



**CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL I.P.N.
Unidad Mérida**

**DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA HUMANA
MAESTRÍA EN ECOLOGÍA HUMANA**

**EL ESTRÉS EN LAS SOCIEDADES HUMANAS
UNA PERSPECTIVA DE ECOLOGÍA HUMANA**

TESIS QUE PRESENTA

**JOSÉ MANUEL ARIAS LÓPEZ
PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN ECOLOGÍA HUMANA**

**DIRECTOR DE TESIS
Dr. Federico H. Dickinson Bannack
COMITÉ ASESOR
Dr. Eduardo Batllori Sampedro
Dr. Betty B. Faust Wammack**

Resumen en español

En nuestra especie, los procesos de adaptación y estrés han jugado un papel muy importante, estos procesos son mediados o filtrados por la cultura. Las variaciones que ocurren en el tiempo son susceptibles de selección natural favoreciendo, a través de la fertilidad diferencial la supervivencia del grupo.

Las restricciones medio ambientales incluyen recursos limitados y factores que producen estrés. Los sistemas culturales pueden actuar, tanto para amortiguar como para recrudecer el impacto de las restricciones del medio ambiente. Si el estrés no es reducido adecuadamente, por medio de avances científicos, tecnológicos y de cambios en la conducta, sus efectos pueden ser aminorados únicamente por la resistencia biológica del individuo.

Pretendemos realizar una revisión de las causas próximas y finales, así como de los métodos, para el estudio del estrés en las poblaciones desaparecidas. Nuestro interés a mediano plazo es generar un modelo operativo y aplicarlo en restos óseos de grupos prehispánicos y coloniales del área maya.

Es así que, para el estudio del estrés es necesario recurrir a los estudios interdisciplinarios, que nos permitan por un lado, tratar de generar un modelo operativo para la interpretación de los indicadores de estrés en las poblaciones humanas, y por el otro, valorar el costo biológico de los procesos de adaptación, que implican relaciones multifactoriales, no solo de tipo físico y/o sociocultural, sino emocional y afectiva.

Por consiguiente tenemos la interacción de un conjunto de factores de estrés que provienen de los sistemas físicos, culturales y afectivas que generan sistemas de respuestas complejas.

Resumen en inglés

In our specie, the adaptation and stress have played a very important role, these processes are measured or filtered by the culture the varieties that happen through the time are sensitive for favoring natural selection, through the differential fertility, the surviving of the group.

The environmental restrictions include limited resources and factors, which produce stress. The cultural systems can act to lessen as well as to strengthen the impact of the restrictions from the environment. If the stress isn't properly reduced by means of scientifically and technological advances and changes in the behavior, its consequences can only be decreased by the biological resistance of that organism.

In this way, this research claims to realize a revision of the primary and final reasons, as well as a revision of the methods that are used for stress-researches in the disappeared populations.

One of the medium-termed interests is to generate an operative model and to apply the proper methods on rests of bones from prehispanics and colonial groups in the area of Maya.

In this way, for the study of stress, it is necessary to appeal at the studies interdisciplinary, to allow generate one operative-model for the interpretation of the indicators of stress in the humans populations, and the side, to value the cost biological of the process of adaptation, to implicate relation cross-factorial, not single of the type physical and/or social-cultural, there are not emotional and affective. So, we have the interaction of the one joint of the factors stress to come from of the physical, cultural and affective systems, to generate systems of complex answer.

Índice

Agradecimientos	
Índice.....	i
Índice de figuras	ii
Índice de cuadros.....	iii
Introducción.....	iv
Capítulo 1.	
1.1 El concepto de adaptación biológica.....	1
1.1.2 Respuesta fisiológica humana al calor.....	11
1.1.3 Respuesta fisiológica humana al frío.....	13
1.1.4 Respuesta fisiológica humana a la altitud.....	15
Capítulo 2.	
2.1 El concepto de estrés.....	18
2.1.1 Antecedentes.....	18
2.1.2 Modelos de estudio.....	20
2.1.3 Factores hormonales y ambientales que influyen sobre el crecimiento y desarrollo humano.....	29
2.1.4 Procesos fisiológicos y hormonales involucrados en la respuesta al estrés.....	38
2.1.5 Algunas formas de medición del estrés en poblaciones vivas.....	45
Capítulo 3.	
3.1 El estrés en las sociedades desaparecidas Consideraciones teórico-metodológicas.....	47
3.2 Antecedentes.....	53
3.2.1 Estudios del estrés en las sociedades desaparecidas.....	53
3.2.1.1 Algunos estudios osteológicos en población maya.....	64
3.2.2 Restricciones y limitaciones del modelo de estrés.....	67
3.3 Indicadores de estrés.....	72
3.3.1 Hipoplasia del esmalte.....	74
3.3.2 Líneas de Harris.....	76
3.3.3 Hiperostosis porótica o <i>Cribrá Orbitalia</i>	77
3.3.4 Altura de la base del cráneo.....	78
3.3.5 Morfología de la cintura pélvica.....	79
3.3.6 Morfología de la diáfisis de los huesos largos.....	80
3.3.7 Tamaño del canal medular de las vértebras.....	81
3.3.8 Crecimiento óseo y dental.....	82
3.3.9 Tamaño de los dientes.....	82
3.3.10 Asimetría odontométrica.....	83
3.3.11 Masa ósea o grosor cortical.....	84
3.3.12 Enfermedades infecciosas.....	86

3.3.13 Enfermedades degenerativas.....	87
3.3.14 Histomorfometría.....	88
3.3.14.1 Cálculos, caries, desgaste y microdefectos dentales.....	90
Capítulo 4.	
4.1 Consideraciones en torno a la conducta humana	
4.1.1 Antecedentes.....	98
4.2 Formas de comportamiento humano y su relación con el medio ambiente en el aprovechamiento de sus recursos.....	102
4.2.1 Tipos de instituciones con relación al uso de recursos.....	104
4.3 Descripción de algunas de las estrategias adaptativas.....	108
4.3.1 Cazadores-recolectores.....	109
4.3.2 Nómadas-pastores.....	113
Conclusiones.....	116
Referencias.....	121

Índice de figuras

Figura 1. Modelo de los procesos de adaptación que posibilitan a los individuos y a las poblaciones mantener la homeostasis.....	7
Figura 2. Modelo fisiológico del estrés.....	20
Figura 3. Modelo de estrés de Selye.....	23
Figura 4. Modelo de economía política y de adaptación humana.....	28
Figura 5. Ubicación del sistema hipotálamo-hipofisiario en el cerebro. Organos involucrados en los procesos de respuesta fisiológica a los factores de estrés.....	39
Figura 6. Primer mecanismo del estrés. Sistema cortico- pituitario-adrenal.....	40
Figura 7. Segundo mecanismo del estrés. Sistema simpático adreno-medular.....	41
Figura 8. Mecanismo combinado del estrés. Sistema adreno- cortico-pituitario.....	43

Figura 9. Modelo para la interpretación de indicadores de estrés en poblaciones desaparecidas.....	52
Figura 10. Modelo de los determinantes de la fertilidad femenina para sociedades desaparecidas.....	59
Figura 11. Modelo epidemiológico de la caries dental.....	91

Indice de cuadros

Cuadro 1. Respuestas humanas al estrés térmico.....	15
Cuadro 2. Tipos sociopolíticos y sus correlaciones con algunas estrategias adaptativas.....	106
Cuadro 3. Fuente de subsistencia primaria, según la latitud, de 58 sociedades de cazadores-recolectores.....	111

Introducción

La adaptación y el estrés han jugado un papel muy importante en la evolución biológica de los individuos y de las poblaciones de nuestra especie, estando ambos estrechamente relacionados entre sí. Al nivel individual, constantemente se dan procesos de ajuste ante el panorama cambiante de las presiones medio ambientales, procesos que ocurren a nivel del fenotipo.

En nuestra especie, estos procesos son mediados o filtrados por la cultura. Las variaciones que ocurren en el tiempo son susceptibles de selección natural favoreciendo, a través de la fertilidad diferencial, la supervivencia del grupo.

Las restricciones medio ambientales incluyen recursos limitados y factores que producen estrés (como sequías, enfermedades, desnutrición, etc.), la primera es estable durante largos períodos y las dos últimas pueden variar rápidamente tanto en el tiempo como en el espacio. Los sistemas culturales pueden actuar en un momento dado, tanto para amortiguar como para recrudecer el impacto de las restricciones del medio ambiente. Si el estrés no es reducido adecuadamente, por medio de avances científicos, tecnológicos y de cambios en la conducta, sus efectos pueden ser aminorados únicamente por la resistencia biológica del organismo que lo experimenta.

El cambio más significativo del planteamiento anterior es la modificación en la percepción del medio ambiente. Originalmente, la concepción de medio ambiente se restringía a factores bióticos, climáticos, topográficos y geográficos que influían en los estilos de vida y conducta humana, sin embargo esta definición también es limitante y debería incluir al sistema cultural.

La cultura es parte de la tecnología (en el sentido de que la energía y los recursos son extraídos del medio ambiente), la organización social (cómo la sociedad se mantiene y se autorreproduce) y la ideología (ideas, actitudes y creencias). El sistema cultural siempre actúa como una barrera cultural a manera de “filtro”, amortiguando el efecto de las agresiones que provienen del medio ambiente sobre la población.

El interés por desarrollar este tema desde la perspectiva de la ecología humana surge a partir del campo de la antropología física, disciplina en donde se han propuesto una serie de enfoques que pretenden dar cuenta de la relación de las poblaciones humanas, tanto vivas como desaparecidas, con su medio ambiente. El enfoque bio-cultural o bio-arqueológico, influenciado por la antropología biológica norteamericana, está sustentado básicamente en la teoría evolutiva, la cual provee la base para el estudio de la variabilidad humana (Smith, 1991) .

Según Savage (1982), las causas de esta variabilidad son múltiples e incluyen a las fuerzas evolutivas, las cuales son: 1) *Selección natural*. Es la reproducción diferencial de los organismos mejor adaptados a su ambiente, o sea aquellos que sobreviven hasta la edad de la reproducción, que encuentran alimentos y pareja más fácilmente, que tienden a producir más descendientes que otros en la población. 2) *Mutación*. Es una modificación repentina de un gene aislado, que consiste en la sustitución de un nucleótido del ADN por otro distinto, lo cual altera la secuencia de aminoácidos de la proteína que depende normalmente de este gene, con muchas repercusiones posibles en la estructura y función del organismo. 3) *Deriva génica*. Es el cambio en las frecuencias genéticas que ocurre en poblaciones pequeñas aisladas y cerradas; por último, 4) *Flujo genético*. Es el intercambio genético que se realiza entre dos o más poblaciones.

Además de estas causas, hay factores ambientales que influyen en la variabilidad biológica humana; entendiendo el ambiente como el natural (ecosistema, clima, etc.) y el sociocultural (parentesco, filiación, matrimonio, etc).

Los factores ambientales que estructuran la variabilidad humana existen y operan en los niveles individual, de población¹ y cultural.

¹Desde la perspectiva de la biología y de la antropología física, una población biológica, es definida como un grupo de individuos que comparten un ambiente común y que se reproducen entre ellos, en un momento dado. Es decir, se refiere a un conjunto de individuos que comparten ciertos caracteres biológicos que son transmitidos genéticamente. (Savage, 1980)

En este sentido, en las décadas de 1960 y 1970 se desarrolla la perspectiva de la ecología humana en la antropología física, que trata de entender la variabilidad que existe en las poblaciones humanas y en su entorno físico. Según esta perspectiva, se considera a las características biológicas y socioculturales de las poblaciones como posibles respuestas adaptativas a las condiciones ambientales pasadas y presentes.

Además de este campo, se desarrollan las perspectivas de la antropología ecológica, la ecología evolutiva, la ecología histórica, etc. (Little, 1995). Así, la ecología humana estudia las regularidades en la amplia variedad de maneras en que la especie humana es capaz de ajustarse a las dinámicas condiciones socio-ambientales en que vive. En contraste con la antropología biológica, en donde la mayoría de estudios se centran sólo en algunas de las interacciones de un solo elemento del complejo sistema bio-socio-cultural en que la especie *Homo sapiens* se desarrolla y no en el funcionamiento en su conjunto, por consiguientes, la ecología humana analiza a los grupos humanos como parte de sistemas ambientales más amplios, sujetos a factores multicausales (es decir, que responden a múltiples causas).

Uno de los principios básicos de la ecología humana, se refiere a que los individuos son capaces de percibir patrones ambientales significativos y de ajustarse a ellos; pero en este proceso de ajuste

ocurren modificaciones en los sistemas ecológicos alterando, por tanto, las condiciones iniciales y provocando nuevos ajustes. De esta manera, en la totalidad de los grupos humanos se observa un proceso continuo de retroalimentación, ya sea negativa o positiva, en el que el ambiente se modifica por las actividades humanas y los individuos deben ajustarse al cambio; se trata de identificar estos patrones para comprender mejor los procesos de adaptación humana (Thomas *et al.*, 1979; Little, 1995; Moran, 1982; 1997).

Bajo esta perspectiva sintética e integradora, los objetivos de estudio de este trabajo se amplían para incluir a la adaptación y al estrés humano, así como a la gama de estímulos que provienen del ambiente y a las formas en que las interrelaciones entre los componentes ambientales, biológicos y sociales generan complejas respuestas humanas.

La complejidad de variables en estudio requiere de un enfoque sistémico. La teoría de sistemas brinda un marco metodológico en el que se puede mostrar las interrelaciones entre los componentes biológicos y culturales y permite, de esta manera, la formulación de hipótesis sobre la organización sistémica, partiendo de que la estructura y la función de los componentes de un sistema están integralmente relacionados (Moran, 1982).

Por último, este trabajo pretende realizar una revisión de las causas próximas y finales, así como de los métodos para el estudio

del estrés y de la adaptación en poblaciones desaparecidas. Uno de los intereses a mediano plazo es generar un modelo operativo y aplicar los métodos correspondientes a restos óseos de grupos prehispánicos y coloniales del área maya, en particular de las poblaciones que habitaron la porción noroeste de la península de Yucatán. Esta tesis forma parte de un proyecto general que se espera continuar en estudios posteriores de doctorado.

Capítulo 1

1. El concepto de adaptación

1.1 Biológica

En las ciencias naturales o biológicas, la adaptación se entiende como una de las propiedades fundamentales y, por lo tanto, general de los seres vivos. La selección natural produce cambios, preservando a los individuos que portan una adaptación genética favorable.

El concepto de adaptación fue importante para Darwin, quien usó el término en 1859, en la primera edición de *Sobre el origen de las especies* (1859), obra en que se plantea que las variaciones proporcionan el medio para favorecer la supervivencia de un individuo en competencia con otros organismos, aumentando su éxito reproductor y, por lo tanto, esas variaciones tienden a conservarse.

Si bien el término adaptación ha sido usado ampliamente por biólogos, científicos sociales y los no especialistas, no existe un acuerdo general en su significado; en parte, esto se debe a que los seres humanos se ajustan a su ambiente a través de un complejo grupo de interrelaciones entre ellos mismos y su ambiente físico, biológico y social. Consecuentemente, tanto los científicos como los no especialistas usan el término adaptación para indicar una multiplicidad de características genéticas, fisiológicas, psicológicas y sociales. Así, por ejemplo, los genetistas se refieren más a la

adaptación de tipo genético, implicando que la selección natural está involucrada; en este contexto se tratan más específicamente de poblaciones y no de individuos. Sin embargo, la mayor parte de los que no son genetistas aplican el término adaptación tanto a los individuos como a las poblaciones, considerando el estudio de las características genéticas y morfológicas de las poblaciones humanas (Baker,1992).

Durante el proceso evolutivo de nuestra especie, algunas poblaciones con afinidades biológicas lograron mantenerse en su contexto ecológico mediante la adaptación a las condiciones locales, mientras que otros simplemente se extinguieron.

Según Baker (1992), el potencial genético de nuestra especie contribuyó a la producción de la variación, siendo un agente del proceso adaptativo; así, la variabilidad biológica humana es el producto de la adaptación en sentido evolutivo, aunque es necesario aclarar que también existe variabilidad debida a las mutaciones, recombinación genética y deriva genética, como anteriormente se señaló.

En términos fisiológicos, para Frisancho (1981) la adaptación es entendida en términos funcionales, y el concepto es aplicado a todos los niveles de organización biológica, desde la célula hasta las poblaciones.

“En este sentido, una premisa básica, es que la adaptación es un proceso por el cual el organismo ha logrado un ajuste benéfico

al ambiente. La adaptación funcional involucra cambios en la función del sistema orgánico, a nivel histológico, morfológico y bioquímico, así como en las relaciones anatómicas y la composición corporal, de manera independiente o integrada al organismo como un todo. Estos cambios pueden ocurrir a través de la “aclimatización” (acclimation) o bien de la habituación.” (p. 5)

De esta manera, podría entenderse a la adaptación como el proceso de cambio fisiológico mediante el cual los organismos presentan algunas soluciones eficientes y óptimas a ciertos problemas que su entorno le plantea, obteniendo como resultado final la adaptación fisiológica.

Estos cambios, que ocurren en los niveles fisiológicos, estructurales, morfológicos y de conducta y que están sujetos a selección natural, mejoran la capacidad funcional de los organismos ante las tensiones ambientales. La adaptación también ha sido entendida como: 1) algo que poseen los individuos, tal como una adaptación al calor; 2) adaptación como un estado de bienestar, tal como ocurre cuando una población está bien adaptada a una gran altitud, y 3) adaptación como un proceso, tal como el ajuste gradual a un medio ambiente que conduce a los *estados de adaptación* (Little, 1982). Las diferencias que existen entre las dos primeras acepciones, la adaptación como estado y la tercera, en que se le entiende como proceso, consisten en que un rasgo experimentará presión de selección sólo si la variación de este rasgo está correlacionado con la variación en el éxito reproductivo. Cuando se

cumplen estas dos premisas, los procesos de adaptación se inician, dando como resultado el *estado de adaptación* (Stearns, 1999).

Ahora bien, si las tensiones ambientales conducen a la modificación de los patrones de mortalidad y fertilidad, entonces los cambios adaptativos pueden llegar a fijarse en la población a través de la modificación en la composición del fondo genético y, así, alcanzar un nivel de adaptación genética. En este contexto la adaptación funcional, junto con la adaptación cultural y genética, es vista como parte de un sistema continuo durante el proceso adaptativo que facilita a los individuos y poblaciones humanos mantener tanto la homeóstasis¹ del medio ambiente interno (Harrison, *et al.*, 1992).

“Los grupos humanos disponen de una capacidad para seguir una amplia gama de procesos adaptativos adquiridos en el curso de la evolución, los que resultan en un incremento en la plasticidad fenotípica, que hace posible la existencia de variación en los patrones de funcionamiento y conducta ante los cambios que ocurren en el medio ambiente.” (p. 439)

De manera más específica, adaptación se refiere a cualquier característica de los organismos que contribuya a su supervivencia y reproducción. Es así entonces, que la adaptación biológica puede ser definida, en sentido amplio, como el ajuste entre los organismos y el mundo externo en que estos viven.

¹Conjunto de procesos químicos y fisiológicos de que disponen los organismos para mantener el equilibrio del medio interno.

De este modo, Little (1982) y Baker (1992) han propuesto un modelo bastante completo para interpretar la adaptación biológica humana, en el que se contempla cuatro tipos de interrelaciones: 1) *aclimatación fisiológica*, que se relaciona con la respuesta adulta principalmente, y se mide en condiciones naturales: los cambios fisiológicos son los que ocurren en períodos de corta duración y bajo presiones ambientales específicas; estos cambios desaparecen cuando el estímulo lo hace también. Por ejemplo cuando nos desplazamos desde la altura del nivel del mar, hasta una gran altitud. 2) *La aclimatación evolutiva*, cuya importancia radica en que los cambios se inician en la etapa prenatal, y pueden tener efectos permanentes. Tales características aparecen al tiempo que procede el crecimiento; por ejemplo, cuando un grupo de niños se traslada a vivir a una gran altitud, los individuos tenderán a presentar características morfológicas adecuadas a una baja presión permanente de oxígeno. 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. Por ejemplo, individuos que se trasladan de un medio rural a uno urbano y saben que están apoyados por una red de ayuda étnica y/o familiar y 4) *La adaptación genética*, implica que los individuos con ciertos

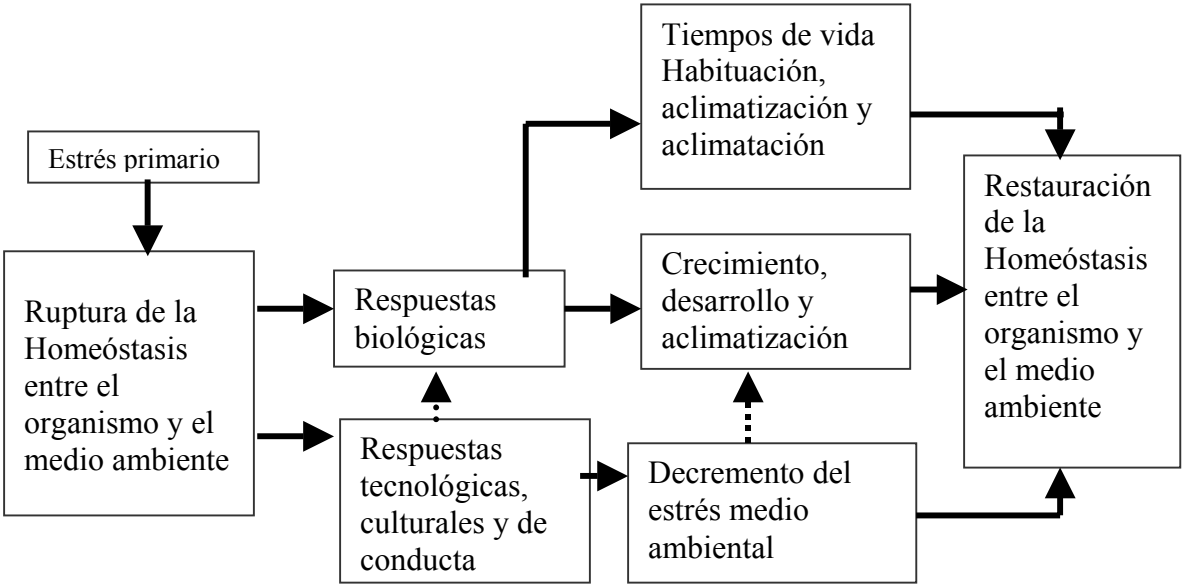
genotipos² tienen más oportunidades para adaptarse, sobrevivir y reproducirse. Por ejemplo las mutaciones que afectan a la hemoglobina, transportadora de oxígeno y que genera la *anemia falciforme*, permite a los portadores resistir a las infecciones de la malaria en regiones tropicales.

