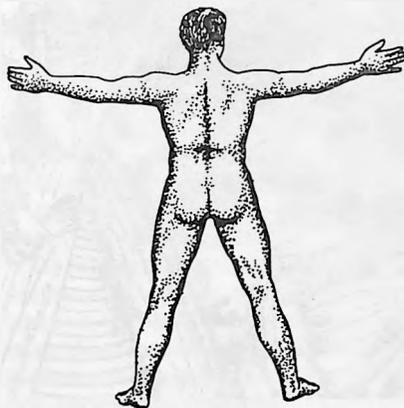
Todas aquellas respuestas que desarrolla el organismo son vistas como intentos para mantener sus funciones cercanas al nivel óptimo.

Desde la teoría sintética de la evolución se realiza que la respuesta adaptativa de una población a las presiones ambientales probablemente incluye diversos mecanismos, como son las respuestas aprendidas, la capacidad de ajuste fisiológico de la

¹⁰ *Ibidem.*

¹¹ *Ibidem.*

⁹ Baker, "Human ecology..."



especie (descrita como aclimatación en el modelo de Baker) y las características genéticas de población específica, que son resultado de la selección natural.

Un ejemplo de adaptación genética individual y población específica, es la presencia de la hemoglobina S, que mejora las oportunidades de supervivencia de un niño expuesto a paludismo. Esta condición puede, además, mejorar la capacidad de reproducción de las mujeres portadoras. El gen en dotación simple puede ser visto, por lo tanto, como una adaptación, en el sentido fisiológico, a un ambiente en el que existe la enfermedad, aunque ésta exista sólo en algunos individuos y grupos. Debe notarse además, que para muchos antropólogos físicos y genetistas, sólo este tipo de evidencia que contribuye a la mejor reproducción puede ser llamado *adaptación*, que es equivalente a la categoría denominada por Baker *adaptación genética*. Aun cuando en la mayor parte de los estudios es difícil distinguir entre adaptaciones genéticas específicas y adaptabilidad genética a nivel de especie, o plasticidad, la cual mejora las capacidades funcionales, son escasas las adaptaciones genéticas conocidas, y diversas las respuestas adaptativas, como la habilidad de aclimatarse al calor, que es común a todos los individuos; sin embargo, la mayoría de las otras adaptaciones a las presiones ambientales no son tan fácilmente clasificables.

La variación poblacional en la cantidad de melanina en la piel, es un ejemplo de adaptabilidad más compleja que presenta nuestra especie ante las presiones ambientales.

Es sabido que el daño de los rayos ultravioleta a la piel es inversamente proporcional a la cantidad de melanina en la dermis, puesto que la melanina disminuye la penetración ultravioleta. Por otra parte, en algunos ambientes nutricionales donde los recursos de vitamina D son escasos, la falta de penetración de rayos ultravioleta pueda conducir a resultados poco deseables en el estado de salud (raquitismo infantil), mientras que con suficiente penetración esas personas podrían producir las cantidades adecuadas de vitamina D, aun sin los recursos alimenticios. Dados los efectos del color de la piel, en las áreas de intensa radiación la piel oscura es adaptativa en sentido general, mientras que la piel clara es adaptativa, con ciertas dietas, en las áreas de baja radiación.

La densidad de la melanina en la piel está relacionada de manera inversa con la cantidad de radiación ultravioleta previa a las migraciones de los últimos siglos. Dado que la variación individual en el color de la piel parece estar estrechamente ligada a la estructura genética específica de un individuo, ésta parece ser un buen ejemplo de una adaptación genética individual y población-específica. En tanto que el bronceado en sí es una característica universal que ocurre tanto en las pieles más claras

como en las más oscuras.¹² Pero, es importante recordar que la respuesta adaptativa de cualquier población a las presiones ambientales puede implicar diferencias genéticas, plasticidad genética y respuestas conductuales en distinta proporción.

A la pregunta de si existe alguna asociación entre las características físicas de los grupos humanos y el ambiente, se ha respondido que la variación geográfica observada en las especies es una consecuencia de la variación geográfica en sus ambientes.

En el ambiente exterior, el clima es uno de los grupos principales de factores que pueden ejercer presión selectiva sobre el fenotipo; el clima tiende a permanecer constante por períodos más prolongados si se compara con la duración de la vida; en consecuencia, las presiones selectivas actúan en una misma dirección sobre distintas generaciones: un ejemplo son las poblaciones que viven a grandes altitudes.¹³

¹² Coon, *op. cit.*

¹³ D. F. Roberts, *Climate and Human Variability*, Addison-Wesley Publishing Company, Module In Anthropology, número 34, 1973.