Por otra parte, Frisancho (1981) distingue en la adaptación varios niveles: 1) *aclimatación*, se refiere a los cambios ocurridos dentro del tiempo de vida de un organismo, que reducen la fatiga causada por los fuertes cambios en el clima natural o por las tensiones complejas en el medio ambiente. Si los rasgos adaptativos ocurren durante el período de crecimiento del organismo, el proceso puede ser designado como adaptación del desarrollo o aclimatación del desarrollo. Este concepto es similar al concepto de aclimatación evolutiva propuesto por Baker. 2) *aclimatización*” (acclimation), trata de los cambios biológicos adaptativos, que ocurren en respuesta a una tensión inducida experimentalmente, más que a múltiples tensiones, como ocurre en la aclimatación. Por ejemplo cuando se vive y trabaja bajo un clima artificial; en las regiones frías con clima artificial caliente y en las calientes con clima artificial frío. Y de la 3) *habituación*, que implica una reducción gradual de respuestas o de percepción ante un estímulo repetido.

²Genotipo. Conjunto de caracteres genéticos de un individuo, que se expresan o no, formado por todos los alelos de los distintos *locus*.

La habituación, también se refiere a la disminución de la respuesta neuronal normal, por ejemplo, la disminución de sensaciones tales como el dolor. Cambios similares pueden ser generales al organismo completo (habituación general) o pueden ser específicos para una parte del organismo (habituación específica). La habituación necesariamente depende del aprendizaje y del acondicionamiento, el cual facilita al organismo transmitir una respuesta diferente a nuevos estímulos (Figura 1). El grado de estas respuestas no fisiológicas puede poner en peligro el bienestar y la supervivencia del organismo.

Figura 1. Modelo de los procesos de adaptación que posibilitan a los individuos y a las poblaciones mantener la homeóstasis (Frisancho, 1981)



En el diagrama anterior, los canales que relacionan a las respuestas biológicas y a las respuestas tecnológicas, culturales y de

conducta corren paralelos (flechas continuas), sin embargo en este trabajo nos interesa mostrar la conexión que existe entre ellos (flechas punteadas).

Es por esto que, en las poblaciones humanas, la adaptación puede ser de tipo bio-cultural. Ya que cada cultura crea sus propias estrategias para enfrentarse a los cambios en su entorno, haciendo, por consiguiente, que las interacciones que se den entre ellos y su medio ambiente sean de mayor complejidad (Harrison, 1992).

“Así, por ejemplo, algunas respuestas adaptativas al estrés calórico, implican la creación y el mantenimiento de un microclima favorable dentro de un macroclima más amplio, en este caso, la función del microclima es atenuar los efectos del clima, reduciendo la ganancia o pérdida de calor, a la vez que contribuye a que la pérdida o, en su caso, conservación del mismo sea más eficiente.” (p. 458)

Por esta razón, la adaptación humana conlleva ajustes culturales, materiales y de conducta; por ejemplo, la cultura proporciona habitación y vestido, los cuales producen microclimas favorables.

De aquí entonces, que el estudio de la adaptabilidad humana deba contemplar tanto las respuestas biológicas que incluyen componentes bioquímicos, fisiológicos y de conducta que pueden estar presentes en una población como consecuencia de adaptaciones a un medio ambiente específico.

En base a estas consideraciones, el estudio de la adaptación humana abarca diversos tipos de respuestas y se proponen para su análisis los siguientes factores de estrés que han sido importantes

en la adaptabilidad humana a lo largo de la evolución humana (Little, 1982;1995; Little *et al.*, 1997): 1) la altitud 2) el clima; 3) las enfermedades y 4) la nutrición, que involucra aspectos naturales como culturales³. Los dos primeros puntos se tratarán en los párrafos siguientes, y los dos últimos se desarrollarán, más adelante, en el tercer capítulo.

Una de las adaptaciones humanas ampliamente estudiada es la habilidad para resistir el calor (Baker, 1992). En ésta se combinan la acción simultánea del medio ambiente físico sobre el genotipo y fenotipo⁴. Las adaptaciones que han ocurrido en la especie humana debido a este factor de estrés medio ambiental en parte están codificadas genéticamente y sujetas a un proceso de selección natural. Todos los individuos normales de la especie nacen con un complejo altamente especializado de células sudoríparas y con un sensible sistema homeotérmico de control, que se manifiestan como un sistema plástico cuya respuesta y eficiencia está directamente relacionada con el tiempo de exposición y estimulación intensa (Baker, 1992).

En relación a las condiciones climáticas, uno de los fenómenos que se trata de explicar es el relacionado con las variaciones de

³Estos temas fueron materia de investigación del Programa Biológico Internacional, que en la década de los sesenta se llevaron a cabo en todo el mundo. Los objetivos generales de este proyecto fueron el estudio de los mecanismos adaptativos de las poblaciones que vivían bajo alguna forma de estrés medio ambiental extrema. Además de estos temas, el programa abarcó otros tópicos de estudio tales como: a) crecimiento y desarrollo humano, b) composición física y corporal, c) aptitud física, c) constitución genética, entre otros. (Little, 1992)

tamaño y forma corporal. Roberts (1992) a partir de 116 muestras tomadas de la literatura que tratan sobre el tema, analiza la distribución de las características morfológicas y fisiológicas relacionadas con las condiciones climáticas. Allí plantea que aquellos individuos con distinta morfología pueden responder de manera diferente bajo condiciones de estrés climático.

Plantea que el organismo humano y el de otras especies, bajo condiciones en las cuales la pérdida de calor es más difícil, tienen una menor cantidad de tejidos corporales, de tal manera que producen menor calor, y una mayor superficie corporal para su peso, por lo que individuos que poseen distinta morfología pueden responder de manera diferente ante esta presión climática, facilitando el balance en el intercambio de calor, lo que representa una ventaja adaptativa.

Lo anterior implica que en climas fríos algunos grupos humanos como los Inuit (o esquimales) y los lapones, poseen importantes atributos adaptativos para resistir al frío, tales como: a) mantenimiento de la temperatura superficial suficientemente baja como para evitar daños tisulares, b) alto flujo sanguíneo para el mantenimiento del calor en las extremidades, especialmente en las manos y pies, c) características morfológicas asociadas con el tamaño, forma y composición corporal y d) elevada producción de

⁴Fenotipo. Conjunto de caracteres hereditarios de un individuo que se manifiestan externamente y

calor basal comparada con la de los habitantes de las zonas tropicales (Little, 1982).

El control de estos procesos tiene una amplia base genética, aún desconocida, y muy compleja. La cultura, que incluye a la tecnología, puede modificar, sea aminorando o intensificando, el efecto del frío sobre los individuos y entonces influir en los patrones de respuesta. Aunque durante este proceso se generen otros factores de estrés, que conducen, por ejemplo, a los padecimientos del raquitismo debido al bloqueo que sufre la luz solar, inhibiéndose, de esta manera la producción de vitamina E⁵.

En contraste, en climas cálidos, se observa que los individuos humanos tienen relativamente menor peso por estatura y extremidades más largas, es decir, un fenotipo más lineal y con mayor superficie corporal por unidad de peso.

En los apartados que siguen se demostrarán y describirán detalladamente los procesos fisiológicos involucrados bajo el estrés climático.

1.1.2. Respuesta fisiológica humana al calor

El organismo humano funciona de manera eficiente sólo dentro de un rango muy reducido de temperatura corporal interna (aproximadamente entre 36 y 37.5° C) (Oliver, 1973), que es

pueden modificarse por la influencia del medio ambiente.

⁵ Compuesto químico fundamental en la formación de los huesos.

mantenida por un mecanismo térmico interno que responde a las cargas de calor corporal y que, a su vez, es afectado por las condiciones externas. Así, cuando una persona está expuesta al calor extremo, se produce 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. Al circular más sangre a través de la piel, el calor es transferido a la periferia para disiparlo, la presión sanguínea desciende y, en consecuencia, el rendimiento cardíaco aumenta para mantener la presión sanguínea. Bajo temperaturas mayores, por ejemplo a los 40° C, el calor se pierde por radiación y convección, incrementándose la pérdida de calor por evaporación y sudor. Si las condiciones del ambiente se agudizan, podría haber un marcado incremento en la hiperventilación, mayor pérdida de CO₂ a través de los pulmones y del sudor e incremento del pH sanguíneo.” (Frisancho, 1981, p.21)

A medida que los individuos se aclimatan 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 equilibrio interior y, en lugar de eliminar el calor, 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 deshidratación seria, el organismo establece un nuevo balance con retroalimentaciones negativas y positivas entre la circulación sanguínea y la temperatura interna, manteniéndose así la homeóstasis interna y el equilibrio de los fluidos corporales.

1.1.3 Respuesta fisiológica humana al frío.

Para el caso de la exposición al frío el cuerpo pierde calor principalmente por conducción, convección y radiación (Frisancho, 1981), por medio de la siguiente secuencia de mecanismos fisiológicos y órganos involucrados. Uno de los órganos involucrados en la pérdida de calor, son los pulmones, aquí el calor se pierde por evaporación vinculada a una transpiración moderada. Si el ambiente tiene una temperatura por debajo de los 26 a 28° C (denominada temperatura crítica), el metabolismo se incrementa, principalmente el de las vísceras y del tejido muscular, provocando que aumenten los movimientos voluntarios (actividad física) e iniciándose por consiguiente el reflejo del escalofrío o acción de tiritar. De esta manera:

“La respuesta metabólica se desencadena a partir de la información proveniente de los receptores de la periferia, que causan el escalofrío vía el hipotálamo que, a su vez, activa a la glándula tiroides. En climas más fríos, un mayor grado de vasoconstricción aumenta la resistencia periférica, por lo que la presión sanguínea es más elevada, la temperatura de la piel se torna más baja y la pérdida del calor por radiación al aire que le rodea, es menor. La cantidad de calor perdido por el cuerpo depende no sólo de la superficie corporal, sino también de la cantidad de aislamiento y radiación en la superficie corporal.”(p.48)

Cuando los individuos se habitúan a condiciones climáticas extremas, tiene lugar la aclimatación, y por lo tanto, la reducción de la tensión fisiológica producida por la presión ambiental. Para el caso del frío extremo, la resistencia al mismo puede desarrollarse

durante un período, mediante un cambio en el patrón dietético, por ejemplo, un deseo de consumir grasa⁶ (Frisancho, 1981; Baker, 1992). De esta manera un elevado nivel metabólico permite el mantenimiento de una temperatura elevada, tanto interna como superficial. Esto conlleva a un mejoramiento en el flujo sanguíneo hacia las extremidades, que son las que más sufren de hipotermia, al presentar una mayor superficie por unidad de volumen, por lo que la sensibilidad táctil y la manipulación mejoran a una temperatura dada. En este proceso están involucrados el sistema nervioso y nervioso-simpático y las glándulas endocrinas. En resumen podemos concluir que la respuesta humana al estrés térmico consiste de los siguientes puntos señalados en el cuadro 1.

⁶Una de las acciones físicas emergentes del organismo, durante la exposición al frío extremo, es el escalofrío o acción de tiritar. Este requiere de una rápida movilización de energía, donde la grasa juega un papel muy importante en la generación de calor. Algunos de los compuestos químicos involucrados son los triglicéridos que forman los depósitos de grasa, substancias que son estimulados por la acción de la hormona noradrenalina (Ver figura 7, página 41 en esta tesis), siendo movilizados y divididos en ácidos grasos libres y glicerol. A su vez, los ácidos grasos son divididos en compuestos denominados acetil-CoA, que a su vez, son usados para liberar energía en el ciclo del ácido tri-carboxílico. Esta energía es conducida hacia los tejidos envueltos en la termogénesis, principalmente los músculos. (Frisancho, 1981:51)

Cuadro 1. Respuestas humanas al estrés térmico

Al frío	Al calor
Respuesta de regulación térmica Constricción de los vasos sanguíneos debajo de la piel Concentración de la sangre Incremento del tono muscular Tiritar Aumento de la actividad muscular <i>Consecuencias secundarias</i> El volumen de orina se incrementa Incremento del apetito Descenso de la temperatura corporal Somnolencia Respiración lenta	Dilatación de los vasos sanguíneos debajo de la piel Dilución de la sangre Decremento del tono muscular Sudoración Decremento de la actividad muscular Decremento del volumen de orina Deshidratación y mucha sed Decremento del apetito Elevación de la temperatura corporal Regulación del calor insuficiente Insuficiencia en la regulación nerviosa de la respiración

Adaptado de Oliver, 1973:198

1.1.4 Respuesta fisiológica humana a la altitud

Las zonas geográficas en las que la altitud es superior a los 2500 metros sobre el nivel del mar representan un reto para la adaptación humana, debido a que:

“La altitud provoca 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 la presión del oxígeno disponible o hipoxia, condición esta última que no puede modificarse por la cultura, a diferencia de lo que sucede con el frío o el calor, la sequía, la radiación ultravioleta, etcétera.” (Frisancho, 1981, p.102)

Este proceso de aclimatación de los grupos humanos a grandes altitudes contribuye, por ejemplo, al comportamiento de algunas sociedades humanas, tales como las andinas y de los que viven en los

himalayas, en las que ocurren interacciones e interdependencias funcionales entre hombres, plantas, animales, suelos y atmósfera.

Uno de los aspectos que conlleva la aclimatación congénita de estos grupos, es la infertilidad de los seres humanos y de los animales que son traídos o que llegan desde tierras más bajas y que actúa como proceso de selección natural.

Aún 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 a gran altitud (Frisancho, 1981). Los datos provenientes de poblaciones que viven en los Andes y Norteamérica muestran que los embarazos en grandes alturas dan lugar a una reducción de aproximadamente un 10% del peso al nacer (Bogin, 1988). Por otro lado, estudios de poblaciones indígenas en el Tibet (Beall, 2000; Weitz *et al.*, 2000) muestran que la altitud reduce la ventilación, la saturación de oxígeno, la concentración de hemoglobina, así como la tasa de crecimiento en estatura, particularmente durante los períodos 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 período de crecimiento es prolongado. Entonces, podemos afirmar que, las respuestas fisiológicas presentes a grandes altitudes involucran:

“Desde una merma en la ventilación pulmonar y un aumento de la alcalosis respiratoria, hasta la reducción de la capacidad

pulmonar. También las funciones del corazón y de la circulación sanguínea se ven afectadas; entre ellas, el aumento tanto de la cantidad de hemoglobina, como del volumen sanguíneo, de la actividad eritropoyética, de la circulación retinal y de la secreción de adrenalina; por otro lado, hay disminución de la agudeza visual, de la memoria y del aprendizaje.” (Frisancho, 1981, p. 106)

Para finalizar, en este apartado hemos descrito los principales factores generadores del estrés físico. Se observa que la mayoría de ellos, aunque están codificados genéticamente, su expresión fenotípica es susceptible de modificarse por acciones de la cultura y del comportamiento humano, tal es el caso del clima, aunque no podría decirse lo mismo de la altitud.

Estos factores han estado presentes durante el proceso evolutivo de la especie humana, y como bien lo señala Little (1982), estos actuaban en completa sintonía (*fine-tune*) con los cambios correspondientes en su morfología y fisiología corporal.

La intensidad y magnitud de estos factores eran amortiguados por el conjunto de sistemas fisiológicos a través de procesos homeostáticos y posteriormente culturales o ambas. En las sociedades humanas contemporáneas altamente tecnificadas, al parecer, esta concordancia se ha perdido, al aumentar la velocidad en los cambios de los sistemas medio ambientales y socio-culturales.

Capítulo 2

2.1 El concepto de estrés

2.1.1 Antecedentes

La palabra estrés fue empleada por primera vez en un contexto científico en 1911, por Walter Cannon, quién estudió la influencia de factores emocionales en la secreción de adrenalina. Cannon analizó este efecto y desarrolló el concepto de reacción de lucha o huida, además del concepto de homeóstasis, basado en la ley fisiológica general que ya había formulado Claude Bernard: “La constancia del medio interno es la condición indispensable de la vida autónoma”. Cannon llamó homeóstasis a los procesos encargados de mantener esa constancia, y estrés a todo estímulo susceptible de provocar una reacción de lucha y huida (Little *et al.*, 1997).

La pérdida del equilibrio fisiológico como resultado de la exposición a un medio ambiente que genere estrés, es un aspecto central en el estudio de la salud y el bienestar para comprender la adaptación y el comportamiento de las poblaciones humanas, tanto antiguas como contemporáneas (Goodman *et al.*, 1988). El estrés tiene consecuencias de orden funcional en el organismo humano.

Elevados niveles de estrés pueden conducir a un estado de deterioro funcional, cuyos resultados se reflejan en una disminución de las capacidades cognitivas y de trabajo. A su vez, la reducción en

la capacidad de trabajo impide la adquisición de recursos esenciales para la supervivencia de los individuos y de las poblaciones.

La presencia de factores de estrés físicos puede estimular la respuesta fisiológica, que se activa en el cerebro y en las áreas superiores asociativas; esa respuesta puede ser inducida también ante factores de estrés de tipo sociocultural y psicológico. Entonces, el estrés es definido como una demanda no específica sobre el organismo bajo una actividad adaptativa determinada, la cual incluye la activación de mecanismos homeostáticos.

El estrés ha sido investigado desde varias disciplinas, en antropología biológica, fue visto como una condición ambiental que afecta al organismo, como en los trabajos de Siegel y colaboradores (1977), en que se analiza el “estrés calórico” en el esqueleto a partir de la aplicación de los principios de la biología experimental. En esta misma línea de investigación, otro autor, Stini (1969), usó el concepto de “estrés nutricional” en estudios de adaptación a la desnutrición crónica.

Hacia finales de la década de 1970, el estrés es estudiado como cambios fisiológicos; esta concepción proviene de los trabajos de Selye (1936, 1950), para quién el estrés es cualquier respuesta biológica a las condiciones ambientales.

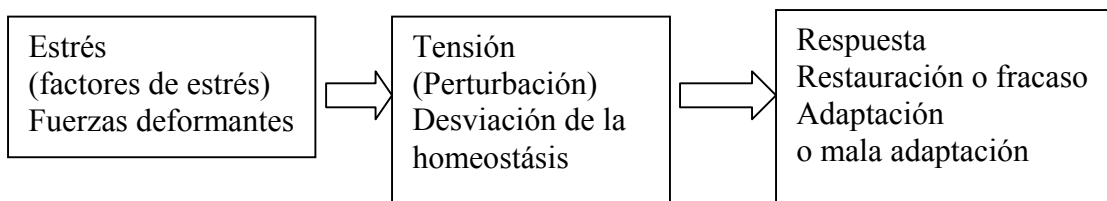
Estas condiciones ambientales que producen el estrés son debidas a factores estresantes llamados “insultos” o estímulos

nocivos. Así, perturbaciones externas, tales como presiones socioeconómicas, problemas cotidianos y condiciones bióticas o físicas como el frío, calor, altitud, etc., producen estrés en el organismo, y son capaces de provocar un daño fisiológico, produciendo, por consiguiente, una desadaptación.

2.1.2 Modelos de estudio

Para el estudio del estrés, se han propuesto una serie de modelos, así tenemos el modelo fundamental utilizado por los fisiólogos ambientales, quienes proponen que el estrés es una condición perturbadora externa al organismo, capaz de provocar un desequilibrio fisiológico o una mala adaptación (Figura 2).

Figura 2. Modelo fisiológico del estrés (Little, 1997)



Para poder valorar las consecuencias de esta dinámica de adaptación, Mazess (1975) ha propuesto que se observen los efectos relativos a una serie de dominios adaptativos. El primer dominio adaptativo, se expresa en el nivel individual, que se caracteriza por:

- “1) actividad física, como expresión de la habilidad física y motora;
- 2) funcionamiento del sistema nervioso, tanto sensorial como motor;
- 3) crecimiento y desarrollo;
- 4) nutrición, requerimientos y su utilización eficiente;
- 5)

reproducción y supervivencia; 6) morbilidad, mortalidad y resistencia a la enfermedad; 7) resistencia y tolerancia generalizada al estrés; 8) funcionamiento afectivo, tal como la felicidad, tolerancia y sexualidad y 9) habilidad intelectual, que comprende el aprendizaje". (p. 172)

En el nivel de población, la evaluación de beneficios incluye: ventajas reproductivas (selección, aptitud), optimización demográfica (estructura de edad y sexo), distribución espacial y temporal (dominancia y persistencia) y eficiencia energética o ecológica (número, biomasa). Ya que un beneficio en un dominio no implica necesariamente el beneficio en otro dominio, Mazess señala la inconveniencia de transferir automáticamente las interpretaciones adaptativas de un nivel a otro. Por ejemplo, una adaptación que implique el incremento en la capilaridad tisular en respuesta a la hipoxia no necesariamente proporciona un beneficio a escala individual.

Como una propuesta alternativa a los fisiólogos ambientales, Selye (1936, 1950, 1955, 1956) desarrolló cinco paradigmas en un modelo generalizado que involucra la parte psico-afectiva de los individuos y de la enfermedad. De estos, sólo se tratarán aquí cuatro, ya que el último se refiere a problemas metodológicos relacionados con la selección de las muestras y el tamaño de los mismos en poblaciones vivas, y que por ahora no es pertinente para los objetivos de este apartado.

En este modelo y el primero de esos paradigmas involucra tres pasos, similar a la propuesta de Cannon: alarma inicial, resistencia y adaptación o agotamiento y plantea que los organismos responden a diversos estímulos nocivos de la misma forma estereotipada, de tal modo que esta posición ha tenido profundas implicaciones en la investigación en las ciencias biológicas y sociales. Bajo esta perspectiva, Selye investigó el papel de los hidrocorticoides y las catecolaminas⁷ (la epinefrina y la norepinefrina). Estas actúan en todo el organismo como iniciadores de la alarma e incrementan la resistencia. De acuerdo a Selye y otros, bajo condiciones reales de amenaza, la respuesta es generalmente adaptativa, si ambas, la amenaza y la respuesta son de corta duración. Sin embargo, la activación constante de respuestas crónicas o repetitivas bajo un estímulo, puede llevar a desordenes funcionales variados, incluyendo úlceras, enfermedades cardiovasculares, hipertensión y supresión de la respuesta inmune.

Mason (1968) aporta dos puntos importantes a este primer paradigma; en primer lugar, aquellas condiciones que producen estrés, tales como la hipotermia o una dieta hipocalórica, no provocan incremento en la producción de catecolaminas o corticoesteroides; la ausencia de respuesta reafirma la reacción adaptativa de la conservación de energía frente a las limitaciones de

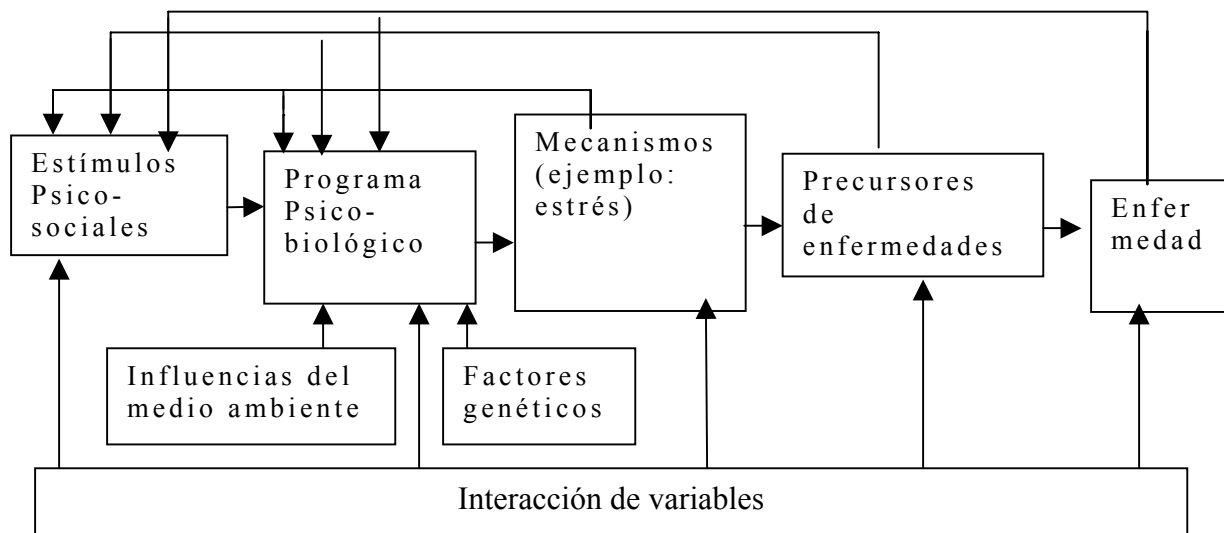
⁷Hormonas producidas por el lóbulo anterior de la glándula hipófisis. Esta glándula está ubicada en la

calorías. En segundo lugar, situaciones de estrés percibidas son las que se encuentran entre los activadores más consistentes y potentes del eje medular simpático → adrenalínico y cortico → pituitario → adrenalínico.

Por esta razón, Mason concluye que el primer punto niega la noción de que el Síndrome General de Adaptación es un mecanismo de respuesta no específico y, por tanto, propone que lo que se ha descubierto es un sistema de respuestas específicas a una amplia gama de factores de estrés.

El segundo paradigma relaciona los factores de estrés psicosociales y psicológicos con la enfermedad (Figura 3) (Kagan y Levi, 1974).

Figura 3. Modelo de estrés de Selye (modificado de Kagan y Levi, 1974)



Bajo este paradigma se tratan dos temas de investigación. El primero está relacionado con una mayor comprensión del papel de los factores psico-sociales en el incremento del estrés, como Selye lo concibe, en función de la enfermedad. Los objetivos principales que se propusieron fueron relacionar los factores psico-sociales con el estrés, por un lado, y al estrés con las enfermedades, por el otro.

El segundo tema es el estado de salud de los individuos, que puede definirse como el producto de varios procesos que interactúan y se traslapan entre sí.

En este mismo rubro, varios niveles de ambiente social han sido descritos, de los cuales dos, el familiar y el de la comunidad, son fundamentales. Así por ejemplo, hay evidencia de que en las familias occidentales, las características sociales de cada uno de los cónyuges, así como sus actitudes y comportamiento en el contexto familiar pueden influenciar el estado de salud del otro cónyuge. Haines (1984) estudió a hombres casados con mujeres con más educación que la de la preparatoria, y encontró que tenían un riesgo a desarrollar una enfermedad cardio-coronaria superior a 2.5 veces que el de aquellos hombres casados con mujeres que tenían educación primaria. La posición de empleo de la esposa y la condición ocupacional del esposo mediaron el riesgo cardiovascular. Así también una interacción hostil entre los cónyuges ha sido

asociada con una mayor actividad cardiovascular y neuroendocrina y con la supresión de la función inmunológica.

El tercer paradigma investiga la relación que se da entre los factores psico-sociales de estrés y el cambio de vida. Durante los años de 1960, los investigadores Holmes y Rahe (1967) expusieron la idea de que el cambio (no tal o cual cambio específico, sino el ritmo general de cambio en la vida de una persona) podía constituir uno de los más importantes factores del medio, generadores de enfermedades.

El cuarto paradigma se refiere al estrés amortiguado, que fue desarrollado por Berkman y Syme (1979). Ellos examinaron el incremento del riesgo de mortalidad durante 10 años entre los residentes de la provincia de Alameda en California con un índice que mide las redes de relaciones entre los individuos.

“Aquellos sujetos con menos conexiones sociales presentaron de 1.8 a 4.6 veces más la probabilidad de riesgo de morir, que aquellos que tenían un mayor número de redes de conexión.”
(p.188)

Un modelo que recientemente ha sido propuesto para el estudio del estrés, es el desarrollado por Thomas (1998) desde la perspectiva de la ecología política, un campo de confluencias de conocimientos generados por estudios de antropología física que incluye análisis socio-político y económico para la comprensión de la biología y

bienestar humano, en el marco de una “biología de la pobreza” (Goodman *et al.*, 1998).

Esta perspectiva parte de los supuestos de que el bienestar de los individuos y de las poblaciones, consideradas como unidades adaptativas, es afectada por el entorno socio-político donde se desenvuelve. Los cambios muy rápidos que se suceden en las sociedades actuales y que también han sucedido en el pasado afectan su capacidad adaptativa.

La cada vez mayor inclusión de realidades locales en el contexto global tiene graves consecuencias sobre la aptitud y salud de las poblaciones (Goodman y colaboradores, 1998). Por ejemplo, algunos cambios recientes en el planeta han promovido la creación de factores de estrés reales y percibidos que provienen por un lado de la explosión demográfica, de una economía mundial endeudada, del expansionismo militar, de las desigualdades sociales, del deterioro del medio ambiente físico y de la reaparición de enfermedades que aparentemente ya habían sido controladas (Thomas, 1998).

Uno de los primeros aspectos en ser afectado es el conjunto de las condiciones de vida; estas comprenden una serie de satisfactores materiales que, al no llegar adecuadamente al individuo, afectan su aptitud física y sus capacidades cognitivas, lo que a su vez, no le permite satisfacer sus necesidades básicas. Ese mismo efecto sería

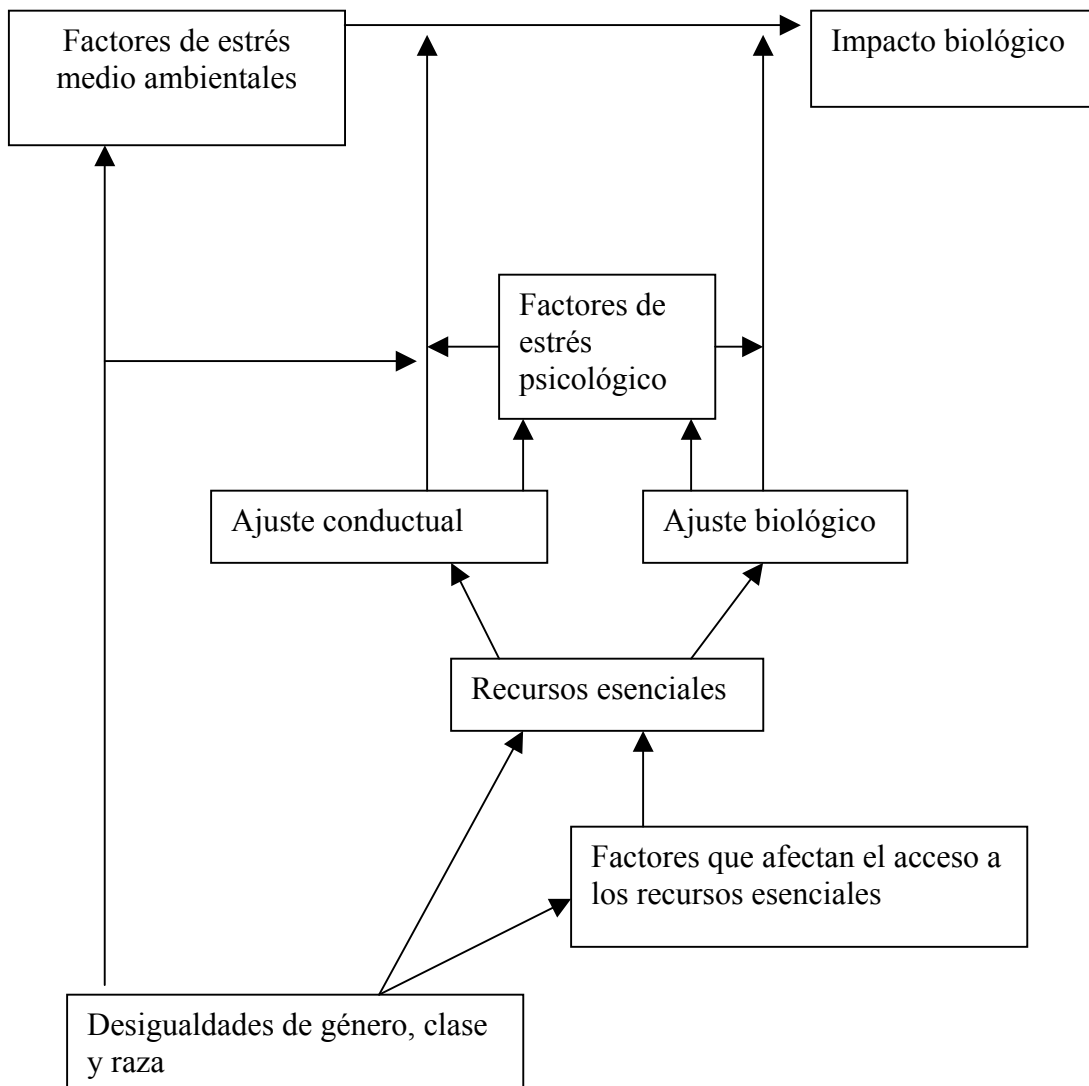
ocasionado por una cada vez mayor densidad demográfica, que ejerce una mayor presión sobre los recursos disponibles; la situación desventajosa estaría originada o agravada por las desigualdades sociales que impiden que estos mismos recursos lleguen a todos los miembros de la población, en especial a los grupos que dependen de un salario para vivir, porque entonces su fuerza de trabajo estará sujeta a los vaivenes del mercado, es decir su fuerza de trabajo se convierte en una mercancía que tiene un valor determinado que muchas veces no corresponde con el esfuerzo físico invertido.

Los patrones de adaptabilidad humana, entendiéndose ésta como la capacidad fenotípica o plasticidad biológica para ajustarse a las modificaciones aceleradas del medio ambiente, están siendo rebasados debido al acelerado ritmo de cambios ambientales producidos socialmente, lo que desborda incluso los medios sociales y culturales que tradicionalmente se empleaban para hacer frente al cambio, generando así un desajuste, que es una fuente potencial de estrés. A esto cabe agregar que la capacidad de predicción está siendo afectada por la merma en las capacidades cognitivas, sobre todo de los grupos más marginados y vulnerados.

A las consideraciones de orden puramente biológico y médico sobre el estrés, se ha agregado, en el contexto de la economía política en la biología humana, nuevas dimensiones de carácter socio-económico que hacen énfasis en las relaciones sociales de

desigualdad, relaciones de acceso y control de recursos y trabajo, marginalidad, pobreza, vulnerabilidad, exposición al estrés y capacidad de carga (Thomas, 1998) (Figura 4).

Figura 4. Modelo de economía política y de adaptación humana y su relación con los factores de estrés medioambientales (Adaptado de Thomas, 1998)



Es así que, bajo estos paradigmas, el estrés ha sido percibido como un área de investigación interdisciplinaria donde confluyen diversos enfoques acerca de las respuestas biológicas a condiciones estresantes que tienen su origen en el medio ambiente físico y social.

2.1.3 Factores hormonales y ambientales que influyen sobre el crecimiento y desarrollo humano.

Las fuerzas que determinan el crecimiento humano las podemos agrupar en tres categorías: genéticas, neuroendócrinas y ambientales.

Los factores genéticos son:

"los primeros inductores o fuerzas del crecimiento y establecen el potencial máximo que un ser humano puede lograr dentro de la normalidad (genotipo), límite que, en condiciones de salud nunca podrá superar el individuo. Desde el momento de la concepción los factores genéticos son responsables de la ruta epigenética del crecimiento y desarrollo."(Ramos, 1990:148-49)

Cada individuo tiene su propio potencial genético de crecimiento, así como las estructuras corporales que le serán propias siguiendo los patrones específicos de la especie y de su sexo, aún dentro de una misma familia. Interactúa con el ambiente y puede favorecer o dificultar la expresión de éste a través de las generaciones y en el individuo mismo, estos factores son los responsables finales del fenotipo alcanzado. Así, el potencial genético tendrá su mejor expresión en condiciones ambientales

favorables, como son una dieta variada, ejercicio físico, estímulo emocional, entre otros.

Los factores neuroendocrinos son aquellos que:

"modulan la expresión de los factores genéticos a través del tiempo. Ambos tipos de factores son los principales determinantes del tipo de constitución. Las influencias neuroendócrinas se hacen sentir ya en la vida intrauterina. En el transcurso de la vida actúan con intensidad y efectos variables, pues la acción de determinadas hormonas puede resultar "predominante" en un momento dado. [...] Además de inducir el crecimiento, los factores neuroendocrinos pueden ser responsables de una mayor o menor inercia o incluso de resistencia al crecimiento en ciertas condiciones; en otras palabras, los factores neuroendocrinos permiten el crecimiento en mayor o menor grado". (Ramos, 1990:39-42)

En el proceso de crecimiento, el sistema neuroendocrino acciona una docena de hormonas que actúan en diferentes etapas de la vida del individuo, las cuales de manera general las enumeramos a continuación.

En la etapa prenatal dos hormonas actúan independientemente: la tiroidea y la testosterona. Desde el nacimiento hasta la pubertad actúa la hormona de crecimiento o somatotrofina, la cual es indispensable para el crecimiento normal del sujeto desde el nacimiento hasta el estado adulto, se secreta de manera pulsátil generalmente después de que el sujeto empieza a dormir, o por reacción al ejercicio o a la ansiedad. Esta hormona actúa sobre el hígado, estimulando la producción de la hormona somatomedina, la cual actúa sobre las células del cartílago en crecimiento. Tanner

(1986) señala que, probablemente esta hormona también actúe sobre las células musculares, cuyo crecimiento es estimulado también por la hormona de crecimiento.

Se sabe que el inicio de la pubertad es precedente a los cambios morfológicos y ocurre con el aumento de la secreción de dos hormonas gonadotróficas de la hipófisis: la hormona luteizante y la hormona folículo estimulante; el hipotálamo secreta la hormona liberadora de la hormona luteizante, la cual induce a ésta y a la hormona a activar procesos periféricos.

A partir de éstas, se disparan las siguientes hormonas: las suprarrenales, el estradiol, las gonadotrofinas, la testosterona y la insulina.

Dentro de las hormonas secretadas por la corteza suprarrenal, están los andrógenos, los cuales tienen que ver con los cambios de la pubertad y quizás mantienen la presencia y el tamaño de algunos caracteres sexuales secundarios. La dehidroepiandrosterona es en gran parte la causante del estirón del crecimiento puberal de las muchachas, así como del vello pubiano y axilar. Interviene en la maduración del esqueleto.

En los hombres estas funciones las ejerce la testosterona causante del crecimiento del pene, próstata, vesículas seminales; aparición del vello púbico, axilar y facial. Desarrolla la musculatura

y pone en marcha el estirón puberal del esqueleto especialmente, el de los huesos escapulares y de la columna vertebral.

Si hay testosterona y presencia de hormona de crecimiento en los varones se da los incrementos en el crecimiento de columna vertebral; sin embargo, en la ausencia de esta dichos incrementos sólo alcanzarán dos tercios de lo normal.

La hormona folículo estimulante causa el crecimiento de los túbulos seminíferos (productores de los espermatozoides), además esta hormona es necesaria en el crecimiento y maduración de éstos.

Los estrógenos son las hormonas sexuales femeninas secretadas por el ovario bajo la influencia de las hormonas luteizante y folículo estimulante; el estradiol es el principal de los estrógenos, ya que es el causante del crecimiento de las mamas, útero, vagina y del desarrollo de las glándulas vaginales asociadas y del crecimiento de la pelvis.

La producción del estradiol fluctúa de acuerdo al ciclo menstrual. Cabe resaltar que en el hombre la hormona luteizante es secretada en forma intermitente. En la mujer, ésta se secreta de manera cíclica e interactúa con la hormona folículo estimulante para controlar el ciclo menstrual.

Otra de las hormonas femeninas es la progesterona que obra sobre la cubierta interior del útero (endometrio) la cual está en condiciones de alojar al óvulo fecundado. Si no hay fecundación el

endometrio será expulsado. La hormona folículo estimulante vuelve a incitar la maduración de otro óvulo. En la etapa puberal de la mujer se secreta la prolactina; a ello se debe en parte el abultamiento de las mamas. Por último, tenemos a:

Los factores ambientales son aquellos:

"elementos externos al individuo y que pueden influir de manera positiva o negativa, esto es, que pueden favorecer o bloquear la expresión del potencial genético en la especie humana. Estos se pueden agrupar en socioculturales, físicos y biológicos."(Ramos, 1989:50)

En general los factores ambientales son permisivos más que inductores del proceso de crecimiento y desarrollo.

Considerando que lo que definió y distinguió en su devenir evolutivo a la especie humana de otras especies del reino animal, fue su capacidad de crear respuestas a las presiones ambientales, es decir, de una simple adaptación natural a una delimitada socialmente, la efectividad de estas respuestas le permitió sobrevivir, funcionar y reproducirse en diferentes ambientes físicos, biológicos y sociales. De ahí en adelante pasa a crear tanto sus espacios vitales como su historia.

No obstante, estudios realizados en diferentes poblaciones del mundo, han apuntado que el clima afecta más durante la infancia que en la adolescencia (Jonhston *et al.*, 1976).