Teóricamente se esperaría que los factores climáticos influyeran en cualquier organismo a dos niveles:

1) Sobre el potencial genético (genotipo) del organismo, de tal suerte que alteren su posición en la secuencia evolutiva y tasa de cambio.

De manera directa, promoviendo la selección de aquellas características morfológicas, fisiológicas y mecánicas, entre otras, que favorecen una mayor eficiencia orgánica en un ambiente dado. Además de afectar los procesos citológicos. Indirectamente, en el tamaño de la población que puede soportar una región dada. La efectividad de la mutación y selección dependerá del tamaño y de la estructura del cruzamiento de la población. Además de verse influida por el grado de accesibilidad de la población y, por lo tanto, por el grado de aislamiento en el que ésta se desarrolla.

2) Sobre el fenotipo, influyendo en la expresión de su potencial genético.

De manera directa, modificando la expresión genética a través de factores como la temperatura y humedad; y de manera indirecta, condicionando la cantidad y calidad de los materiales necesarios para la existencia orgánica, crecimiento y desarrollo.

Entre las adaptaciones humanas debe incluirse la habilidad para resistir el calor. Esta resulta de series de adaptaciones que han sido codificadas genéticamente. Todos los miembros normales de la especie nacen con un complejo altamente especializado de células sudoríparas y un sensible sistema de control.

Este es un sistema plástico cuya respuesta y eficiencia se hace más marcada en tiempos de estimulación intensa. La habilidad para responder ante el calor puede observarse en todas las poblaciones humanas, independientemente del ambiente en el que vivan o el número de generaciones transcurridas desde que se alejaron del calor. Para los grupos que habitan en ambientes cálidos, el empleo de los mecanismos culturales ha servido como mediador entre los macroambientes calientes y el organismo. Es claro que las adaptaciones fisiológicas siguen siendo de primordial importancia en la supervivencia diaria.

Las respuestas adaptativas implican la creación y mantenimiento de un microclima favorable al interior de un macroclima más amplio y con más tensiones. El microclima actúa como mediador, restringiendo la ganancia de calor al tiempo que promueve su pérdida.

El centro del sistema es el cuerpo humano, el núcleo que incluye el cerebro, pulmones, vísceras y otros órganos, funciona sólo dentro de un estrecho rango de temperatura interna, por lo que la elevación de la misma en tan sólo unos cuantos grados puede ser fatal.¹⁴

Para explicar las variaciones de tamaño y forma corporal en relación con las condiciones climáticas, Roberts¹⁵ plantea la siguiente hipótesis:

¹⁴J. M. Hanna y D. E. Brown, "Human Heat Tolerance: An Anthropological Perspective", *Annual Review of Anthropology*, vol. 12, 1983, pp. 254-284.

¹⁵D. F. Roberts, *op. cit.*

Con el propósito de facilitar el balance en el intercambio de calor del cuerpo humano, bajo condiciones en las cuales la pérdida de calor es más difícil, la cantidad de tejidos corporales se reduce, de tal manera, que se produce menos calor, y la proporción de superficie corporal—peso aumenta. Por lo que individuos que poseen diferentes morfologías pueden responder de manera diferente ante condiciones de presión climática.

El clima en condiciones extremas de temperatura (frío, calor o altitud) produce tensiones ante las que el hombre desarrolla respuestas adaptativas, esto es:

En el caso del calor, el nivel crítico de respuesta tiene que ver con la disipación del calor, o bien con los mecanismos empleados por el hombre para evitarlo.

En climas extremadamente fríos, el mantenimiento del calor es la estrategia fundamental, mientras que para las poblaciones que viven bajo condiciones en las que la reducción de la presión atmosférica reduce en una deficiente provisión de oxígeno, la respuesta es más compleja, ya que implica respuestas no sólo fisiológicas sino además morfológicas, que requieren de tiempos más prolongados para producirse y ser consideradas como respuestas adaptativas población-específicas.

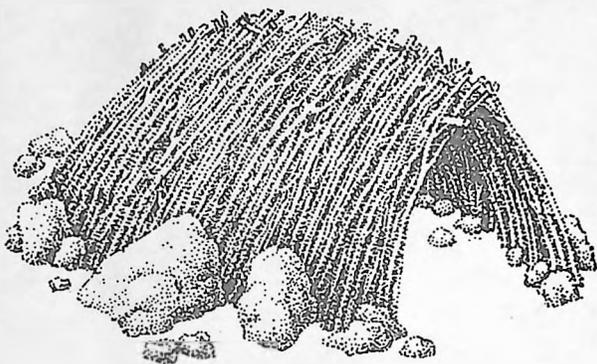
Aparece aquí un elemento de gran importancia, el tiempo de exposición a las presiones ambientales o a las condiciones de vida particulares. La capacidad de ajuste ante los factores ambientales estará condicionada por el tiempo de permanencia en el ambiente.

En términos generales, los estudios sobre el clima se enfocan al físico, pero de manera particular a la observación de adiposidad y tasa metabólica, siendo estos componentes de gran influencia ante los cambios de temperatura, ya que, por ejemplo, en climas predominantemente fríos se observa relativamente más peso por estatura y extremidades más cortas, lo que se traduce en un físico pequeño y redondeado, con una superficie corporal relativamente menor. Por el contrario, en climas cálidos, se observa relativamente menos peso por estatura, con extremidades más largas. Un físico lineal y más superficie corporal.

En el calor es necesaria una mayor área para disiparlo, ya que uno de los principales canales de pérdida de calor es el de la evaporación. Todo esto supone que una población se encuentra completamente aclimatada a las condiciones del ambiente en el que vive.

A grandes alturas al reducirse la presión parcial de oxígeno, la cantidad de oxígeno disponible se reduce, motivando que el suministro de oxígeno a los tejidos produzca un aumento en el volumen residual de los pulmones y un incremento en el número de células sanguíneas, entre otras adaptaciones morfológicas y fisiológicas.

A partir de 116 muestras tomadas de la literatura, Roberts¹⁶ analiza la distribución de las características morfológicas y fisiológicas relacionadas con las condiciones climáticas. Plantea que individuos con



distintas morfologías pueden responder de manera diferente bajo condiciones de presión climática. El cuerpo humano funciona eficientemente sólo dentro de un rango muy reducido de temperatura corporal interna, la cual es mantenida por un mecanismo térmico, que responde a cambios en la carga de calor corporal que a su vez es afectado por las condiciones externas. Los cambios fisiológicos que ocurren en condiciones climáticas extremas pueden indicar quizá las relaciones funcionales para las asociaciones morfológicas.

Exposición al calor

Cuando una persona está expuesta al calor extremo, se producen una serie de cambios fisiológicos: la temperatura corporal aumenta, los vasos sanguíneos superficiales se dilatan y ocurre un ligero incremento en el volumen sanguíneo y plasmático. Esto es, circula más sangre a través de la piel, llevando calor a la periferia para disiparlo. La presión sanguínea desciende y, en consecuencia, el rendimiento cardíaco aumenta para mantener la presión sanguínea al igual que la frecuencia cardíaca.

En temperaturas que rebasan los 40 grados centígrados, el calor se pierde por radiación y convección, y se incrementa la pérdida de calor por evaporación y sudor. Si las condiciones del ambiente se agudizan, son otros los efectos. Puede haber un marcado incremento en hiperventilación. La pérdida de CO₂ a través de los pulmones y del sudor, incrementa el PH sanguíneo.

¹⁶ Roberts, 11

Exposición al frío

En el caso de la exposición al frío, el cuerpo pierde calor principalmente por conducción, convección y radiación. La tasa en la que ocurre la pérdida, depende de la diferencia entre superficie corporal y temperatura ambiente. También se pierde calor por evaporación, a través de los pulmones y por transpiración imperceptible.

El calor fluye de los tejidos más profundos a la superficie, de tal manera que la temperatura profunda empieza a descender, aumentando la producción de calor para mantener el equilibrio térmico. El tiempo necesario para iniciar la respuesta dependerá de la temperatura am-

biental; puede tardar menos de dos minutos cuando la temperatura es de tres grados centígrados; menos de siete minutos cuando la temperatura es de unos diez grados centígrados. En cualquier exposición a ambientes por debajo de 26 a 28 grados centígrados (la "temperatura crítica"), el metabolismo se incrementa. El incremento incluye: el metabolismo de las vísceras y tejido muscular, movimientos voluntarios (ejercicio) y el inicio del reflejo de escalofrío.

La respuesta metabólica, que fisiológicamente es compleja, se desencadena por la abundante información proveniente de los receptores de la periferia que causan el escalofrío vía hipotálamo que, a su vez, activa la tiroides, así como por el descenso de la misma temperatura interna. Pero, si la temperatura profunda sigue descendiendo, puede sobrevenir coma, rigidez muscular y hasta la muerte. La frecuencia respiratoria y el pulso muestran una correlación positiva con la temperatura ambiental promedio, y la presión sanguínea, una correlación negativa. El incremento de la frecuencia respiratoria como consecuencia

de la temperatura puede asociarse con la evaporación de los pulmones por unidad de tiempo. De igual manera, asociado con el mantenimiento del balance del calor, el aumento en la frecuencia del pulso probablemente refleja un incremento en la carga cardíaca para permitir que una mayor cantidad de sangre, por unidad de tiempo, sea enviada a la periferia para ser enfriada en su paso a través de los vasos superficiales; las relaciones presión sanguínea-temperatura también parecen estar conectadas con la regulación de temperatura corporal. En climas más fríos, un mayor grado de vaso-constricción aumenta la resistencia periférica, por lo que la presión sanguínea es más elevada, la temperatura de la piel más baja, y la pérdida de calor por radiación al aire que le rodea, es menor.