Además, las variaciones de clima por cambio de estación influyen sobre el ritmo de crecimiento de los individuos; por

ejemplo, para el caso de la estatura, es dos veces mayor el incremento en primavera que en el invierno; caso contrario ocurre con el peso, pues éste se incrementa más en otoño dándose en invierno un menor incremento. Esto se debe a que el individuo, a través de su regulación endocrina y metabolismo basal responden a estos cambios estacionales (Falkner, 1969).

En cuanto a las tasas de mortalidad infantil, se ha observado un fenómeno de variación estacional bien definido. Sobre todo en países en vías de desarrollo, donde las condiciones de vida son precarias, durante el verano hay una elevación estival causada por el aumento de diarreas infecciosas infantiles y de trastornos nutritivos agudos; en invierno, se produce una curva menor que la anterior, causada por las infecciones respiratorias, especialmente bronconeumonía, secundarias a los trastornos nutritivos estivales (San Martín, 1975).

Otro factor que influye sobre el crecimiento es la desnutrición, de la que se ha afirmado:

"si el crecimiento es diferenciación y complejización del organismo realizada a través de absorber energía del medio ambiente y si esta energía no llega adecuadamente al organismo se presenta un desequilibrio. A este desequilibrio se le llama desnutrición"(Ramos, 1978: 135-137).

Se ha definido a la desnutrición como un estado patológico inespecífico, sistémico y potencialmente reversible, que se origina como resultado de la deficiente utilización por las células del organismo, de los nutrientes esenciales y que se acompaña de

manifestaciones clínicas, de acuerdo a factores ecológicos y que reviste distintos grados de intensidad (Ramos, 1986). Se ha comprobado que la desnutrición crónica retarda el crecimiento. En caso extremo, si la desnutrición se presenta cuando el niño está en el útero, es decir cuando las madres tienen antecedentes nutricionales y de crecimiento deficiente, escasa atención de salud, mala alimentación y gran número de gestaciones poco espaciadas; por tanto, éste al nacer nunca logrará expresar su potencial genético, ya que es muy probable que nazca con un peso bajo o prematuramente.

Tanner (1986) menciona que niños sujetos a un episodio de inanición aguda se recobran más o menos completamente, por virtud de sus canales de regulación, siempre y cuando el episodio no sea demasiado severo ni dure demasiado tiempo. En caso de desnutrición, el ritmo de crecimiento parece ser en primera instancia afectado, así el niño subnutrido crece con lentitud, esperando tiempos mejores. En caso de desnutrición crónica se conserva una morfología normal tanto como sea posible, sacrificándose el tamaño, es decir, hay un ajuste homeorrético donde el peso estará con relación a la talla baja.

Los niños con desnutrición crónica sufren modificaciones en los incrementos de sus diversos parámetros somáticos, modificaciones que difieren en cada una de las etapas o edades de desarrollo, en consecuencia, en determinados momentos de la vida, se logra un

nuevo equilibrio en la estructura corporal. A este equilibrio se le denomina ajuste homeorrético.

Se presenta siempre que hay cambios en la dirección de crecimiento sin importar la edad cronológica del individuo, es decir, poco antes del nacimiento; al finalizar el primer brote, en el acmé del segundo brote y al finalizar el mismo (Ramos, 1986). Así, al finalizar la edad preescolar se logra un estado de equilibrio (homeorresis) a expensas de la talla, en ese momento el desnutrido tiene una silueta proporcionada, es decir, talla baja con peso con relación a la misma. Si las agresiones perduran de manera intensa, el peso se ve más afectado que la talla, pues esta última es la más resistente a la desnutrición, ya que el niño mantiene el crecimiento del esqueleto a base de la utilización de sus reservas calóricas, crece sacrificando el tejido graso. Si la agresión continua, el equilibrio que se mantenía se rompe nuevamente y se presenta un estado de desnutrición crónica con presencia de talla baja. Si el ambiente es especialmente adverso, además del deterioro del peso corporal, los incrementos de la talla se afectarán nuevamente. Será hasta el inicio de la pubertad, cuando entran en juego mecanismos neuroendocrinos que logrará un nuevo período de homeorresis (Flores y Galván, 1966).

Múltiples estudios han reportado que la mala alimentación afecta el crecimiento de los huesos largos, de ahí que una de las

características que se presentan en poblaciones desnutridas, sean piernas cortas en relación con un tronco largo.

En el hombre, la desnutrición permanente limita el buen desarrollo de sus hijos y esto se expresa en la talla baja, que más que ser un carácter genético es congénito (Chávez y Martínez, 1979).

Finalmente y de manera general, las etapas ontogenéticas en que los factores genéticos y ambientales, actuando de una manera combinada, afectan en mayor grado y de forma diferencial el crecimiento y desarrollo del individuo son el primer y segundo brote del crecimiento y la etapa productiva; el primer brote abarca dos etapas, la intrauterina (germinal, embrionaria y fetal, con un tiempo que va desde las dos semanas después de la concepción hasta el nacimiento) y la postnatal (dividido en lactancia y preescolar, que va desde el nacimiento hasta los 6 años de edad) y que es cuando el individuo adquiere madurez psicológica. El segundo brote incluye también dos etapas, la edad escolar, de los seis a los diez años y la de la pubertad y adolescencia, de los 10 a los 18 años. Estos dos brotes son los momentos de mayor sensibilidad del organismo humano a las agresiones medioambientales.

Por último se tiene la etapa productiva que abarca de los veinte a los sesenta años, donde si bien el organismo humano ha adquirido estabilidad morfológica y madurez psicológica, es susceptible aún a

una diversidad de agentes agresores relacionados con su estilo de vida.

2.1.4. Procesos fisiológicos y hormonales involucrados en la respuesta al estrés

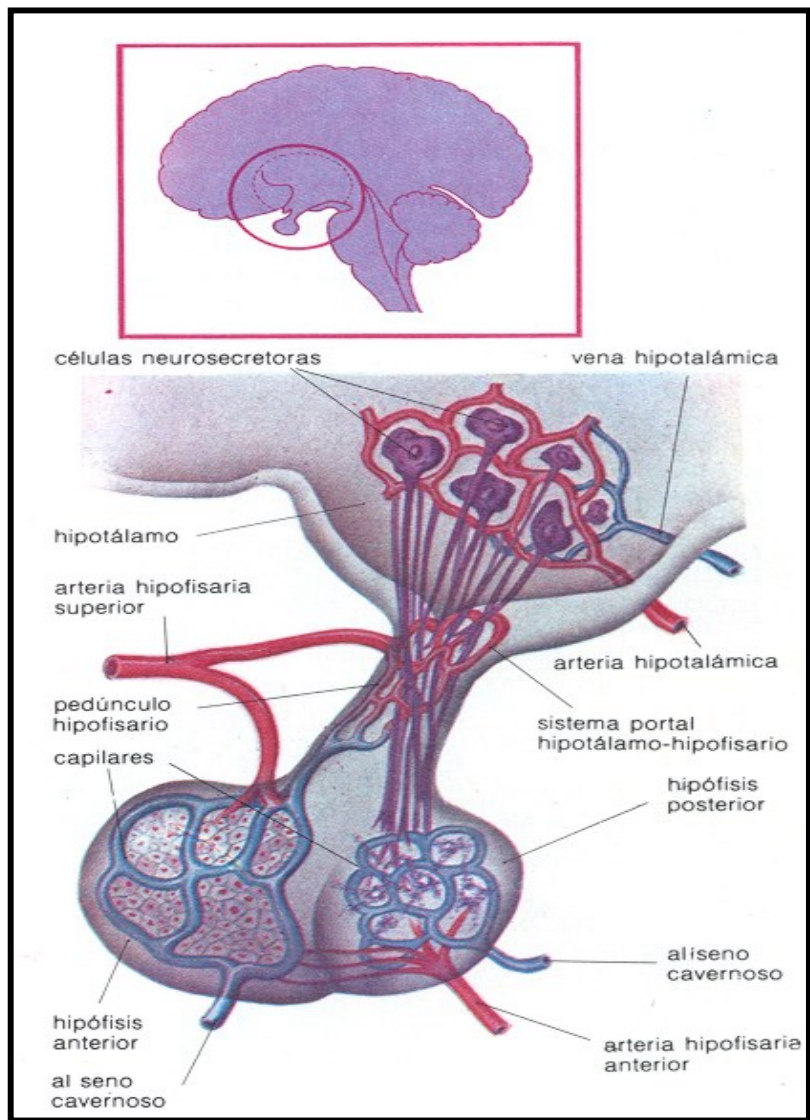
Retomando lo antes planteado, Selye (1950) fue quién describió la “no especificidad” de las respuestas biológicas que se dan a una amplia gama de estímulos nocivos, desde el síndrome que involucra la atrofia de la glándula timo, la involución adrenocortical y las úlceras del duodeno y descubrió que estos cambios morfológicos son el resultado de un proceso endocrino estereotipado llamado “síndrome de adaptación general” (en adelante SAG), como ya antes había sido señalado por Mason (1968).

En un nivel endocrino, los síntomas observados en el SAG, pueden ser atribuidos, directa o indirectamente, a la estimulación, tanto del sistema adreno → pituitario, como del sistema adreno → simpático → medular (Brown, 1981).

La manera en que funciona el primer sistema, consiste en que el estímulo es percibido por receptores sensoriales en las partes del cerebro superior. Al ser percibido el estímulo, el cerebro inicia la respuesta al estrés y la información es transmitida de la médula al hipotálamo, mismo que produce el factor liberador corticotropina, o CFR, que induce a la glándula pituitaria a secretar ACTH u hormona adrenocorticotrópica, a continuación estimula la corteza adrenal que

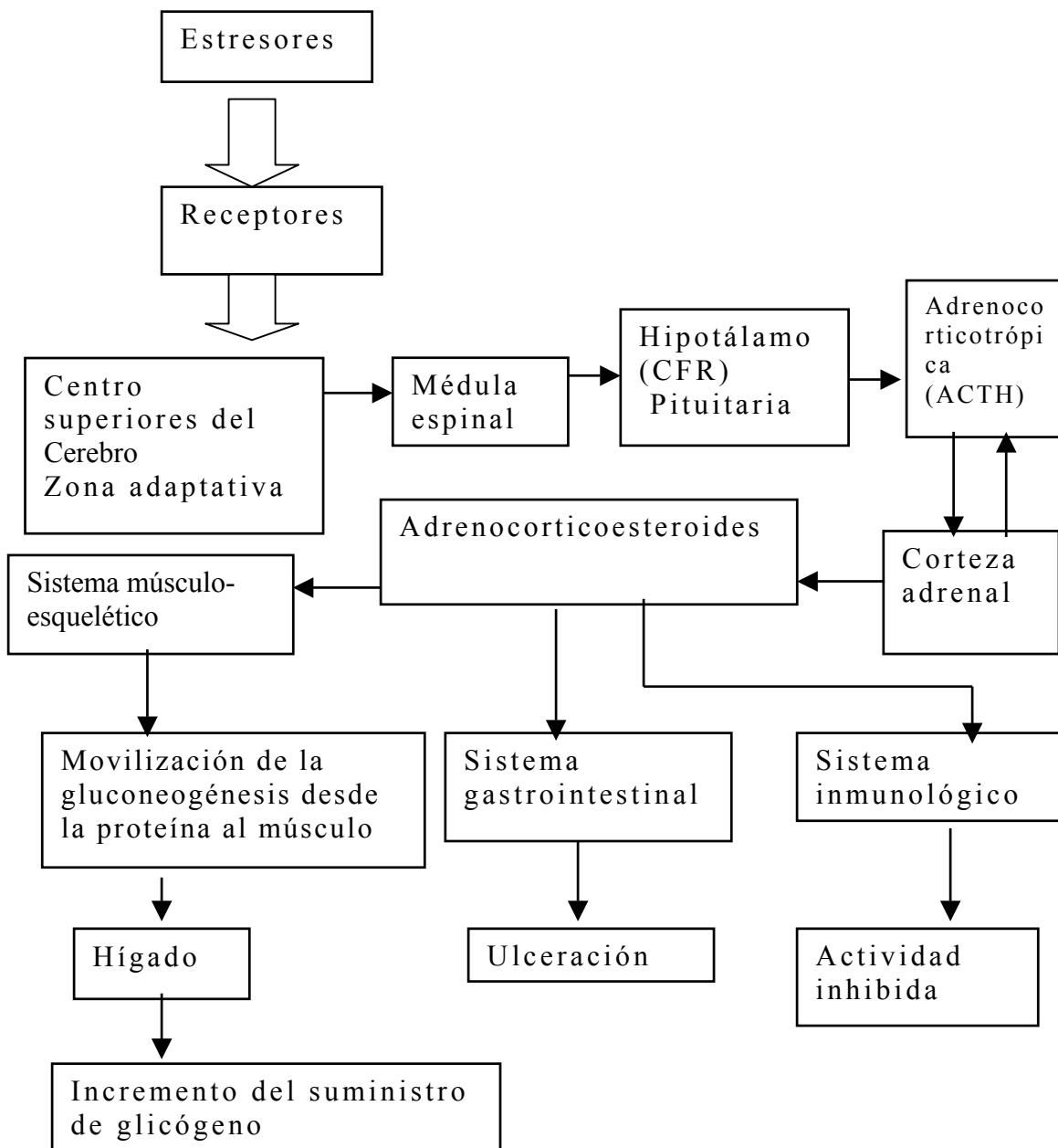
produce una gran cantidad de adreno-corticoides que inhibe la producción de ACTH, creando una retroalimentación negativa. Los adrenocorticoides inducen cambios fisiológicos observables fisiológicos en el cuerpo, desde una reacción de alarma hasta un estado de resistencia (Figura 5).

Figura 5. Ubicación del sistema Hipotálamo-Hipofisario en el cerebro. (Enciclopedia Familiar de la Salud, p. 710)



Si el mismo fenómeno lo representamos con un diagrama de bloques (Figura 6), se puede observar que un mismo factor de estrés provoca el desencadenamiento de múltiples estímulos que producen distintos síntomas en el organismo (Brown, 1981).

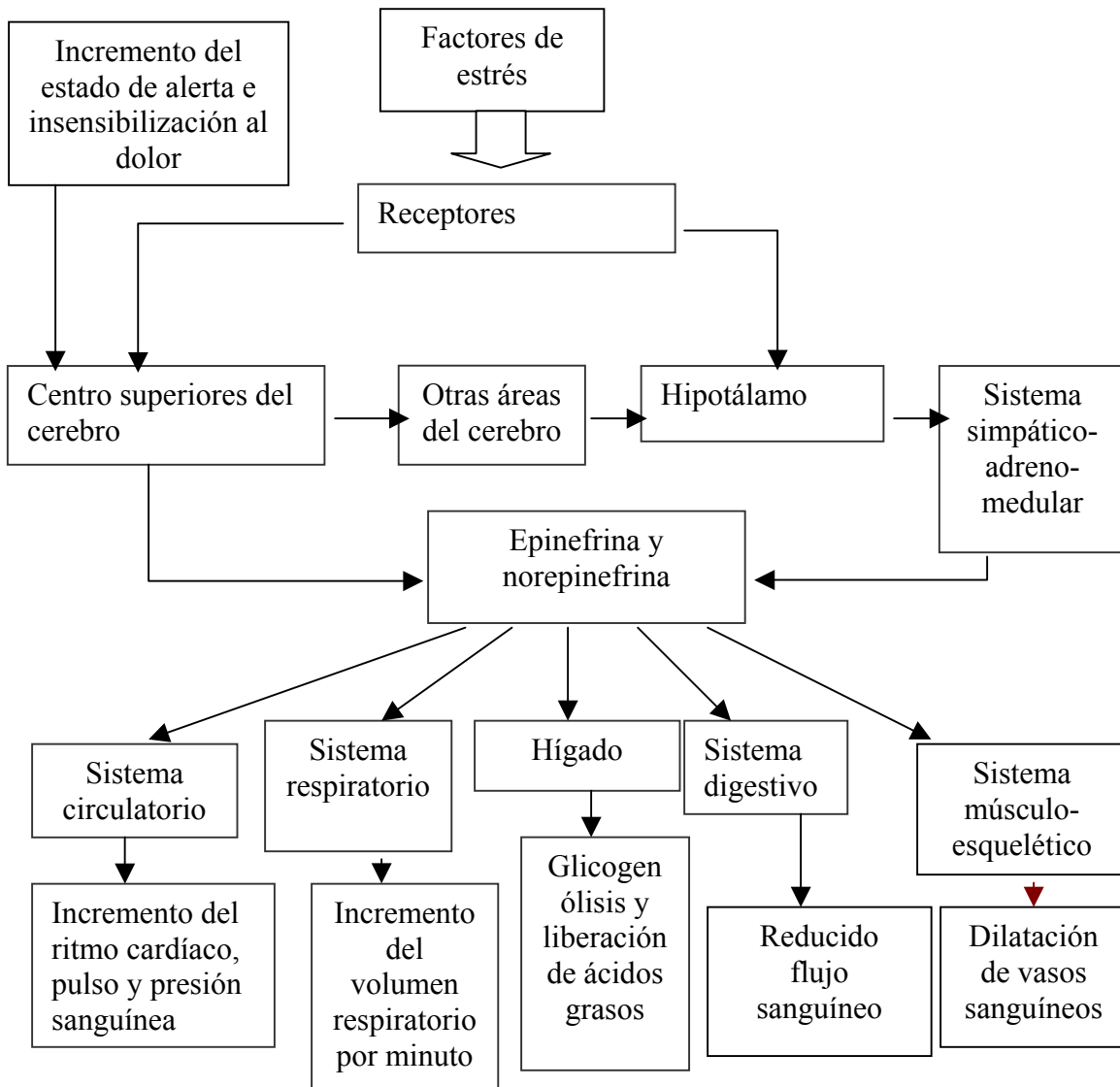
Figura 6. Primer mecanismo del estrés. Sistema cortico-pituitario-adrenal. (Adaptado de Sayers, 1957).



Según este modelo general, la adaptación que se produce es específica para cada factor de estrés, y las vías neuronales en los centros superiores del cerebro están separadas para cada factor de estrés y conectadas a una vía común.

Un mecanismo similar puede ser construido para el sistema simpático → adreno → medular (Figura 7).

Figura 7. Segundo mecanismo del estrés. Sistema simpático-adreno-medular. (Adaptado de Guyton, 1971).

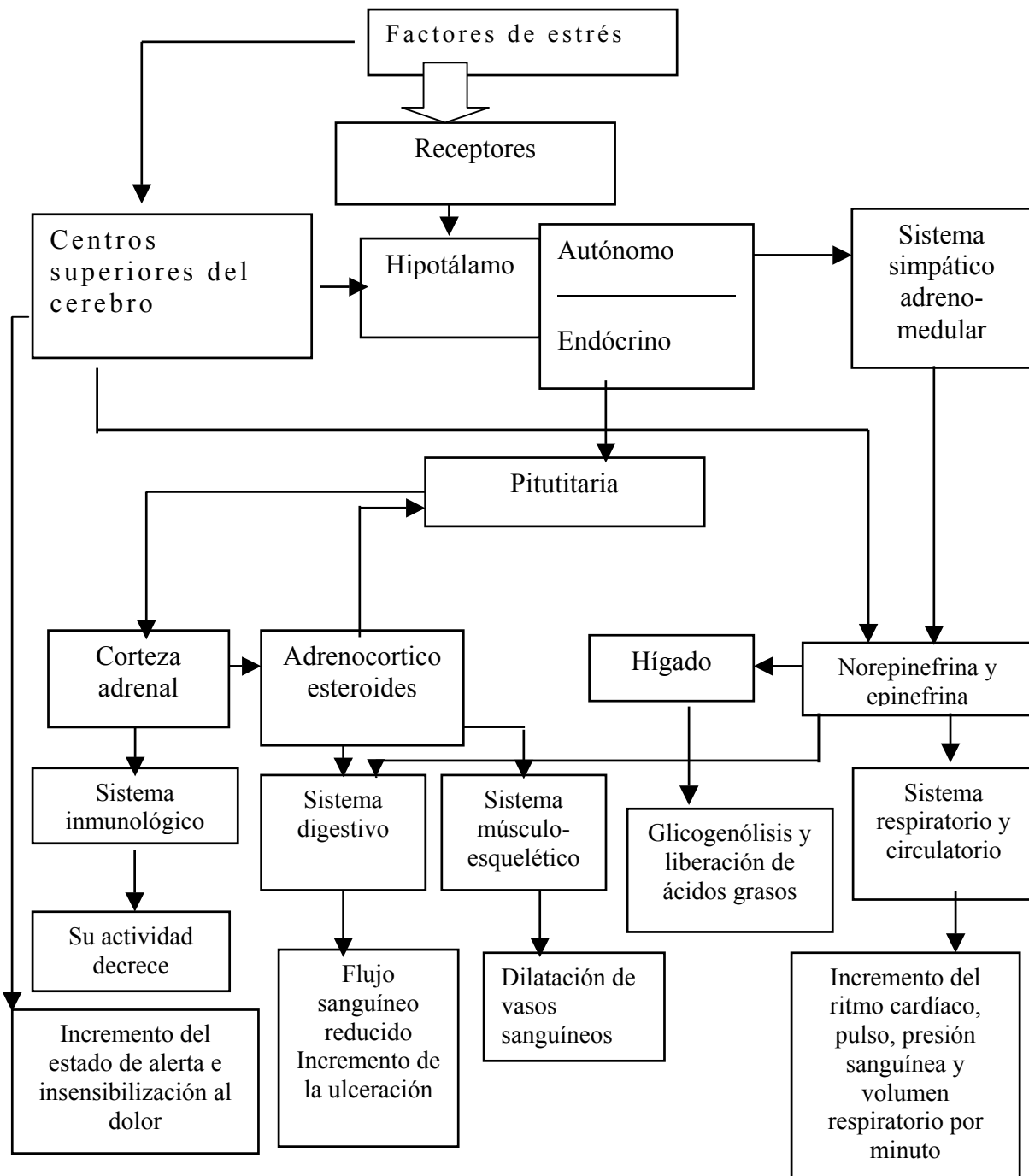


Este sistema, al igual que el adreno → cortical, es mediado por el hipotálamo y el sistema simpático que activa a la médula adrenal, así como a las fibras pre- y post-ganglionares; estas últimas secretan norepinefrina, principalmente, mientras que la médula adrenal libera tanto la epinefrina como la norepinefrina.