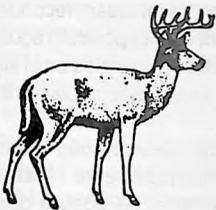
La cantidad de calor perdido por el cuerpo depende no solamente de la superficie corporal, sino también de la cantidad de aislamiento y radiación en la superficie. La radiación y absorción también varían con el color de la piel: en la exposición al calor, la temperatura aumenta más rápido en las pieles más pigmentadas que en las pieles blancas.

Cuando el hombre se habitúa a condiciones climáticas extremas, tiene lugar la aclimatación, y por lo tanto, la reducción de la tensión fisiológica producida por la presión ambiental.

A medida que el hombre se aclimata al calor, la frecuencia cardíaca desciende, y la tensión circulatoria se reduce por los cambios en la distribución de fluidos. La temperatura interna alcanza un nuevo nivel inferior, y por lo tanto, la temperatura superficial. En lugar de



TEMPERATE ZONE (20 TO -20 DEGREES C.)



TROPICAL ZONE (36 TO 25 DEGREES C.)



ocuparse en eliminar el calor hacia el exterior, el cuerpo comienza a sudar anticipadamente, e incrementa la frecuencia en la sudoración a una temperatura corporal dada, debido a que las glándulas sudoríparas son más sensibles a la estimulación. Para evitar una seria deshidratación (pérdida de agua y sal), el organismo establece un nuevo balance, y así el sudor se hace más diluido. Hay una reducción notable de la incomodidad y un mejoramiento concomitante en la habilidad para realizar el trabajo muscular, así como para la ejecución de tareas difíciles. Este proceso es prácticamente similar en todas las razas.

También la resistencia al frío puede desarrollarse durante un periodo, mediante un cambio en el patrón dietético (deseo de consumir grasas). Un elevado nivel metabólico permite el mantenimiento de una temperatura elevada tanto interna como superficial.

Hay un mejoramiento en el flujo sanguíneo hacia las extremidades, por lo que la sensibilidad táctil y la manipulabilidad mejoran a una temperatura dada. La complejidad del proceso implica el acondicionamiento del sistema nervioso, el sistema nervioso simpático y las glándulas endocrinas. Los datos experimentales sugieren que las variaciones morfológicas pueden ser significativas para la supervivencia bajo climas extremos.

Exposición a la altitud

Las zonas geográficas en las que la altitud alcanza elevaciones mayores a los 2 500 metros sobre el nivel del mar, representan un reto para la adaptación humana. La altitud conduce a cambios en el ambiente físico que incluyen la reducción en la presión del vapor de agua, el incremento en la penetración de la radiación, y una disminución significativa en el oxígeno disponible.

Una característica que distingue al ambiente de gran altitud es la reducción de la cantidad de oxígeno disponible o hipoxia, que no puede modificarse por la cultura con diferencia en lo que sucede con el frío o el calor, la sequía, la radiación ultravioleta, etcétera.¹⁷

¹⁷ G. L. Moore y J. G. Regensteiner, "Adaptation to High Altitude", *Annual Review of Anthropology*, vol. 12, 1983, pp. 258-304; Baker, "Human Ecology..."



Moore y Regensteiner¹⁸ abordan el análisis de los efectos de la altitud en el contexto del ciclo de vida del hombre, pues al analizar las interrelaciones de los efectos de la altitud en los ciclos de vida de los padres y su descendencia muestra cómo ocurre el proceso de una generación a otra.

Los estudios incluyen poblaciones que han habitado a gran altitud por periodos de distinta duración. Esto es, aquellos que migraron de lugares de menor a mayor altitud, como parece ser el caso de los estudios en Norteamérica, o bien que corresponden a poblaciones que han habitado en ese ambiente a lo largo de una o dos generaciones, en tanto que las poblaciones amerindias de Sudamérica se distinguen por haber habitado en las regiones altas por periodos muy prolongados (veinte mil años), o incluso las regiones del Himalaya en las que la ocupación podría remontarse a la fase homínida.¹⁹ De tal manera, un estudio comparativo de las poblaciones que viven en gran altura a lo largo de ese gradiente de tiempo, puede contribuir al esclarecimiento de los procesos de larga duración en los que ha ocurrido la adaptación.

Para que la altitud produzca efectos de adaptación tendría que influir en la fertilidad y la mortalidad. Los factores que influyen en las posibilidades de concepción (fecundidad) y la producción de descendencia viva, determinan la fertilidad. La altitud influye en el desarrollo prenatal, aunque no es suficientemente claro si sus efectos son en fertilidad, fecundidad y/o mortalidad infantil. La exposición aguda a la altitud está asociada a cambios en el sistema reproductivo, lo que puede afectar en la fecundidad.

Se ha sugerido que, debido a que la tasa de crecimiento es extremadamente rápida durante la vida intrauterina, es posible que en gran altitud se reduzcan la cantidad de oxígeno disponible y el metabolismo de los nutrientes necesarios para sostener el crecimiento fetal. Debido a que el feto depende esencialmente de la madre para la obtención de oxígeno y nutrientes, se ha supuesto que el retardo en el crecimiento fetal es causado por una falla en la adaptación materna durante el embarazo.

¹⁸ Moore y Regensteiner, *op. cit.*

¹⁹ *Ibidem.*

Datos obtenidos en poblaciones amerindias (quechua y aymara) apuntan que la variación del peso del niño al nacer no se atribuye al tamaño materno o a la nutrición, sino más bien a las bajas concentraciones de hemoglobina, de tal manera que las características maternas que afectan el transporte de oxígeno durante el embarazo, pueden ser adaptaciones importantes para el mantenimiento del crecimiento fetal y por extensión el bienestar en gran altitud.

La mayor parte de la información relativa a los efectos del ambiente en gran altitud de la salud y la biología de las personas que han habitado toda su vida en tales medios, proviene de estudios realizados en los Andes, así como de otros más recientes en Etiopía, Asia y Norteamérica.

Aun cuando los efectos de la altitud sobre la fertilidad son objeto de discusión, se han reportado cambios en las funciones testicular y ovárica de nuevos migrantes en gran altitud. Los datos de los Andes y Norteamérica muestran que los embarazos en grandes alturas dan lugar a una reducción de peso, de aproximadamente un diez por ciento al nacer.

Los estudios de poblaciones indígenas en los Andes muestran que la altitud reduce la tasa de crecimiento en estatura, particularmente durante los periodos de rápido crecimiento como la infancia y la adolescencia. Sin embargo, tal reducción en la tasa de crecimiento no parece afectar la estatura adulta debido a que el periodo de crecimiento se prolonga. Esta condición, por otro lado, no afecta todas las partes del cuerpo, puesto que el tamaño del tórax parece desarrollarse en la misma tasa de los niños de tierras bajas que de tierras altas. De hecho, algunos estudios sugieren que el crecimiento del tórax puede ser más rápido en las personas que viven en mayor altitud, debido a las presiones sobre la respiración.

En Asia, el crecimiento de los niños parece hacerse más lento en la altitud de las montañas de Tien Shan, pero no en Nepal. En Etiopía, los niños crecen más rápido en mayor altitud. Dados los efectos de retardo que ocasionan algunas enfermedades carenciales en el crecimiento, no parece suficientemente claro si la hipoxia de la altitud reduce la tasa de crecimiento de todos los niños o sólo de poblaciones específicas. Aunque parece ser que el retardo que ocasiona la altitud es menor que



el efecto potencial de la desnutrición. A continuación se exponen algunos problemas relativos a factores biológicos que conducen al desarrollo de adaptaciones; estos son la nutrición y las enfermedades infecciosas.

Nutrición

Las deficiencias nutricionales frecuentemente tienen un fuerte impacto en el crecimiento de los niños, mientras que otras características ambientales como la enfermedad y la hipoxia de las grandes alturas, pueden también hacer más lento el crecimiento en algunos aspectos o en momentos particulares del mismo proceso. Lo que se hace evidente es que, en muchas poblaciones recientes, la nutrición inadecuada resulta en desnutrición o malnutrición.

La forma de las deficiencias nutricionales es la causa primaria de la reducción en las tasas de crecimiento.

De acuerdo con Tanner, es probable que la variación en el tamaño y proporciones corporales sea consecuencia de diferencias poblacionales

en la estructura genética, por una parte, y por otra, de factores ambientales que gobiernan las tasas de crecimiento.