Las catecolaminas tienen diversos efectos fisiológicos comunes sobre el cuerpo, como son: incremento en los latidos cardíacos, en la presión sanguínea y en el volumen de respiración por minuto; glicogenólisis y movilización de ácidos grasos; estimulación de la pituitaria para liberar ACTH; desvío del flujo sanguíneo del sistema digestivo al sistema músculo-esquelético y efectos en los nervios centrales, con la consiguiente insensibilización al dolor y un incremento del estado de alerta.

Al combinar los dos modelos descritos anteriormente (Figura 8), obtenemos que las respuestas neurofisiológicas del estrés son una mezcla de los sistemas pituitario → adreno → cortical y del simpático → adreno → medular. El sistema hipotalámico está constituido por dos componentes, uno autónomo representado por el sistema nervioso simpático y que controla totalmente al sistema autónomo, y el otro endocrino, que controla a su vez las secreciones de la glándula pituitaria.

Figura 8. Mecanismo combinado del estrés. Sistema adeno-cortico-pituitario y simpático-adeno-medular (Adaptado de Brown, 1981)



La respuesta general al estrés es claramente adaptativa porque, en primer lugar, sirve para movilizar energía adicional que

proporciona al cuerpo humano un incremento en los contenidos de oxígeno y de azúcar en la sangre y, en segundo lugar, porque el flujo sanguíneo en general se incrementa y se desvía hacia el sistema músculo-esquelético, preparando al cuerpo para la lucha o la huida. De esta manera, el organismo se encuentra preparado para actuar de una manera adecuada para aliviar el estrés.

Durante el SAG el organismo reduce mucho su resistencia a las enfermedades, de ahí su peligrosidad si es crónico. Mientras dura el SAG se incrementa la vulnerabilidad a las enfermedades infecciosas como resultado de un proceso general inhibitorio que afecta la respuesta del sistema inmunológico. La respuesta al estrés también conduce a enfermedades crónicas y a las “enfermedades de la adaptación” cuando los niveles de estrés son prolongados.

Una de las consecuencias del estrés general crónico es la involución del sistema reproductor, resultando en un decremento de la fertilidad (Arvay, 1969). Al afectar a la morbilidad y a la reproducción, el estrés crónico no sólo afecta a los individuos, sino a la estructura genética de las poblaciones.

Así pues, el estrés resulta ser un factor muy importante que incide en los procesos evolutivos de las poblaciones humanas, afectando, además de otras variables de tipo fisiológico, a la fertilidad, morbilidad y mortalidad de éstas.

2.1.5 Algunas formas de medición del estrés en poblaciones vivas.

El estrés es definido en términos de “tendencias no específicas” (Selye, 1973) y, por tanto, no puede ser medido directamente. La medida de las respuestas humanas al estrés puede ser dividida en tres grandes rubros: a) las escalas de valoración del comportamiento, b) las pruebas psicológicas y c) las pruebas fisiológicas.

El primer caso está basado en rasgos observables del comportamiento en los individuos tales como: pérdida de coordinación, fatiga, tartamudeo, temblor, tiempo de reacción incrementada y perseverancia en la solución de problemas (Glass *et al.*, 1972).

Uno de los principales problemas para medir este tipo de estrés es que las respuestas están fuertemente influidas por la experiencia previa, los valores, la personalidad y los conocimientos de los individuos.

Para el caso de las pruebas psicológicas, se utilizan como fuentes de información los auto-reportes del estrés, tanto verbales como escritos, los juicios clínicos y los cuestionarios. El inconveniente de usarlos como fuentes de información reside en que pueden estar alterados deliberadamente y, por tanto, la validez de dicha información queda en entredicho.

Por último, las pruebas fisiológicas son las más apropiadas para medir las respuestas al estrés, puesto que no están usualmente bajo control voluntario o deliberado y los participantes no pueden distorsionar los resultados de las respuestas, sin embargo hay que considerar que las respuestas fisiológicas están afectadas por factores emocionales, culturales y ambientales.

Una de las principales formas para estimar el estrés fisiológico es medir: a) los niveles de catecolaminas en el plasma sanguíneo y en la orina, b) los niveles de adreno-corticoesteroides en la orina y en el plasma sanguíneo, c) la presión sanguínea, d) el ritmo cardíaco y respiratorio y e) la tensión muscular (Brown, 1981; James *et al.*, 1997).

De todos estos indicadores indirectos del estrés, la presión sanguínea, la tensión muscular, la tasa respiratoria y cardíaca, también son afectados por la actividad física y la altitud, no sin considerar que la presión sanguínea también es afectada por factores genéticos y nutricios.

Capítulo 3

3.1 El estrés en las sociedades desaparecidas. Consideraciones teóricas y metodológicas.

Si bien el concepto de estrés arriba descrito es el mismo que se aplica a las sociedades desaparecidas, una de las diferencias existentes, además de los factores involucrados en la calidad y cantidad de las muestras, es la búsqueda de indicadores adecuados y operativos.

Para el caso de las poblaciones vivas, además de lo que se dijo, se han propuesto desde el ámbito de la salud pública modelos que involucran procesos de determinación múltiple o multifactorial, es decir, que incluyan a la población, al medio físico, a la organización socioeconómica y al substrato biológico, esto es, a las características biológicas de la especie humana (Frenk *et al.*, 1991).

A pesar de que este modelo es planteado para poblaciones contemporáneas, las premisas y las definiciones de los conceptos relativos al análisis de la salud y de las condiciones de vida, han sido incorporados a los estudios de tipo bio-psico-social propuestos por la antropología física mexicana (Civera y Márquez, 1998), para el estudio de las sociedades mesoamericanas, determinándose su importancia como elementos fundamentales para la comprensión del estrés y la salud en cualquier sociedad y en lo particular en las sociedades prehispánicas. Por ejemplo, una de las premisas de este

modelo, apoyado en las propuestas de Frenk y colaboradores, consiste en analizar el fenómeno denominado “transición en la salud”, concebido como un proceso dinámico, en el cual los patrones de salud y enfermedad de una sociedad se desarrollan de diversas maneras como respuesta a un cambio mayor a nivel demográfico, socioeconómico, tecnológico, político, cultural e ideológico (Frenk, 1991).

En este esquema se toman en cuenta varios estadios o eras en la transición epidemiológica: “tradicional”, de “transición temprana”, de “transición tardía” y “moderna”. La población y el medio ambiente se encuentran estrechamente vinculados, el primero es la organización social mediante la cual los seres humanos desarrollan las estructuras y los procesos necesarios para transformar a la naturaleza, y el segundo son las fuerzas evolutivas, que modelan al genoma.

Para la organización social se describen múltiples dimensiones: que van desde la estructura económica, hasta la ideológica, que al articularse bajo un contexto determinado, condicionan el nivel de bienestar de una sociedad y de la estructura de clases de una sociedad (Frenk, 1991).

Estos elementos constituyen los determinantes estructurales del proceso salud-enfermedad y juntos detienen o frenan la variación de una serie de determinantes próximos, tales como las condiciones de

trabajo y de estilos de vida. En cuanto a las condiciones de vida, la alimentación y la vivienda son de especial interés en cuanto a sus efectos sobre la salud de las poblaciones, ya que estos se determinan multifactorialmente.

Con los anteriores argumentos como base y para el estudio de los indicadores de estrés en poblaciones desaparecidas, la paleodemografía, la paleopatología y la paleoepidemiología se han dedicado a la tarea de realizar interpretaciones e inferencias a partir del análisis de los esqueletos (Buikstra *et al.*, 1980).

Como fuente de información acerca de los grupos humanos del pasado, los restos óseos han proporcionado datos necesarios para la comprensión de una amplia gama de aspectos, desde sus características físicas hasta sus condiciones de vida⁸ y salud. Un primer enfoque encauzó a los antropólogos físicos al análisis métrico, mientras que los médicos y patólogos se abocaron a estudiar indicadores para diagnosticar procesos mórbidos.

Durante la década de 1980, Buikstra y Cook (1980) proponen un nuevo enfoque en los estudios de los restos óseos, de una orientación tipológica, descriptiva e individual a una orientación hacia los procesos y las poblaciones. El enfoque bio-cultural o bioarqueológico pretende evaluar la condición biológica de las poblaciones humanas y sus consecuencias para la reproducción

biológica y cultural de la sociedad, así como considerar los efectos selectivos de la cultura y la supervivencia de los individuos que conforman la población que se analice.

Bajo este cambio de enfoque, surgen estudios que se refieren a la utilización de múltiples indicadores de estrés para comprender, entre otros rubros, la salud en las sociedades desaparecidas (Goodman *et al.*, 1988). Se proponen modelos para poner en contexto los indicadores óseos del estrés, y los enfoques de varias líneas de investigación que contribuyen a comprender los entornos culturales y ambientales de las lesiones óseas y aquellos procesos biológicos que dan lugar a su desarrollo (Buikstra *et al.*, 1980; Goodman *et al.*, 1988).

Si bien, hay que recalcar que la aplicación de los indicadores de estrés para el estudio de las poblaciones desaparecidas debe hacerse con mucho cuidado, ya que ésta será distinta a las que se utilice en poblaciones vivas, porque debemos tomar en cuenta que, al momento de morir un individuo, se inician una serie de procesos tafonómicos que conllevan a una descomposición general de los tejidos blandos, como los músculos, grasa y otros sistemas orgánicos; en la mayoría de los casos, son los sistemas óseo y dental los que resisten la descomposición por más tiempo, aunque continúan siendo afectados por los procesos de intercambio iónico con su entorno, lo que afecta

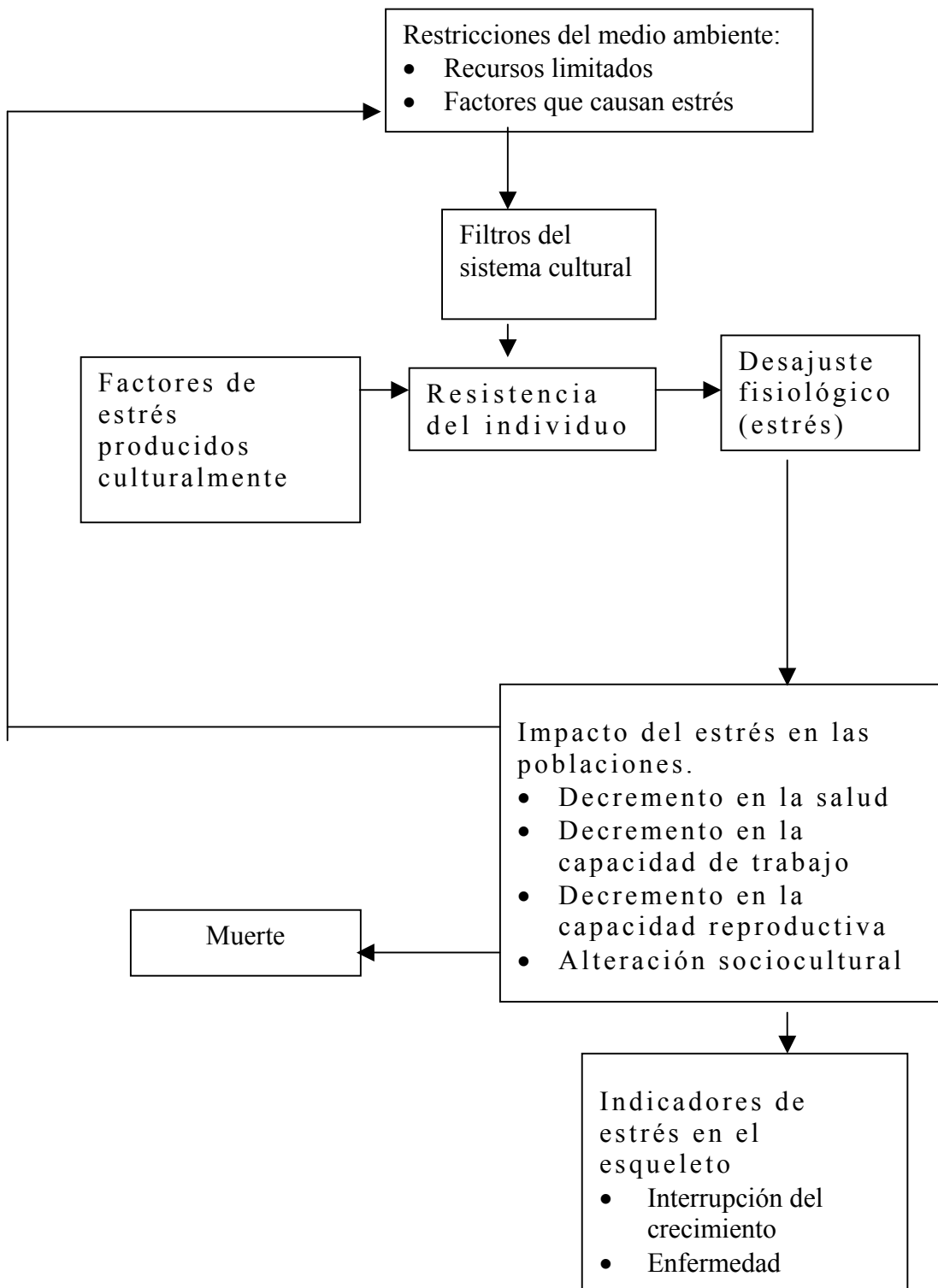
⁸También conocido como “forma de vida” o “estilo de vida”, el concepto de “condiciones de vida” se

su composición química, sesgando por tanto la probabilidad de realizar un buen diagnóstico diferencial sobre algún proceso de tipo traumático o infeccioso. Recordemos que los huesos preservan la huella de los músculos, de ligamentos y de tendones que nos pueden proporcionar otros tipos de inferencias acerca del tipo probable de actividad que el individuo en vida desempeñaba.

Por otra parte Goodman y colaboradores (1988), como anteriormente se señaló, proponen un modelo que muestra de una manera clara las causas y efectos del desajuste fisiológico o estrés en poblaciones prehistóricas. Este modelo (Figura 9) propone que el estrés es resultado de un conjunto de factores que interactúan de manera múltiple y que involucran límites y restricciones de acceso a recursos. Si estos recursos no llegan de manera adecuada a los individuos provocarán problemas de salud y pérdida de las capacidades cognitivas y de trabajo. También considera la existencia de “filtros” culturales y por último, cuando las innovaciones tecnológicas y culturales logradas por la sociedad han fracasado en amortiguar los factores de estrés, sólo queda la resistencia del individuo o agente que recibe la agresión, como último recurso biológico, y si éste fracasa también, el resultado final es la muerte.

refiere al conjunto de patrones culturales, ideológicos y de actitudes que determinan el comportamiento social del individuo. (Swedlund *et al.*, 1990)

Figura 9. Modelo para la interpretación de indicadores de estrés en poblaciones desaparecidas (Modificado de Goodman *et al.*, 1988).



Los efectos del estrés no puede medirse directamente en los huesos, para el caso de poblaciones desaparecidas. Sin embargo, hay una serie de indicadores que, tomados ya sea por separado o en su conjunto, nos proporcionan información acerca de la salud de una población y su asociación con cambios ambientales, ya sea climáticos, ecológicos, sociales, culturales, económicos, políticos, etcétera.

Pero, antes de entrar en detalles acerca de los indicadores de estrés más frecuentemente utilizados, los cuales serán descritos más adelante, veamos algunos de los planteamientos que se han hecho desde otras disciplinas como la arqueología y la epidemiología.

3.2 Antecedentes

3.2.1 Estudios del estrés en sociedades desaparecidas

En el estudio de las sociedades del pasado, sobre todo aquellas que estuvieron en proceso de cambio o transición, la atención se enfocó al crecimiento de la población, densidad y en sus medios de subsistencia. El concepto de poblaciones en vías de cambio o de transición se refiere al momento en que una sociedad cambia sus formas de subsistencia; por ejemplo, cuando de ser cazadora-recolectora se transforma a agrícola y su población se vuelve sedentaria, se inicia un proceso que conlleva tanto modificaciones culturales, como ecológicas y epidemiológicas. Las poblaciones en

transición tienen cambios en las relaciones ecológicas que alteran sus patrones de salud y enfermedad (Swedlund *et al.*, 1990).

En virtud de que hay una vinculación estrecha entre mortalidad, fertilidad diferencial y la regulación de los ciclos ovulatorios (Roth, 1992), a continuación se desarrollará y explicará la importancia de algunas variables involucradas en el análisis paleo-demográfico, como son la fecundidad femenina (o sea la habilidad reproductora) y la fertilidad (o rendimiento reproductor); dado que son uno de los medios biológicos de reproducción en una población, que actúa en conjunto con otras variables como son la densidad demográfica, que está estrechamente relacionada con la cantidad de alimentos que se produce, así como con las innovaciones tecnológicas.

Durante la historia de la especie humana, el tamaño y densidad de sus poblaciones presumiblemente permanecieron estables durante el Paleolítico (edad de piedra) (Cohen, 1995), se asume que las tasas de fertilidad y mortalidad en algunas poblaciones pequeñas de cazadores-recolectores estuvieron balanceadas y que el crecimiento de las mismas se mantuvo bajo y estable. Algunos demógrafos sostienen que esos grupos estuvieron sujetos a una máxima fertilidad, que fue balanceada por una alta mortalidad; otros arguyen que los cazadores-recolectores mantuvieron una población estable con una fertilidad controlada y moderada, igualmente balanceada por una mortalidad moderada (Hassan, 1981; Cohen, 1989, 1995).

Se han propuesto varias hipótesis ecológicas de los fenómenos fisiológicos y hormonales involucrados en los procesos de fecundidad y fertilidad en relación con la aparición de la menarquia. Una de las hipótesis plantea una relación muy estrecha entre el peso corporal y la menarquia, de aquí que se haya propuesto la hipótesis de “una masa crítica que dispara a la menarquia” (Frish *et al.*, 1970, 1974), la cual conlleva relaciones importantes entre la composición corporal y la nutrición que, a su vez, trae implicaciones en el control de la fecundidad entre las poblaciones.

Esta hipótesis ha estado sujeta a un debate continuo, acompañada de críticas a muchos niveles en el análisis de los datos y su interpretación (Reeves, 1979; Trussell, 1980; Scott *et al.*, 1985; Ellison, 1990), estas críticas han estado argumentadas en torno a las respuestas ecológicas del sistema reproductivo humano. Durante las últimas décadas, información concerniente a la función ovárica⁹ humana asociadas con la edad, el estado nutricional, el balance energético, la dieta y el ejercicio; ha sentado las bases para reformular la hipótesis originalmente propuesta por Frish y Ravelle.

Se ha ampliado el análisis, desde una perspectiva evolutiva, que va más allá de consideraciones demográficas y de la disfunción

⁹La función ovárica está gobernada por numerosas estructuras del organismo, en especial, por algunas áreas del sistema nervioso central (entre ellas el hipotálamo), la hipófisis y también otras glándulas endocrinas, como las suprarrenales y tiroides. El eje hipotálamo-hipófisis, actúa directamente sobre el ovario de la siguiente manera: el hipotálamo produce sustancias proteicas o factores de liberación, que estimulan a la hipófisis que produce, a su vez, otros factores de liberación. Los mecanismos de la ovulación son estimulados directamente por las hormonas hipofisarias, la foliculo-estimulante o HFE,

patológica, y que incluye la flexibilidad de las respuestas de la función ovárica humana a las condiciones medio ambientales, lo que la hace susceptible a la selección natural.

Este modelo, como arriba se dijo, ha sido extendido y aplicado al estudio de sociedades del pasado que, gracias al desarrollo tecnológico, experimentaron durante la etapa denominada formativa o etapa de desarrollo incipiente de las civilizaciones (Cohen, 1989; 1995), cambios en la dieta asociados a la capacidad para producir y almacenar otros alimentos, aunque también recordemos que esta etapa significó, en muchos casos, la reducción en la variedad de alimentos de la cual se había dispuesto entre los cazadores-recolectores.

Al respecto, Cohen (1989, 1998) hace algunos señalamientos con relación al cambio de dieta en el periodo de transición de cazadores-recolectores a agricultores. La alimentación de este último grupo se vio restringida a una dieta rica en calorías proporcionadas por granos, lo que produjo severas repercusiones en la salud de las poblaciones, al provocar deficiencias nutricionales.