Las poblaciones varían significativamente en el tamaño corporal promedio, además de que niños y adultos difieren entre ellos en cuanto a las necesidades de obtención de alimentos que les proporcionen energía. La evaluación de las necesidades de energía humana se hace a través del metabolismo basal. Esta medida de uso de energía se determina mientras el individuo está totalmente inactivo y en condiciones neutrales de temperatura; está considerada como una evaluación de la conversión de energía requerida para las funciones vitales. Incluye la energía empleada para las funciones continuas como la neural, cardiovascular, respiratoria, de hígado, más la energía consumida para la supervivencia de otras células corporales.

La cantidad de energía gastada en el metabolismo basal es muy alta durante el período de crecimiento, debido a que las tasas de multiplicación celular son muy elevadas, al igual que en la mujer durante el embarazo y la lactancia. El metabolismo basal varía de acuerdo con el tamaño corporal, manteniendo constantes otros factores.

El costo energético absoluto de la mayor parte de las actividades es determinado en cierta medida por el peso corporal, de manera que para una tarea dada, como caminar, habrá variaciones individuales; por ejemplo, un individuo adulto en buena condición física puede gastar energía con una tasa de 2 930 kilocaloría/hora, lo que es alrededor de diez veces la tasa metabólica en reposo. La mayoría de los adultos puede gastar energía equivalente al nivel de cuatro veces el metabolis-

mo basal por un periodo de ocho horas o más. Como resultado, el gasto total de energía diaria puede variar entre individuos de la misma tasa metabólica basal hasta en más del cien por ciento.²⁰

Sin embargo, es la relación entre la cantidad de energía ingerida y la cantidad consumida, a través de las diversas funciones, la que determina la existencia o no del equilibrio orgánico.

El estado que guardan en el individuo las relaciones ingesta-consumo permite estimar su nivel o estado de nutrición. Desnutrición y sobrenutrición marcan los límites en el rango de variación.

El ambiente nutricional juega un papel importante en la definición de los límites de la adaptación biológica. La variabilidad entre poblaciones en cuanto a los requerimientos y utilización de los recursos energéticos y otros nutrientes, es fundamental para entender la adaptación biológica. La alta incidencia de las llamadas "enfermedades de hipereficiencia", como obesidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares, ha aumentado significativamente en algunos grupos en consecuencia de cambios relativamente severos en la dieta, de los cuales algunos han sido atribuidos a mecanismos adaptativos previos, caracterizados por la eficiencia en metabolismo y almacenamiento de energía. La importancia de las diferencias poblacionales en la utilización y almacenamiento de energía es muy grande en términos de los patrones de morbilidad y mortalidad, particularmente en aquellos grupos en proceso de aculturación. A este respecto, una de las características más estudiadas es la habilidad para utilizar ciertos nutrientes como la lactasa intestinal en los adultos. Esta enzima permite la utilización de la lactosa, fuente de carbohidratos de la leche. Una elevada tasa de suficiencia lactosa es común en los adultos cuyos ancestros provienen de culturas en las que los productos lácteos son consumidos cotidianamente, como es el caso de los países europeos, en tanto que en el resto de los países, las tasas de tolerancia son muy bajas, y los grupos con origen genético mixto parecen tener tasas intermedias.

En el otro extremo encontramos la deficiencia nutricional, que puede ser de distinto origen



²⁰ Baker, "Human Ecology...".

y efectos también diversos, ya que no parece existir una causa simple sino un complejo de factores, cuyos efectos tienen un amplio espectro: "La desnutrición influye desfavorablemente en el desarrollo mental, desarrollo físico, la productividad y los años de vida activa; todo esto repercute en forma considerable sobre el potencial económico del hombre".²¹

La desnutrición severa afecta principalmente a los niños pequeños, quienes como ya se mencionó, requieren tantas proteínas como energía en relación con el total requerido por un organismo adulto. Las mujeres embarazadas, quienes requieren de energía extra, constituyen el segundo grupo vulnerable. Desafortunadamente, en muchas culturas existe una tradición de discriminación en contra de las mujeres y los niños pequeños en cuanto a la distribución de los recursos alimenticios de la familia.²²

Además de la escasez de proteínas y energía, la desnutrición va acompañada de múltiples deficiencias específicas de vitaminas y minerales que generalmente coexisten con la subalimentación. La más común es la anemia, condición que resulta de una ingesta inadecuada de hierro u otras vitaminas, además de la pérdida de hierro por parásitos intestinales. La anemia se extiende de igual manera en países pobres y ricos. Afecta del cinco al quince por ciento de los hombres adultos, y a mujeres y niños en altas proporciones en muchas regiones. La anemia debilita la energía necesaria para el trabajo e incrementa la susceptibilidad a la enfermedad, además de multiplicar las posibilidades de fallecer durante el alumbramiento en las mujeres.²³

Sin embargo, no pueden analizarse enfermedad y nutrición de manera aislada puesto que, así como la desnutrición agrava las enfermedades, las infecciones pueden causar presiones nutricionales en aquellos cuyas dietas serían de otra manera escasamente adecuadas. Las infecciones en el tracto intestinal reducen la habilidad del cuerpo para extraer los nutrientes de los alimentos, además todas las infecciones conducen a un incremento en la eliminación de proteínas nitrogenadas a través

de los desechos corporales. Los niños bien alimentados pueden recuperar fácilmente los nutrientes perdidos y reparar los tejidos dañados por la infección, pero aquellos que viven bajo condiciones de nutrición marginal nunca se recuperarán del déficit. Si un niño se encuentra desnutrido por un periodo sumamente prolongado en el periodo crítico de desarrollo, no habrá

alimentación compensatoria o educación que pueda restablecer por completo lo que ha perdido. En nutrición y desarrollo el tiempo perdido no se recupera. Si los elementos necesarios no están presentes, no habrá posibilidades de desarrollar el potencial genético.

Retomando el concepto de adaptabilidad, que es la propiedad del organismo para ajustarse a las condiciones del ambiente, y lo ubicamos en el contexto de la nutrición, encontramos que los individuos:

A. Sobreviven y mantienen su capacidad funcional total si su dieta les permite adaptarse, o

B. Se producen una serie de ajustes para enfrentar la deficiencia nutricional que resulta en diversos grados de deterioro, entre los que se incluyen: la reducción del tamaño corporal, los daños en el sistema inmunológico y daño neurológico.

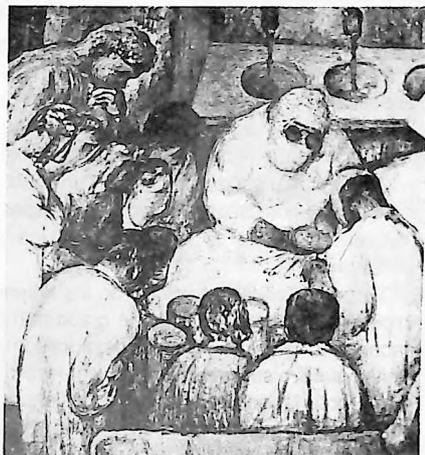
La magnitud de los mismos está en relación con la etapa de la vida en la que ocurra la deficiencia así como con la duración de la misma.

La enfermedad

Las interrelaciones entre enfermedad y grupo étnico o racial constituyen un tema de interés para todas aquellas personas que se ocupan del estudio y prevención de las enfermedades. Desde la perspectiva de la antropología física, las diferencias en el perfil epidemiológico de la población se analizan en términos de su origen, evolución, distribución y, por supuesto, diversidad de ambientes (natural, biológico y cultural).

Los estudios con enfoque epidemiológico abarcan desde enfermedades infecciosas hasta desórdenes múltiples de origen no infeccioso o incierto, que son causantes de incapacidad y muerte en las sociedades actuales. Algunos ejemplos de estas nuevas enfermedades son: las coronarias, la hipertensión, el cáncer, las artritis, la úlcera péptica y las enfermedades mentales.

Para abordar su análisis es necesario ubicarlas en tiempo y lugar, así como relacionarlas con las características de las personas afectadas. Las



²¹ A. Berg, *Estudios sobre nutrición. Su importancia en el desarrollo económico*, Limusa, México, 1983.

²² E. Eckholm y F. Record, *The Two Faces of Malnutrition*, Worldwatch Paper, vol. 9, USA, 1976.

²³ *Ibidem*.

características personales importantes para el entendimiento de la frecuencia de las enfermedades son edad, sexo, y origen étnico o racial. Entre otros factores de influencia se señalan la constitución física, el orden de nacimiento, la edad materna, el nivel socioeconómico, etcétera.²⁴

Es un hecho que los cambios producidos por la gente colocaron a muchas enfermedades en situaciones ambientales nuevas, que a su vez dieron lugar a algunos cambios en cuanto a su patrón de transmisión, en algunos casos al cambio de huésped, del animal al hombre, y frecuentemente a la evolución de los parásitos, modificados genéticamente.

En el caso de la mayoría de las enfermedades infecciosas, es imposible determinar hasta qué grado han evolucionado como para saber en qué proporción hemos desarrollado una serie de defensas que limitan nuestra susceptibilidad a la infección y su presión potencial.