Esto podría explicar porqué entre grupos nómadas existe una baja fertilidad en función de una baja dieta en calorías, ligada a una menarquia tardía, que coinciden con épocas de aridez. Por el contrario, cuando esos grupos transforman sus patrones de

que promueve la maduración del folículo ovárico; una vez producida la ovulación, la hormona

subsistencia de nómadas a agricultores, la abundancia de alimentos se ve incrementada y con ello el aporte de calorías, y por consiguiente, su fertilidad (Little, 1989).

Es la concatenación de esta serie de fenómenos lo que afecta el papel que juega la acumulación de grasa en el cuerpo femenino (Frisch *et al.*, 1970; Frisch, 1974), el cual determina el inicio de la menstruación¹⁰, fenómeno biológico que se presenta en la pubertad.

En el modelo antes señalado, se considera el funcionamiento del ciclo ovárico, el cual postula una estrecha relación entre el peso corporal y la edad de menarquia. Se plantea que para la aparición de la menarquia, el organismo requiere alcanzar un cierto peso crítico, estimado entre 46 y 47 kg. Este peso promedio crítico representa una determinada composición corporal, en la cual es necesaria una cantidad de grasa relativa que, según Frisch (1974), debe representar entre 22% y 24% del peso corporal.

Un nivel mínimo de grasa alrededor de 17% del peso corporal es necesario para la presencia de la menarquia y el 22% del peso corporal para mantener ciclos ovulatorios regulares. Una disminución en la cantidad de grasa, 10% a 15%, así como su exceso

luteinizante o HL transforma el folículo ovárico en un corpúsculo amarillo llamado cuerpo lúteo.

¹⁰El sistema nervioso central responde a estímulos sensoriales, emocionales, químicos y principalmente hormonales, que actúan sobre el hipotálamo, que dan origen a los factores liberadores de la hormona estimulante del folículo (HFE) y de la hormona luteinizante (HL). Estos factores, a través del sistema porta-hipofisiario estimulan a la adenohipófisis para que produzca gonadotropinas (HFE y HL), actúan sobre el ovario y promueven la maduración ovular, el crecimiento folicular, la ovulación y, simultáneamente, la producción de estrógenos y progesterona. Los estrógenos y la progesterona que se producen durante el ciclo menstrual estimulan al eje hipotálamo adenohipófisis,

causan la pérdida de la menstruación (amenorrea) o bien, ciclos ováricos anovulatorios e irregulares. De esta forma, la fecundidad y fertilidad femenina (Figura 10), se ven afectados cuando existe un cambio en la dieta con un alto contenido en calorías, propiciando una reducción en los intervalos entre los nacimientos y por lo tanto el número de embarazos; que al coincidir en grupos de agricultores con la posibilidad de alimentar a los pequeños con cereales, promovería a su vez el destete a una edad más temprana, incidiendo en un cambio en la fertilidad y un posible aumento poblacional.

Los resultados de la acción sinérgica de estas variables sobre los grupos humanos y en especial entre los cazadores- recolectores, han impactado ciertas características demográficas, tales como natalidad y mortalidad bajas, mientras que los agricultores presentan natalidad y mortalidad altas (Storey, 1992a). Lo anterior trae aparejado que, debido al desarrollo de la agricultura y de la urbanización, y de acuerdo a las evidencias paleo-demográficas, en el pasado hubo un elevado incremento demográfico con tasas de mortalidad adulta muy altas y con esperanza de vida menor que en las sociedades modernas.

A modo de ilustrar la acción combinada de las variables involucradas arriba mostradas y determinadas formas de organización social y subsistencia y para el caso de las poblaciones desaparecidas, se recurrirá a manera de ejemplos, a los dos casos

elevando la cantidad de hormonas gonadotrópicas (HFE y HL), estableciendo así un estímulo cíclico y

de retroalimentación, cuyo fenómeno visible es la menstruación.

siguientes. Así, Martin y colaboradores (1984) han reportado el estudio de los patrones de enfermedad en una población de agricultores intensivos sudaneses de Nubia, grupo que habitó grandes áreas a lo largo del río Nilo, entre 0 y 1350 d. C., que comprende las fases culturales del Meroítico, Grupo X y Cristianos. En este grupo se ha estudiado la ocurrencia de deficiencias nutricionales y la importancia de utilizar múltiples indicadores de estrés para analizar el impacto en diferentes dominios adaptativos, según el modelo propuesto por Mazess (1975).

“Los antiguos pobladores de Nubia estaban afectados de anemia causado por una seria deficiencia en hierro, evidenciada por la existencia de hiperostosis porótica. Los individuos con mayor riesgo de exposición fueron niños de 2 a 6 años y mujeres adultas entre 20 y 35 años de edad. Este patrón de riesgo indica que la dieta (la cual consistía de granos y cereales) aunada a prácticas culturales de destete y lactancia, representaron las causas más estrechamente ligadas a la deficiencia de hierro.”(p. 180)

Sin embargo, Armelagos y colaboradores (1972) no encontraron, al analizar la longitud de los huesos largos en función de la edad, evidencia alguna en la interrupción del crecimiento longitudinal. Más bien, al realizar el estudio microscópico de los huesos se encontró un defecto que impedía mantener el desarrollo normal del esqueleto.

“Los niños entre el segundo y el décimo cuarto año de edad eran incapaces de mantener el desarrollo normal de la capa cortical de los huesos, por ejemplo, como la que recubre la superficie del fémur, debido a que la delgada capa cortical era resultado de un incremento en la resorción ósea intercortical.”(p. 180)

En esta misma población, los mismos autores encontraron que las mujeres jóvenes (entre 19 y 25 años de edad) también presentaban el mismo problema:

“...mantener la formación de la capa cortical de los huesos largos. Este grupo presentó un incremento significativo en las tasas de resorción endosteal comparada con hombres de la misma edad. Si bien en los huesos largos de las mujeres sí se formaban osteones en su superficie periosteal, la tasa de mineralización no fue la esperada. Entonces, era evidente que la resorción de osteones de la superficie periosteal se transformó en fuente de calcio para las mujeres lactantes.”(p. 180)

La comprensión de estos fenómenos desde una óptica ecológica, puntualiza que la dieta de los Nubios y su exposición a parásitos eran una fuente importante de enfermedades, como factores causales iniciales, que influían en sus condiciones de vida de forma severa. La dependencia excesiva hacia los granos, pobres en hierro y calcio, cerraban este círculo de causalidades (Goodman *et al.*, 1988; Armelagos, 1990).

Por otro lado, Van Gerven y colaboradores (1981), han sugerido también, sobre esta misma población:

“...una relación inversa entre niveles de centralización política y salud. A una mayor centralización política, la vida y la salud de los Nubios prehistóricos que vivían en un medio ambiente marginal, se vieron seriamente comprometidas ante la pérdida del control de su independencia política y del manejo de sus recursos, como el agua.” (p. 180)

Otro ejemplo que ilustra bien el uso del modelo de estrés en poblaciones desaparecidas, es el caso de la población de Dickson Mounds, en el Valle de Illinois, durante un período de cambio en su

estilo de vida y en sus patrones de subsistencia, ocurrido entre el 950 al 1300 d. C., y que tuvo consecuencias profundas sobre su salud (Blakey, *et al.*, 1985; Goodman *et al.*, 1988; Armelagos, 1990).

En este corto periodo hubieron cambios importantes, desde una adaptación a un entorno boscoso, caracterizado por una estrategia general de cazadores-recolectores, hacia un énfasis mayor en una agricultura intensiva, que conllevó a un incremento en la densidad de la población, sedentarismo y a una mayor estratificación social.

Este cambio en los patrones de subsistencia condujo a incrementos en la anemia por deficiencia en hierro e hiperostosis porótica, así como en las enfermedades infecciosas mostradas a través de reacciones periostales (Lallo, *et al.*, 1978). La frecuencia de individuos con deficiencia en hierro y con lesiones causadas por enfermedades infecciosas se incrementó desde un 6% hasta un 40% hacia el período Misisipiano medio (hacia 1100 d.C). Además, individuos con ambas condiciones desplegaron una interacción sinérgica, en la cual ambas lesiones mostraban una manifestación mas severa que cuando aparecían aisladas.

De forma independiente un indicador más que se sumó en la prueba del desajuste fisiológico de esta población y su medio ambiente fue:

“...la frecuencia y distribución cronológica de los defectos del esmalte dental conocido como hipoplasia¹¹ apoyando el argumento de que el cambio hacia la agricultura tuvo efectos deletéreos en la salud del grupo. Así, hubo un incremento en el promedio individual de eventos de hipoplasia del esmalte de 0.90 a 1.61 en el periodo Misisipiano medio. La prevalencia de individuos con una o más hipoplasias se incrementó de 45% a 80% durante el mismo periodo.” (p. 181)

El momento de aparición de la hipoplasia del esmalte muestra que los niños de la población de Dickson Mounds experimentaron estrés entre los 2 y 4 años de edad, que corresponden a los periodos del destete y al mismo tiempo presentaron también signos de hiperóstosis porótica (Blakey *et al.*, 1985; Armelagos, 1990).

Lo más relevante de estos estudios es que al realizar la comparación de la frecuencia de hipoplasia del esmalte entre los cazadores-recolectores y los agricultores intensivos estos últimos:

“...mostraron una mayor incidencia de este defecto a edades tempranas, sugiriendo la edad al inicio del destete. Los individuos del grupo de agricultores, que no presentaron lesiones tenían una edad al morir 5 años mayor que aquellos sujetos con una hipoplasia y 9 años mayor que aquellos que presentaban dos o más episodios de hipoplasia. La asociación entre el estrés durante la infancia y la longevidad en los adultos, sugiere que el estrés producido por las agresiones ambientales tuvo consecuencias significativas en la adaptación de los individuos.” (p. 181)

Luego entonces, los procesos de cambio de tipo económico provocaron que la población de Dickson Mounds, tuviera afectadas sus patrones de mortalidad, una medida final del costo biológico de esa transición, además de que la esperanza de vida decreció a todas

¹¹Una hipoplasia del esmalte es una condición que se detecta en la superficie del esmalte de los

las edades en la parte álgida del desarrollo agrícola, o sea que el éxito habido en una mejoría económica ocurrió a expensas de la biología de los individuos, de la población en su conjunto. y, en especial de los grupos de mayor riesgo: los niños y las mujeres (Goodman *et al.*, 1988).

3.2.1.1 Algunos estudios osteológicos en el área maya

Al efectuar la revisión general de los trabajos osteológicos que en población maya se han realizado, y que no necesariamente se han planteado desde la perspectiva que aquí se señala, sino desde la paleopatología. Tenemos que en los años cuarenta aparece el trabajo de Hooton (1940), sobre los restos óseos del Cenote Sagrado de Chichén Itzá, en el cual trata de hacer comparaciones físicas con otros grupos, además de mencionar una patología como la espongiohiperostosis, siendo identificada en varios de los restos infantiles estudiados.

Después aparecieron varios trabajos osteológicos que hacen énfasis en las comparaciones morfométricas donde se plantea fundamentalmente la supuesta homogeneidad o heterogeneidad biológica del grupo maya, desde una perspectiva osteométrica y somatológica (Comas, 1966).

dientes a simple vista, y que consiste en una serie de líneas, bandas o fosas formadas por una disminución en el grosor del esmalte (Blakey, *et al.*, 1985).

Otros enfoques distintos a los anteriores se generan en la década de los sesenta, a partir de que los individuos que componen a un sociedad son ubicados en el contexto económico, social, político e ideológico en el que se desarrollan y que determina el fenómeno biológico (Márquez y Gamboa, 1982). Según estos autores, para poder realizar este tipo de estudio es necesario vincular varios niveles de análisis que consideran los datos provenientes de las observaciones paleoecológicas de flora, fauna, así como de la tecnología, economía, paleodemografía (densidad de población, tasas de mortalidad, perfiles paleodemográficos, etc.). Así, de carácter general tenemos los trabajos que utiliza la frecuencia de las líneas de densidad incrementada o LDI, como un indicador de condiciones generales de salud en grupos prehistóricos, donde se pretende hacer inferencias globales de aspectos biosociales como el tipo de vida y el estado nutricional (Cook y Buikstra, 1979).

En esta misma década empiezan a proliferar investigaciones de tipo paleopatológicos, donde se pasa desde una perspectiva puramente descriptiva a otra en el que se integran factores ecológicos y sociales, aquí podemos ubicar los trabajos de Serrano (1966) y Jaén (1968).

Un segundo grupo de trabajos lo representan aquellos de carácter comparativo o interpretativo (Saul, 1968, Pompa 1984; Márquez y Schmidt, 1984; Pijoan y Salas, 1984), que nos muestran

cómo, mediante la obtención de datos sobre sexo, edad, características métricas, no métricas, rasgos culturales como la deformación craneana y la mutilación dentaria intencional, así como de las frecuencias de diferentes patologías que se pueden identificar en el material óseo, es posible construir los perfiles de mortalidad general e infantil, de esa manera es factible hacer inferencias sobre el tipo de actividad productiva y las tendencias de la variación morfológica.

Para los años sesenta, setenta y ochenta tenemos los trabajos efectuados por Saul (1972, 1980) y Havilland (1967). Cuyo enfoque general, trata de resaltar las posibles causas de las diferencias biológicas identificando la manera de apropiarse de la naturaleza, de producir, de organizarse socialmente, etc; y de cómo esto influye a nivel somático o biológico, a partir de la determinación del tamaño de las familias y de la mortalidad por edades, clases o tipos de enfermedades.

Por último para los años noventa tenemos el trabajo de Márquez y Escalona. (1997) y de Rebeca Storey (1992b, 1992c). Los primeros autores hacen una reevaluación acerca de la reducción de la estatura entre los mayas prehispánicos, visto desde una perspectiva integradora que incluye a la biología y salud de la población bajo sus condiciones ecológicas y socioeconómicas particulares. La segunda autora, estudia las hipocalcificaciones y caries dentales en

dientes deciduales de niños del período Clásico en Copán, Honduras, concluyendo que las altas prevalencias de caries están ligadas a una alimentación basada en carbohidratos y una relación sinérgica entre dieta y enfermedad.

3.2.2 Restricciones y limitaciones del modelo de estrés

Algunas de las críticas más amplias que se han hecho a las implicaciones de los modelos de estrés aplicados a las poblaciones desaparecidas, han provenido fundamentalmente de Wood y colaboradores (1992), quienes critican seriamente los principios de la paleo-patología y paleo-demografía utilizados en la descripción y explicación de los procesos de transición de sociedades de cazadores-recolectores a agricultores.

Los puntos más importantes en la discusión, según Wood y colaboradores (1992) y que son pertinentes para desarrollo de esta tesis, son los que se refieren a: 1) la relación que se establece entre estatura y salud, como indicadores de estrés medioambiental y 2) la mortalidad selectiva y a la heterogeneidad escondida en el riesgo de enfermar o morir, debido a la susceptibilidad individual al estrés; entre otros.

En relación a la primera, se trata de que tradicionalmente la estatura pequeña ha sido interpretada como un indicador general de estrés, Wood y colaboradores (1992) consideran que la detención del

crecimiento detectada a través de los huesos no proporciona ninguna información acerca de la distribución de la estatura o salud relativa en los vivos, a menos que se conozcan los niveles de mortalidad y la relación entre estatura y susceptibilidad al estrés. Esta suposición se basa en la apreciación de que:

“...la mortalidad es selectiva en relación con la distribución de la estatura, o sea, aquellos niños de estatura más pequeña estarán expuestos a un riesgo mayor de morir, lo que se verá reflejado en las series óseas bajo estudio. Si la mortalidad es alta, una fracción mayor de la distribución total de la estatura estará representada entre los individuos muertos, dando como resultado que estos serán altos. Si ocurre lo contrario, o sea que la mortalidad sea baja, sólo los más susceptibles, los de estatura baja serán los representados.”(p.351)

No obstante, estudios realizados en diferentes parte del Viejo Mundo, por ejemplo, en el mediterráneo (Angel, 1984), en el Levante (Smith *et al.*, 1984), en la India (Kennedy, 1984), en el oeste de Europa (Frayer, 1981); han reportado que la estatura ha declinado durante el paso del período Paleolítico¹² al Mesolítico¹³. El significado de este decremento se explica en función de un desmejoramiento en la nutrición, a cambios en los patrones de actividad laboral, o a modificaciones en el clima.

Así, Angel (1984) ha encontrado en el mediterráneo, que el decremento en la estatura está asociado con una reducción en dos

¹²Dícese del período prehistórico comprendido desde la aparición de los homínidos hasta el mesolítico. (Diccionario Enciclopédico Larousse, 1990)

¹³Dícese del período prehistórico comprendido entre el epipaleolítico y el neolítico. Se caracteriza por el abandono de la predación como único medio de subsistencia y su reemplazo

regiones del esqueleto: la altura de la base del cráneo y el diámetro de la anchura pélvica, medidas que también se han encontrado correlacionadas con la nutrición en poblaciones vivas.

En cuanto a la segunda, los autores señalan que el registro arqueológico está limitado para obtener una muestra representativa de todos los individuos que tuvieron el riesgo de enfermar o morir a una edad determinada, sino sólo de aquellos que murieron a esa edad, o sea, que una muestra de los individuos de cualquier grupo de edad, será altamente selectiva para lesiones que aumenten el riesgo de morir a esa edad, y entonces ésta no será representativa de toda la población a la que perteneció el grupo en vida. Esto significa que los cálculos de la prevalencia¹⁴ de tales lesiones en las muestras óseas están sujetos al mismo tipo de desviación causada por la selectividad, y que por esta razón se interpreta como una sobreestimación de la incidencia de esa condición en la población (Wood *et al.*, 1992).

En cuanto a la heterogeneidad escondida, significa que la población a la que pertenece la muestra ósea estuvo constituida por una mezcla desconocida de individuos con diferentes susceptibilidades a la enfermedad y a la muerte, como ocurre en las

por el cultivo de vegetales alimenticios, inicios de la sedentarización y de la agricultura. (Diccionario Enciclopédico Larousse, 1990)

¹⁴Prevalencia: concepto utilizado en epidemiología y parasitología, es una expresión matemática que se refiere al número de individuos huésped infectados por un virus, bacteria o parásito, dividido entre el número total de individuos examinados; el resultado es un porcentaje que indica la extensión y la intensidad de la infección. (Swedlund, *et al.*, 1990)

poblaciones contemporáneas y en las que de por sí es difícil estimar. Precisamente este tipo de información es difícil de obtener con precisión durante el registro arqueológico.

Por su parte Ubelaker (1992), en su crítica al trabajo de Wood y colaboradores considera que:

“Aunque la mortalidad selectiva y la heterogeneidad son fuentes potenciales de error, los problemas de muestreo no impiden la formulación de hipótesis generales acerca de las enfermedades y la mortalidad o fertilidad de las poblaciones, ya que para poder realizar una selección de las muestras que estén disponibles, necesitamos tener un amplio conocimiento del contexto arqueológico y de esta manera reducir las posibles imperfecciones que el registro arqueológico conlleva.” (p.360)

Sin embargo, para Goodman, lo que parece ser paradójico en la exposición de Wood y colaboradores (1992), es que interpretan de manera errónea los objetivos de la paleo-epidemiología y utilizan indicadores de salud únicos y aislados; postulando relaciones unidireccionales y directas entre porcentajes de enfermedades y perfiles de mortalidad y las condiciones de salud.

Para Goodman y colaboradores (1980, 1988), la respuesta está en el estudio de múltiples indicadores de salud y de nutrición, en función de la información contextual arqueológica; como ya se mostró en los ejemplos citados en el apartado anterior.

Luego entonces y desde esta perspectiva, parece ser que el punto más débil de la propuesta de la paradoja osteológica sea el referente a la interpretación de los indicadores de estrés y no al proceso en sí

de los desajustes en los patrones de salud-enfermedad ocurrida durante la transición de un modo de subsistencia a otro.

Es este último punto, uno de los problemas en los que más se insiste en la paradoja osteológica, es: la reinterpretación de la información acerca del paso del modo de vida de los cazadores-recolectores al de agricultores. Según Wood y colaboradores (1992), plantean que la evidencia ósea es igualmente consistente tanto con mejoras en la salud, como en el deterioro de la misma: “a peores esqueletos, mejor estado de salud”.

Sin embargo, y de acuerdo a los estudios realizados en las últimas décadas, la adopción de la agricultura y el sedentarismo conllevaron un alto costo biológico para las poblaciones que sufrieron este proceso, y que en general este cambio ha seguido un patrón similar en diferentes partes del mundo (Swedlund *et al.*, 1990; Cohen, 1995).

En efecto, en el tránsito hacia un cambio en estas estrategias productivas, la salud sufrió un deterioro al adoptarse el modo de vida agrícola, de tal manera, que al intensificarse la agricultura, y con la estratificación de las sociedades, esta condición tendió a agudizarse aún más (Newman *et al.*, 1995)

3.3. Indicadores de estrés.

Como ya se ha planteado en los apartados anteriores, a pesar de que el esqueleto no registra episodios de estrés directamente, sí podemos medir los efectos de, por ejemplo, el hambre o inanición, procesos infecciosos o enfermedades funcionales, a través de las repercusiones que ocasiona en el crecimiento y desarrollo de los huesos y de los dientes.