Aunque las poblaciones humanas tienen una variedad de defensas contra la enfermedad, que caben dentro de las categorías que han sido definidas como aclimatación o adaptativas en el sentido no genético, es demostrable que, al menos en un ejemplo, las poblaciones de *Homo sapiens* han respondido a enfermedades infecciosas específicas a través de adaptaciones genéticas, tal es el caso de la hemoglobina S, referida previamente.²⁵

Así como para cada periodo histórico ha existido un evento que determina el avance, así también ciertas enfermedades son características de las condiciones de vida que prevalecen en un momento dado. La sociedad en su conjunto tiene que enfrentar las presiones producidas por esas condiciones de tensión, e implementar estrategias para ajustarse a los cambios; es así como ante los problemas epidémicos o endémicos, se desarrollan medidas de control, vacunas, medicamentos, etcétera.

Algunos autores opinan que las condiciones de vida y de trabajo son lo más importante en la determinación de la salud de las poblaciones. Baste con dar un vistazo a los violentos cambios que ocurren en una población como resultado de la explotación indiscriminada de recursos minerales, forestales, etcétera, pues el cambio en las condiciones ecológicas ejerce una influencia profunda en el clima, la disponibilidad de alimentos, la calidad de vida, el patrón de enfermedades, etcétera.

Procesos de ajuste similares pueden encontrarse en la situación que experimentan los trabajadores sometidos a procesos desgastantes, y en quienes las condiciones extremas de calor, humedad, ruido, tensión, etcétera, obligan al organismo a poner en marcha su capacidad de ajuste, a corto y a largo plazo, para resistir los embates del ambiente.

Bibliografía

- Baker, P. T., "Human Biological Variation as an Adaptive Response to the Environment", *Eugen Quart*, volumen 13, número 1, 1966, pp. 81-91.
—"Human Ecology and Human Adaptability", in Harrison, G. A., J. M. Tanner, D. R. Pilbeam and P. T. Baker, *Human Biology. An Introduction to Human Evolution, Variation, Growth, and Adaptability*, third edition, Oxford Science Publications, Great Britain, 1988.
Berg, A., *Estudios sobre nutrición. Su importancia en el desarrollo*

²⁴ H. Damon, "Race, Ethnic Group and Disease", *Social Biology*, vol. 16, 1969, pp. 69-80.

²⁵ Bakcr, "Human Ecology..."

- económico*, Limusa, México, 1983.
Coon, C. S., *Las razas humanas actuales* Ediciones Guadarrama, España, 1969.
—*Adaptaciones raciales. Un estudio de los orígenes, naturaleza y significado de las variaciones raciales de los seres humanos*, Editorial Labor Universitaria, España, 1984.
Damon, A., "Race, Ethnic Group and Disease", *Social Biology*, volumen 16, 1969, pp. 69-80.
Dyson-Hudson, R., "An Interactive Model of Human Biological and Behavioral Adaptation", en Dyson-Hudson, R. y M. A. Little, *Rethinking Human Adaptation: Biological and Cultural Models*, Westview Press, USA, 1983.
Eckholm, E. y F. Record, *The Two Faces of Malnutrition*, Worldwatch Paper, volumen 9, USA, 1976.
Hanna, J. M. y D. E. Brown, "Human Heat Tolerance: An Anthropological Perspective", *Annual Review of Anthropology*, volumen 12, 1983, pp. 254-284.
Hass, J. y G. G. Harrison, "Nutritional Anthropology and Biological Adaptation", *Annual Review of Anthropology*, volumen 6, 1977, pp. 69-101.
Johnston, F., "The Population Approach to Human Variation", *Annals of the New York Academy of Sciences*, número 134, 1966, pp. 507-515.
Lewontin, R. C., "La adaptación. Investigación y ciencia", en *Scientific American*, número 26, 1978, pp. 139-149.
Minnis, P. E., *Social Adaptation to Food Stress. A Prehistoric Southwestern Example*, University of Chicago Press, USA, 1985.
Moore, G. L. y J. G. Regensteiner, "Adaptation to High Altitude", *Annual Review of Anthropology*, volumen 12, 1983, pp. 258-304.
Polednak, A. P., *Host Factors in Disease. Age, Sex, Racial and Ethnic Group, and Body Build*, Charles C. Thomas Publisher, Illinois, USA, 1987.
Roberts, D. F., *Climate and Human Variability*, Addison-Wesley Publishing Company, Module in Anthropology, número 34, 1973.
Spurr, G. B., Brac-Nieto, M. y Maksud, M. G., *Childhood Undernutrition: Implication for Adult Work Capacity and Productivity*, Academic Press, 1978.
Weiner, J. S., *El hombre: orígenes y evolución*, Ediciones Destino, Barcelona, España, 1980.