El sistema óseo, a diferencia de los tejidos blandos, responde de una manera muy limitada a factores de estrés generados por condiciones adversas de vida, esto tiene repercusiones para hacer inferencias acerca de las causas próximas y específicas. Existe una gran variedad de agentes infecciosos y tipos de deficiencias nutricionales que dejan similares signos en los tejidos óseos. En este sentido, el concepto de estrés tiene una aplicación muy generalizada acerca de las causas. Es muy similar al concepto de estrés propuesto por Selye, en la que múltiples factores de estrés tienen una respuesta común estereotipada. Según Goodman (1988) una de las diferencias fundamentales con el estrés selyano, reside en la diferenciación inicial de la respuesta al impacto, entendiéndose a éste como la interrupción del comportamiento normal de alguna variable crítica, que nos indica que algún factor fisiológico ha sido dirigido hacia el organismo y que tiene el potencial de provocar algún disturbio de tipo funcional en el comportamiento que compromete su

supervivencia y reproducción; y su consecuencia adaptativa (o sea a sus efectos que incluyen a la actividad física, resistencia a las enfermedades y capacidad reproductiva). Según Leathermann y colaboradores (1986), para el estudio del estrés en poblaciones desaparecidas hay que tomar en cuenta los causales próximos como los patrones generales de exposición a condiciones traumáticas, a los agentes infecciosos y a las deficiencias nutricionales, ya que éstas pueden estar vinculadas a causales finales a largo plazo, como son los procesos económicos y sociopolíticos

Así, y en forma general, los indicadores de estrés que han sido utilizados frecuentemente para comprender la relación entre biología humana y recursos se pueden clasificar en tres tipos: a) los que evidencian estrés general, acumulado durante largos períodos; b) los que indican estrés general ocurrido en un tiempo determinado o episódico y c) los asociados a alguna enfermedad específica. (Buikstra y Cook, 1980; Larsen, 1997).

Entre los primeros tenemos datos paleo-demográficos, en específico de la mortalidad, que se obtienen a partir de la estimación rigurosa de la edad y sexo de los individuos que componen la muestra que se estudie, de acuerdo a normas internacionalmente aceptadas (Ubelaker, 1974). Con esta información se construyen las tablas de vida que permiten obtener la esperanza de vida al nacimiento, la probabilidad de supervivencia y la probabilidad de

muerte. Generalmente quedan incluidos todos los rangos de edad, desde recién nacidos hasta individuos seniles.

En este mismo rubro adquiere importancia la evaluación del crecimiento y desarrollo, porque nos permite analizar el grado de los factores de estrés del medio ambiente. Estos parámetros consisten, por lo general, en la construcción de curvas de crecimiento basadas en la medición de la longitud y anchura de los huesos largos, tanto para los individuos en cada categoría de edad del periodo de crecimiento como para los adultos en su conjunto, así como el cálculo de la estatura y la determinación del dimorfismo sexual que deriva de las diferencias sexuales.

Estos indicadores están basados en la proposición teórica de que la reducción de la velocidad del crecimiento o la suspensión del crecimiento en un individuo, es la respuesta lógica del organismo a distintos niveles de estrés (Buikstra y Cook, 1980; Spencer, 1997).

3.3.1 Hipoplasia del esmalte

Otro indicador de estrés episódico o marcador no específico son las denominadas hipoplasias del esmalte que ya han sido mencionadas. Una hipoplasia del esmalte es una condición que se detecta en la superficie de la corona de los dientes a simple vista, y que consiste en una serie de líneas, bandas o fosas formadas por una disminución en el grosor del esmalte (Goodman *et al.*, 1980, 1990).

De acuerdo a Goodman y colaboradores (1990) es necesario hacer la distinción de los distintos tipos de defectos del esmalte dental para la interpretación de su etiología y sus implicaciones epidemiológicas. Ellos sugieren que estos defectos pueden indicar periodos de disrupción fisiológica crónica, siempre y cuando se estudien junto con la información arqueológica de la flora y de la fauna, y otros datos epidemiológicos tales como los signos de anemia crónica y de infecciones. Estas líneas se pueden formar desde el nacimiento hasta la fusión de las epífisis con la diáfisis, lo cual ocurre entre los 18 y 20 años. Generalmente se forman después del primer año de nacimiento y puede ser causado por los efectos negativos del destete, aunque más bien ha sido identificado como simple casualidad de ocurrencia, habiendo otra frecuencia máxima antes de cumplir los cuatro años de edad. Se ha logrado establecer una correlación positiva entre condiciones de vida y las líneas de hipoplasia del esmalte, en general se ha encontrado que las prevalencias más bajas se han identificado en individuos de países desarrollados y las prevalencias más altas en países en vías de desarrollo. Ortner (1989), sugiere que esta condición es un marcador indicativo de una adaptación o de recuperación exitosa.

3.3.2 Líneas de Harris

Los eventos de estrés episódico se identifican recurriendo a las llamadas líneas de Harris, que son líneas transversales, o bandas de densidad incrementada, que se pueden observar en radiografías de los extremos de las secciones longitudinales de los huesos largos. La formación de estas líneas requiere de un período de interrupción en el crecimiento normal del hueso, y otro de reposición. Dado que el plazo mínimo aproximado para que este proceso puede efectuarse es de una semana (Steinbock, 1976), las líneas de Harris se han utilizado como indicador de estrés ocurrido durante cuando menos ese tiempo. En este sentido los restos de individuos juveniles presentan una alta prevalencia de ésta condición, por el contrario los adultos presentan pocas líneas. Mientras que una reducción de las líneas en individuos seniles podría deberse a que ocurrió un evento de estrés a edades más tempranas y que estas desaparecieron por causa de la remodelación ósea. También se podría pensar que una reducción en la frecuencia de las líneas de Harris durante la edad adulta podría deberse a una remodelación ósea o a que el factor de estrés simplemente desapareció. La interpretación de estas líneas estará sujeto a considerar la amplitud de la variación de los niveles de salud de los sujetos analizados. Sin embargo recientes investigaciones (Wood *et al.*, 1992), sugieren que las líneas de Harris están más relacionadas con evidencias de recuperación, y

entonces puede ser usado para entender la habilidad de los individuos para responder al estrés.

3.3.3 Hiperostosis porótica

La Hiperostosis porótica es un marcador de estrés específico, es una lesión que afecta a los huesos frontal, parietal y occipital del cráneo y que, cuando aparece en el borde superior de las órbitas es conocido como criba orbitaria ó *cribra orbitalia*, siendo relacionado ésta última con las primeras manifestaciones de la anemia. Esta lesión consiste en un conjunto de poros bien delimitados en extensión, que se localizan en toda la superficie del cráneo. Es causado por un ensanchamiento del tejido esponjoso del hueso (diploe) que provoca el adelgazamiento de la capa cortical externa (Steinbock, 1976). Frecuentemente la hiperostosis porótica se encuentra asociada a talasemias, anemias hereditarias, anemia de células falciformes o anemia por deficiencia de hierro (Lallo *et al.*, 1977). La gran mayoría de los investigadores están de acuerdo en que esta lesión se debe a un estrés de tipo nutricional, sobre todo en casos como en las poblaciones prehispánicas, en los cuales otras enfermedades como la malaria no son tan frecuentes (Buikstra y Cook, 1980; Larsen, 1997).

También se ha encontrado que altas frecuencias de enfermedades infecciosas, una dieta con bajo contenido de hierro o una que inhibe

la absorción del hierro, como el consumo de maíz entre los agricultores y factores culturales, como la diarrea causada por el destete, provocan un incremento en la frecuencia de esta condición (Buikstra y Cook, 1980).

Diversos estudios han señalado que los dos tipos de patologías arriba mencionados se deben a dos formas de lesiones que reflejan diferentes factores de estrés, sin embargo ambas tienen una común etiología (Walker, 1985) y se presenta con mayor frecuencia en individuos menores de 5 años que en adultos.

3.3.4 Altura de la base del cráneo

La altura de la base del cráneo se define como aquella distancia que comprende desde el punto basion a porion o auricular a basion, Angel (1982) fue quién inicialmente propuso esta medida como un adecuado indicador de deficiencia nutricional durante los primeros años del crecimiento y desarrollo. Individuos pobremente nutridos tienden a presentar en la base del cráneo una condición denominada “platibasia” que aquellos bien nutridos, debido a la deformación de los huesos que soportan al cráneo en respuesta al peso de la cabeza.

Los períodos de edad mas sensible a la posible ocurrencia de esta condición pueden ubicarse en los primeros años de la niñez, cuando están en plena formación los cuerpos vertebrales, y en la

etapa de adulto, durante episodios de esfuerzos físicos vinculados a una condición de mala nutrición persistente (Angel, 1982).

Así, se ha demostrado que poblaciones bien alimentadas no presentan platibasia, mientras que aquellas que tienen acceso a una alimentación pobre presentan esta condición. Sin embargo, es un marcador que requiere mayor investigación, porque su diagnóstico se basa solamente en la compresión que se realiza sobre las primeras vértebras cervicales, sabiendo de antemano que anatómicamente esta región del cráneo está genéticamente programada para soportar grandes esfuerzos y que, no debería presentar esta condición, de allí su ambigüedad como marcador de estrés.

3.3.5 Morfología de la cintura pélvica

El llamado “platipelvismo” o deformación de la cintura pélvica caracterizada por una reducción en su diámetro antero-posterior, en relación al medial-lateral, está asociado con una estatura corta, debido a que la pelvis prácticamente se incrusta en la parte inferior del tronco, debido a varias causas, entre ellos tenemos a las fuerzas creadas por el peso corporal combinada con la gravedad (Angel, 1975, 1984). También es un indicador de una baja calidad en alimentación sufrida por los individuos durante su niñez y está relacionada con el estatus social de los individuos.

De la misma forma, esta condición está presente en aquellos sujetos expuestos a severas deficiencias en vitamina D (raquitismo), necesaria para la utilización del calcio, y causado por un inadecuado consumo de proteínas durante los primeros años de vida cuando el crecimiento de los huesos se está llevando a cabo y por consiguiente, ocasionando que la proteína de la matriz ósea no se mineralice suficientemente (Angel, 1975; Angel y Olney, 1981).

3.3.6 Morfología de la diáfisis de los huesos largos

Este indicador aparece en sujetos que padecen raquitismo, quiénes presentan un arqueamiento en los huesos largos de las extremidades inferiores; el raquitismo se presenta durante los primeros años de vida, cuando el esqueleto está en rápido crecimiento, especialmente durante los primeros seis meses y tres años de edad. Los signos clínicos visibles son un aplanamiento de la diáfisis femoral y tibial, hay una prevalencia en hombres y mujeres adultas. Al igual que el indicador anterior, está relacionado con una deficiencia en el consumo de vitamina D (Fallon, 1988).

Una forma de medir el aplanamiento de la diáfisis de los huesos largos, es a través del índice mérico (que mide el grado de aplanamiento antero-posterior de la diáfisis del fémur), el índice pilástrico (una medida del aplanamiento medio-lateral de la diáfisis del fémur), y el índice cnémico (una medida del aplanamiento medio-

lateral de la diáfisis tibial y del agujero nutricio). El aplanamiento puede ser visto en función de la remodelación ósea que depende de los esfuerzos mecánicos a los que se ven sometidas las extremidades y la diáfisis de los huesos largos; sin embargo son indiscutibles las relaciones que se establecen entre estatus nutricional y la forma de la diáfisis.

3.3.7 Tamaño del canal medular de las vértebras

Las vértebras que forman la columna vertebral poseen un canal que protege a la medula espinal, anatómicamente están formadas por una apófisis y carillas articulares. La relación entre el ancho y la altura de las vértebras permite medir los efectos del retardo del crecimiento que documentan episodios de estrés durante los primeros años de vida (Clark, 1988). Por otra parte, aquellos episodios de estrés que ocurrieron en los primeros años de vida pueden desaparecer debido a la remodelación que sufren los huesos durante las siguientes etapas del desarrollo, por ejemplo, aquellos factores de estrés que pudieron haber ocurrido en la niñez, pueden desaparecer en años posteriores, al crecer el sujeto. De esta manera si la reducción del canal medular no afecta la altura del cuerpo vertebral en esqueletos adultos, podemos decir que el retardo del crecimiento ocurrió antes de los cuatro años de edad, y si ambos están afectados, tanto el tamaño del canal medular como la altura del

cuerpo vertebral, entonces podemos afirmar que los períodos de estrés ocurrieron durante los primeros años de vida, y estos persistieron durante los cuatro años siguientes y posiblemente en la etapa adulta.

3.3.8 Crecimiento óseo y dental

Durante el crecimiento y desarrollo del cuerpo humano cada órgano presenta distinta velocidad de crecimiento, la cuales son moduladas por la genética y el medio ambiente. Así, tenemos que órganos como los dientes, en comparación a otros, tienen una mayor resistencia a ser modificados por el medio ambiente. La tasa de formación de los dientes presentan una relativa independencia de las influencias medioambientales, tal como la nutrición, por tanto, es sugerente de una baja correlación entre la formación del diente, el crecimiento óseo y la estatura (Smith, 1991).

Esto significa, en el registro arqueológico la presencia de esqueletos con diferencias entre el desarrollo dental y óseo, lo que nos podría estar indicando la incidencia de algún factor de estrés.

3.3.9 Tamaño de los dientes

Como anteriormente se dijo, uno de los órganos más resistente a los factores de estrés lo constituyen los dientes. Cualquier pieza

dental está conformado por una o varias raíces y dentina, las cuales una vez formados son imposibles de remodelar.

El tamaño de los dientes parece ser altamente heredable, explicándose su variación entre y dentro de las poblaciones sólo por las variaciones genéticas (Kieser, 1990). Estudios realizados en poblaciones vivas indican que aquellos individuos con una dieta suplementaria tienden a desarrollar dientes grandes y aquellas con una mala alimentación presentan dientes pequeños, de aquí que, se señale que factores tales como una mala nutrición sean causa del reducido tamaño de los dientes en algunos grupos humanos del pasado (Bennett et al., 1981).

Un reducido tamaño en la dentición primaria, durante los primeros años de vida, sugiere un cambio negativo en el estatus de salud maternal y en el medio ambiente placentario. Este fenómeno se observa también cuando las poblaciones pasan de un forma de producción a otra, así los agricultores poseen dientes pequeños en comparación a los cazadores-recolectores que les antecedieron (Spencer, 1997).

3.3.10 Asimetría odontométrica

El cuerpo humano y el de muchos otros seres vivos, tiende a crecer y a desarrollarse normalmente en forma bilateral, de allí que existan, por ejemplo, miembros superiores e inferiores, tanto

derecho como izquierdo, una arcada superior e inferior dividida en una porción derecha y la otra izquierda; esto ha sido probado por los geneticistas desde los años 40's. Esta bilateralidad puede ser alterada en presencia de algún tipo de inestabilidad ambiental (Kieser, 1990). Van Valen (1962) ha sugerido que una de las formas de asimetría bilateral, la cual es denominada -fluctuación asimétrica- refleja la inhabilidad de los tejidos corporales para desarrollar bilateralidad según las vía normales de crecimiento y desarrollo.

Particularmente, en los dientes ha sido registrado el patrón de variación bilateral, al analizar el tamaño de los dientes en poblaciones humanas (Harris, 1992; Mizoguchi, 1986). Este patrón se caracteriza porque los dientes son más grandes en un lado de la arcada dental que en el otro. Puede ser un indicador de inestabilidad del desarrollo originado por factores de estrés. Aunque no han sido publicados estudios donde se aplique la ley de Kiser para detectar la asimetría odontométrica, este podría proporcionar datos importantes sobre el estrés en poblaciones antiguas,

3.3.11 Masa ósea o grosor cortical

Durante la etapa de crecimiento y desarrollo de un individuo, a nivel del sistema óseo ocurren cambios que están relacionados con una continua formación de tejido cortical como parte de una

expresión dinámica continua desde el embrión hasta la senectud. Los huesos largos se forman por una combinación entre aposición y absorción a nivel endosteal y subperiostal. El resultado entre estas dos fuerzas da lugar a la masa ósea. Mientras que el crecimiento endocondral incrementa la longitud del hueso, el crecimiento aposicional incrementa su ancho. Este proceso continua durante la tercera y cuarta década de la vida, en ésta última el hueso comienza una resorción endosteal, aunque persiste la deposición periostal.

Después de los cuarenta años de vida la pérdida de masa ósea incrementa el riesgo de fractura (Spencer, 1997), bajo los desórdenes de las osteoporosis, si ésta es relacionada con una reducción en los niveles de estrógeno, durante la menopausia en las mujeres se le denomina del Tipo I y si es relacionada con la reducción debida a procesos normales de envejecimiento, tanto para hombres como para mujeres, se denomina del Tipo II. Para el caso de la osteoporosis, la mujer es más sensible para esta condición, porque la pérdida de masa ósea se acelera ya sea con un ejercicio físico intenso que afecta los períodos de la menstruación y la liberación de hormonas para el desarrollo de características secundarias, o por una reducción de estrógenos.

También la masa ósea es muy sensible a los factores medio ambientales, tal como el estatus nutricional. Aquellos individuos con bajo consumo de calcio, o con un alto consumo de proteína son más

propensos a una disminución de la masa ósea durante la etapa de adulto (Spencer, 1997). De igual manera, se han señalado factores de riesgo, tales como el peso corporal, la herencia y la lactancia (Tanner, 1986). Para medir la relación entre la calidad nutricional y la masa ósea se ha utilizado el espesor cortical de los huesos largos y el índice de Nordin (es un cociente entre el espesor cortical y el área subperiosteal total). Aunque se debe tomar en cuenta que para poblaciones desaparecidas, las medidas brutas de masa ósea que se toman directamente en los huesos y si ésta se presenta baja, no necesariamente significa una inadecuada masa ósea, debido a la interferencia que pudieran ocasionar los procesos diagenéticos¹⁵.

3.3.12 Enfermedades infecciosas

La mayor parte de las enfermedades infecciosas que se han encontrado en restos óseos prehistóricos corresponde a respuestas o lesiones no específicas, tal es el caso de la periostitis y de la osteomielitis, que se caracterizan, por un engrosamiento irregular del hueso. Las dos últimas se deben a microorganismos como el *Staphylococcus* y el *Streptococcus*, aunque se sabe que otros factores pueden dar por resultado la misma reacción.

¹⁵ Procesos fisicoquímicos de intercambio que ocurren entre la matriz ósea y el medio físico donde es depositado el cadáver.

Sin embargo, también se han registrado algunas infecciones específicas como las causadas por treponemas (pian¹⁶, sífilis), la tuberculosis o la lepra que, aunque se pueden diagnosticar diferencialmente, son menos comunes (Buikstra y Cook, 1980).

Estudios recientes han hecho énfasis en la interacción sinérgica que existe entre las enfermedades infecciosas, las de tipo degenerativo, como la osteoartritis, y las de tipo nutricional, puesto que un estado patológico predispone al individuo a otras enfermedades. Las enfermedades infecciosas representan un buen indicador de estrés, aunque la interpretación de su significado, insistimos, debe realizarse dentro de su más amplio contexto cultural y ecológico y con relación a otros indicadores de estrés, si no, esta interpretación sería limitada.

3.3.13 Enfermedades degenerativas

Otro rubro importante, para el estudio del estrés en poblaciones desaparecidas, es el formado por marcadores de estrés ocupacional, que están estrechamente vinculados a procesos de enfermedades crónico-degenerativas y que se presentan en la edad adulta. Estos son productos de las interrelaciones entre la estructura morfológica y el comportamiento funcional, que, además de tener una amplia aplicación a problemas de tipo médico-clínico (atlético, industrial,

¹⁶Pian, conocida en inglés como *yaws* es una enfermedad infecciosa producida por el *Treponema*

etc.) en poblaciones vivas; nos permiten reconstruir aproximadamente los estilos de vida de poblaciones desaparecidas.

Estas alteraciones ocurren generalmente en las articulaciones, tanto de las extremidades superiores como inferiores. Actualmente se tienen tipificados 140 marcadores de estrés ocupacional (Kennedy, 1989) clasificados en: 1) Atrición, 2) Entesopatías, 3) Trauma, 4) Degeneración ósea, y 5) Dimorfismo sexual; entre otros. Es necesario señalar que esta clasificación no es consecuencia directa de un solo factor de estrés, existen muchas variables involucradas, tales como el sexo, la edad, el estatus social, calidad y cantidad nutricional y estilos de vida.

3.3.14 Histomorfometría

La unidad estructural mínima de los huesos lo constituye el osteón o sistema haversiano, es un conjunto de laminillas óseas dispuestas concéntricamente alrededor de un canal, el conducto de Havers, que contiene los vasos y nervios. Los espacios entre los osteones se encuentran llenos por laminillas óseas intermedias o intersticiales, estas laminillas se encuentran distribuidos en función de la carga funcional de cada hueso, así los huesos largos la presentan en forma longitudinal y los cortos de manera perpendicular al eje vertical.

pertenuae; caracterizada por erupciones cutáneas y la formación de tumores en cara, manos, pies y

Esta estructura se remodela continuamente, desde los primeros años de la infancia hasta la vejez, esta remodelación está influenciada por un conjunto de factores ligados a enfermedades y desórdenes nutricionales. La tasa de mineralización de los osteones en el canal Haversiano puede ser influenciado por factores de estrés, así por ejemplo, al comparar a agricultores con cazadores-recolectores se observa que los primeros presentan una tasa de remodelación más rápida que estos últimos, causado por un cambio en el patrón de consumo de alimentos, esto, de una dieta basada en una diversidad de productos a una dieta constituida sólo por el maíz (Spencer, 1997). Bajo condiciones normales de crecimiento, los osteones se mineralizan uniformemente, sin embargo para condiciones donde existe un retardo en el crecimiento, esto es, bajo un estrés nutricional o de enfermedad, resulta en vastas zonas de hipermineralización, cuyas características visibles son parecidas a las que forman las líneas de Harris, porque aparecen como zonas de alta densidad alternadas con áreas de bajas densidad.

La aplicación de técnicas histológicas proporciona una herramienta adicional para analizar el impacto de las deficiencias nutricionales sobre el crecimiento del hueso y su mantenimiento, sobre todo en individuos en pleno proceso de crecimiento como pueden ser los niños. Por ejemplo, el análisis microscópico de la

zonas genitales, que abunda en los trópicos (Diccionario Enciclopédico Larousse, 1990).

sección transversal del fémur revela que algunos niños tienen una capa cortical de hueso muy delgada. Al examinar el porcentaje de hueso cortical por cada individuo y comparándolo con la edad cronológica, es posible aseverar si la pérdida de hueso es el resultado de una falta de deposición ósea o un incremento en su resorción.

3.3.14.1 Cálculos, caries, desgaste dental y microdefectos dentales

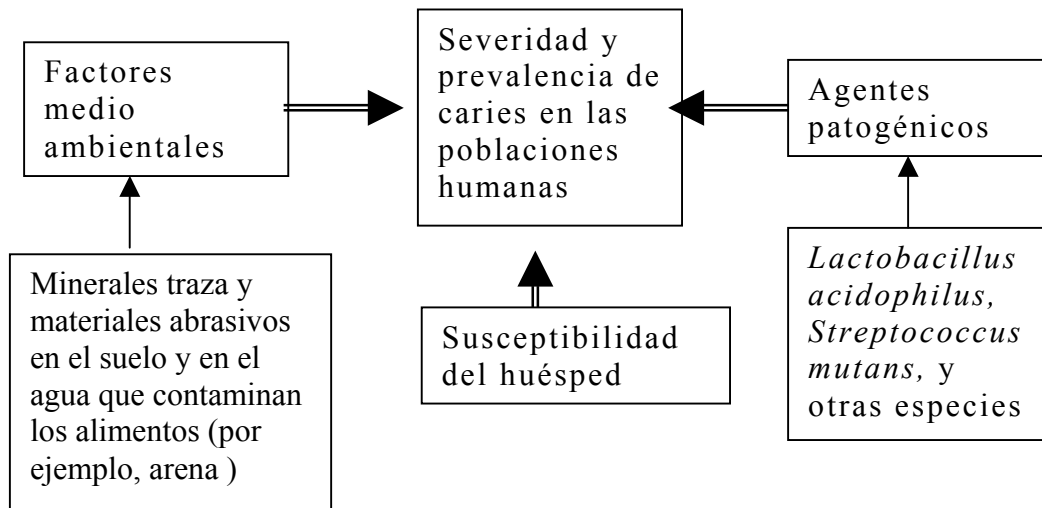
Otro grupo de indicadores de estrés es el representado por la caries, cálculos y atrición dental. Las dos primeras están relacionadas con la llamada placa bacteriana formada alrededor de la región cervical de la corona de los dientes cuando la limpieza bucal no es suficiente, y la segunda, con el tipo, calidad y forma de preparar los alimentos y, en algunos casos, con la actividad productiva que desempeña el individuo¹⁷ (Powell, 1985).

Los efectos de la acidez y de la alcalinidad sobre los dientes constituyen un excelente indicador del tipo de alimentación ingerida por las poblaciones arqueológicas, ya que muestra las proporciones relativas entre proteínas y carbohidratos (Powell, 1985). Así, si se consume un exceso de proteínas se liberan desechos alcalinos y se forman cálculos, y si se ingieren carbohidratos en la dieta, se

¹⁷Como, por ejemplo, el uso de los dientes en el proceso de manufactura de cestos para uso doméstico y comercial, donde se requiere diversas fibras naturales.

produce ácido láctico que destruye el mineral del esmalte y produce caries. La combinación de estos indicadores con la atrición o desgaste mecánico de las superficies oclusales de los dientes, puede ser el resultado de los componentes de la dieta y de los hábitos alimenticios. Así, Armelagos (1990) ha mostrado que el porcentaje de atrición o desgaste dental puede afectar el de la formación de caries. Algunos de los factores antes mencionados y que inciden en la formación de la caries, se sintetizan en el siguiente diagrama (Figura 11).

Figura 11. Modelo epidemiológico de la caries dental (Adaptado de Powell, 1985)



Un segundo grupo de enfermedades bucales relacionadas con procesos infecciosos está formado por la degeneración periodontal y los abscesos periodontales. Estas enfermedades ocurren como resultado de una inflamación ósea debida a diversos factores como,

por ejemplo, una infección, deficiencias de tipo vitamínico o irritación mecánica de las encías. Los abscesos pueden definirse como un aglomerado de pus, rodeado por tejido denso, dentro de una cavidad ósea (Steinbok, 1976).

Cabe señalar, además, que estas enfermedades han estado estrechamente relacionadas con prácticas culturales de mutilación dental, lo que dificulta su interpretación como indicadores de estrés (Powell, 1985).

En este mismo rubro, Lukacs (1989, 1992, 1997) al analizar los patrones dietarios, niveles de estrés fisiológico y los patrones de crecimiento en poblaciones desaparecidas humanas, propone el estudio de los fitolitos, cálculos y líneas neonatales (NNLs) en el esmalte dental, como una nueva aproximación analítica a la comprensión de la interrelaciones entre subsistencia, dieta y salud:

“Los fitolitos son cuerpos microscópicos muy duros compuestos por silicio, elemento producido por las plantas. Los fitolitos son frecuentemente hallados adheridos al esmalte dental o incrustados en los cálculos dentales, y se han encontrado tanto en homínidos fósiles como en poblaciones humanas contemporáneas.” (Lukacs, 1997, p.120)

Otro indicador importante son los microdefectos dentales, conocidos como líneas neonatales o NNL, o estrías de Retzius; estas líneas se forman durante el desarrollo del esmalte, se encuentran espaciadas regularmente en el esmalte y se van incrementando con el tiempo. Cuando las estrías son acentuadas se consideran patológicas

y son denominadas “bandas de Wilson”. Las NNL son acentuaciones normales de la estría cuya formación coincide con el nacimiento. Cuando secciones histológicas de los dientes de la primera dentición y de los primeros molares permanentes son observadas bajo una luz normal o polarizada, es posible observar una NNL.

Recientes investigaciones clínicas de las variaciones, localización y espesor de la NNL ha indicado que ésta puede ser una herramienta para documentar el estrés al momento del nacimiento en poblaciones desaparecidas si se le emplea en conjunto con otros indicadores de estrés. Así, se han establecido asociaciones entre las líneas neo-natales, bajo peso al nacer, nacimiento prematuro y diferentes formas de disfunción cerebral, que son consistentes con alteraciones de la función ameloblástica y los procesos de mineralización en los dientes.

“La naturaleza de los procesos del parto al momento de nacer (complicado, simple o normal) está directamente correlacionado con el ancho de la NNL. Así, el ancho de la NNL en productos de parto normal es de aproximadamente 12μ (micrones), mientras que en los productos de parto complicados es de 18.5μ , en promedio. En contraste, los individuos que nacieron mediante cesárea, presentan un ancho de la NNLs de 7.6μ .” (Lukacs, 1997, p. 124)

Sin embargo, Lukacs (1992) señala que las alteraciones fenotípicas de las líneas neo-natales son muy similares en diferentes formas al desarrollo anormal, transformándolo en un indicador no específico del estrés del desarrollo, análogo al grosor de la hipoplasia del esmalte. El desarrollo de mayores investigaciones de

la ultraestructura y variaciones bioquímicas en las líneas neo-natales aberrantes asociadas con disfunciones específicas al nacimiento pueden mostrar una estrecha correspondencia entre morfología y factores causales, permitiendo de esta manera realizar un diagnóstico etiológico más específico.

Y de acuerdo a lo que proponen Skinner y Goodman (1992), el análisis coordinado de las hipoplasias del esmalte junto con los marcadores histológicos de estrés, incluyendo las líneas neonatales, podría ser ampliamente adoptado en la evaluación de la morbilidad y mortalidad en muestras óseas prehistóricas.

De esta forma, para comprender la acción combinada de este grupo de indicadores en el contexto específico de una población, es necesario considerar aspectos tales como la higiene y las condiciones sanitarias del grupo, su dieta y hábitos alimenticios, quizá algún tipo de práctica ocupacional y elementos bióticos que, aunados al contexto arqueológico de la población, nos indiquen, por ejemplo, alimentos ricos en carbohidratos y de dura masticación tales como granos y cereales. Es así que el conjunto de todos estos indicadores específicos del sistema bucodental ha sido estudiado por la denominada “ecología bucal” (Luckas, 1997).

Finalmente, la utilización de estos indicadores de estrés, tanto del sistema bucodental como los inicialmente señalados en este apartado, son tomados en su conjunto en el análisis de una población

desaparecida, y nos pueden proporcionar el grado y el patrón del desajuste, es decir, si éste fue crónico o agudo, si afectó a niños o adultos y si se relacionó o no con una mayor mortalidad.

Por último es necesario recalcar el valor diferencial de algunos indicadores de estrés ya que, como se señaló al principio de este apartado, el sistema óseo responde de una manera generalizada a los factores de estrés. Además los procesos diagenéticos pueden, en algunos casos, modificar las características particulares de las alteraciones óseas sufridas en vida, y producir las llamadas pseudo-patologías, como la periostitis, que pueden sesgar el diagnóstico y alterar el valor diferencial del o los indicadores de estrés utilizados.

El valor diferencial de algunos marcadores del estrés óseo, está relacionado estrechamente con la diferenciación inicial, la respuesta al impacto y su consecuencia adaptativa. Muchos cambios óseos pueden ser, en efecto, combinación de esos tres fenómenos.

Por ejemplo, la hipoplasia del esmalte es un registro indiscutible y contundente de los desórdenes metabólicos de las respuestas a esas condiciones: al impacto y a la respuesta.

No siempre son claras las extrapolaciones de las consecuencias de todos y cada uno de los marcadores de estrés utilizados en el análisis de la mortalidad. Por ejemplo, la misma hipoplasia del esmalte está asociada con un decremento en la longevidad (el caso de estudio presentado en este trabajo, en la población de Dikson Mound,

hecho por Goodman y Armelagos). Ortner (1989), sin embargo, ha propuesto que la hipoplasia del esmalte es un marcador indicativo de una adaptación o de recuperación exitosa.

De la misma manera la severidad de los factores de estrés estará condicionada por el estilo de vida; así, al comparar la tasa de infección, en sociedades con formas de vida diferentes, como son la de cazadores-recolectores y la de agricultores, se ha observado que está ligada invariablemente al incremento en la densidad de los patrones de asentamiento. La etiología múltiple de este indicador, para este caso, se asocia y se expresa con tendencias cuantitativas al obtener las frecuencias de lesiones no específicas, como la periostitis y la osteomielitis (las que usualmente están asociados con los estafilococos y estreptococos), así como infecciones específicas tales como la treponematosi (yaws/sífilis) y tuberculosis. También se ha observado que las tasas de hiperostosis porótica son siempre más altas entre los agricultores que entre los cazadores-recolectores que les precedieron y que esta relacionado estrechamente al decline en la calidad de la dieta asociada con la adopción de cereales (por ejemplo, maíz) y la preparación de los mismos. Este incremento, respectivamente conlleva a la aparición de la anemia secundaria.

También se ha encontrado que la hipoplasia del esmalte está vinculada con la edad y el estatus de los individuos; así, individuos que han sido afectados por factores de estrés durante su niñez,

llegarán a su etapa de adulto con una constitución física débil y, por consiguiente, estarán predispuestos a una muerte prematura. Y aquellos sujetos (como los de Dickson Mounds) que durante sus niñez y juventud pertenecieron a un estatus social alto, amortiguaron mejor los factores de estrés, que aquellos pertenecientes a un estatus social bajo (Goodman y Armelagos, 1988). Este mismo patrón, variabilidad de los indicadores de estrés *versus* diferencias de edad, ha sido encontrado para el tamaño del canal neuro-vertebral y el tamaño de los dientes.

Capítulo 4

4.1 Consideraciones en entorno a la conducta humana

4.1.1 Antecedentes

En éste apartado se revisará la discusión que existe en torno a las formas de conducta humana y que pueden influenciar, ya sea aumentando o disminuyendo, las agresiones del medio ambiente, sea éste físico, cultural o social.

Una de las disciplinas que estudia el comportamiento humano ha sido la biología evolutiva, que ha tomado diversos nombres durante su desarrollo como ciencia: ecología evolutiva, bio-sociología, ciencia bio-cultural, ciencia bio-social, etología humana, socio-biología y socio-ecología (Cronk, 1991).

La ecología del comportamiento humano ha sido desarrollada por los antropólogos a partir de estudios del comportamiento animal hechos en las décadas de los 60's y 70's por la etología y la biología de poblaciones (Cronk, 1991).

Inicialmente, la etología estudió las funciones inmediatas y los determinantes del comportamiento, mientras que la biología de poblaciones desarrolló modelos de selección natural del comportamiento (Cronk, 1991).

Posteriormente, la ecología del comportamiento se desarrolló como respuesta a los estudios iniciales de la antropología ecológica. Los principios fueron propuestos por ecólogos culturalistas como

Steward, Carneiro y Netting, quienes establecieron las relaciones entre las sociedades humanas y su medio ambiente. De la misma forma algunos antropólogos ecólogos neo-funcionalistas como Roy Rappaport, Marvin Harris y Andrew Vayda (Cronk, 1991), fueron los pioneros de la utilización de los conceptos de la ecología evolutiva. Sin embargo, algunos antropólogos difirieron de ellos, debido al énfasis que hacían en el uso de conceptos como la energía y la homeóstasis, y especialmente con el uso de ideas acerca de la selección de grupos y de la regulación de la población (Wynne-Edwards, 1962).

A partir de estos antecedentes se formularon varias preguntas, una de ellas trata de responder la manera en: ¿Cómo actúan entre sí la biología y la cultura en la conformación de la conducta humana?.

Las analogías entre la dinámica de la biología y la cultura han sido hechas por numerosos estudiosos, desde diferentes disciplinas (Simpson, 1962; Cavalli-Sforza y Feldman, 1973).

Al respecto, Charles Lumsden y Edward Wilson (1981), desde la socio-biología, apuntan que la cultura es generada por imperativos codificados genéticamente, en tanto que los rasgos biológicos son simultáneamente alterados por la evolución genética en respuesta a la innovación cultural. Algo que Washburn (1960) había descrito para la evolución del cerebro y el uso de herramientas, para el caso de la especie *Homo erectus*. Según Lumsden y Wilson (1981), los

procesos que crean tales efectos están arraigados en las particularidades de la biología humana y ejercen influencia sobre cómo se forma la cultura, haciendo que los individuos adopten las alternativas culturales que los capaciten a sobrevivir y a reproducirse con mayor éxito a largo plazo; sin embargo, hay la posibilidad que algunos de esos procesos nos lleven a comportamientos peligrosos para nuestro medio ambiente y a la extinción. Desde que son predisposiciones y no instintos rígidos, debe ser posible desarrollar mecanismos culturales de control para evadir esta posibilidad, por ejemplo: provisión por la tecnología moderna de alternativas al uso de especies escasas y la reducción de la tasa de fertilidad por uso de contraceptivos, los estudios de las reglas de comunicación y el proceso de resolver conflictos, etc.

Durante el proceso evolutivo de nuestra especie, ésta encontró retos por medio de los cambios en su medio, que favorecieron a los individuos con mayor plasticidad y diversidad de observación y experimentación apoyada en las formas de comunicación y las posibilidades de aprendizaje en términos sociales e históricos; es decir, cuando el conocimiento, habilidades y actitudes se transmiten de generación en generación. Lo que resultó en el desarrollo de un neocórtex grande y de la capacidad para un lenguaje complejo que permitió aprender de una diversidad amplia de comportamientos adaptativos a una gran variedad de climas y ecosistemas. El hacer

herramientas complejas y llevarlas de un lugar a otro dio otra ventaja a los individuos con cerebros más capaces de aprender.

El éxito en la caza que vino del uso de las herramientas nuevas y complejas resultó en una dieta con más proteína, que alimentó el crecimiento de un cerebro más grande y complejo.

Así, resultó en un ciclo de retroalimentación positiva, más herramientas complejas y por tanto, más crecimiento del cerebro durante los miles de años de evolución biológica y cultural de nuestro género, desde *Homo erectus* hasta *Homo sapiens sapiens* (Washburn, 1960).

Otro punto de vista que enfatiza la interacción de las dimensiones biológica y cultural es la que se refiere a la socialización del individuo que tiende a modificar el medio y en consecuencia a la adaptación, y por esta razón la cultura parece oponerse a la naturaleza, cuando sólo es un añadido, el del propósito humano (Kotak, 1994).

A raíz de la formulación de la teoría de la evolución de Charles Darwin, se establece que los orígenes humanos y también sus sociedades son el producto de la evolución. Durante millones de años el cuerpo humano y las sociedades humanas emergieron desde las primeras formas humanas y prehumanas, a través de una combinación de evolución física (cambios acumulativos en el ámbito biológico) y de evolución cultural (cambios acumulativos en el ámbito de la

conducta). Por esta razón las mayores diferencias que se observan entre los seres humanos son el producto de la conducta y de la adaptación cultural (Ortner, 1983).

En síntesis, mediante la cultura el ser humano modifica sus condiciones específicas de entorno a través de la experiencia corporal, lo que permite la apropiación de las mismas como información útil para entablar la relación con éste. La cultura matiza la manera en que el potencial biológico humano se manifiesta; de manera recíproca, los recursos corporales y del medio ambiente contienen los elementos básicos para que se posibilite la existencia de la cultura, es decir, la biología y la cultura están en constante interacción y se determinan mutuamente.

4.2 Formas de comportamiento humano y su relación con el medio ambiente en el aprovechamiento de recursos.

A partir de las consideraciones anteriormente expuestas y basándonos en el modelo de Goodman y colaboradores (1988) y Spencer (1997) (Figura 7), que en otra sección de este trabajo se desarrolló; en este apartado se pretende describir los llamados "filtros culturales", así como los tipos de relaciones que se establecen entre el acceso a los recursos y formas de organización social.

Uno de los aspectos de este modelo, como ya se dijo anteriormente, reside en las características del manejo de los

recursos naturales que desarrolle una sociedad determinada: si el manejo es adecuado, se verán mejoradas las expectativas de vida y de salud de la población de esa sociedad. Si ocurre lo contrario, es decir, si esa sociedad fracasa (o no logra un mínimo de eficacia) en el manejo y aprovechamiento de sus recursos, las condiciones biológicas y físicas de los individuos y del medio ambiente se deterioran, aumentando por consiguiente los factores generadores de estrés (Goodman, 1988; Spencer, 1997).

Una de las disciplinas que se ha dedicado al estudio de estos hechos, como ya se dijo, es la ecología evolutiva. Desde esta disciplina se ha realizado una tipología de las formas en que distintas sociedades humanas pueden desarrollar diferentes formas de vida que se ajustan al medio ambiente; éstas han sido denominadas también *sistemas de procuración de alimentos* (Bates *et al.*, 1991), y son: cacería y recolección, horticultura, pastoreo, agricultura intensiva e industrialización.

Estas formas pueden cambiar rápidamente bajo determinadas circunstancias que así lo exijan, siempre y cuando exista un mínimo de flexibilidad. De acuerdo a las características bióticas de un medio ambiente específico existen diferentes formas de organización social y de comportamiento, además de la disponibilidad de alimentos; lo que establece los límites al crecimiento y dispersión de la población (Bates *et al.*, 1991).

Sin embargo, los individuos de una población humana no se adaptan directa o simplemente a su ambiente físico, ni a su ambiente sociocultural, más bien; ambos ambientes pueden incluir los medios para su supervivencia individual. Los ambientes socioculturales, cuyas estructuras más estables pueden llamarse *instituciones*, son complejos y variables. (Young, 1996).

Las instituciones, como parte del medio ambiente constituyen una forma de vinculación entre los grupos humanos y el medio ambiente, en este caso social y pueden estar imbricadas con los sistemas naturales. En muchos sentidos, muchos humanos han interactuado con una gran cantidad de instituciones y ambientes contruidos por la sociedad, además de interactuar directamente con su medio ambiente natural (Young, 1996).

4.2.1 Tipos de instituciones con relación al uso de recursos.

Por otra parte y de igual forma, en las corrientes teóricas que combinan el materialismo cultural y la ecología cultural, se ha abordado la manera en que los individuos se organizan en instituciones complejas que les permiten crear nuevas dimensiones adaptativas a su entorno.

Así, por ejemplo, Bates (Bates *et al.*, 1991), ha propuesto que la adaptación cultural se puede analizar como: 1) estrategias adaptativas, es decir, patrones formados por los muy diversos y diferentes ajustes que realizan los individuos para obtener y utilizar

los recursos y resolver problemas inmediatos en una sociedad en particular y como 2) procesos adaptativos, los cuales son cambios a largo plazo, resultantes del uso repetido de tales estrategias en un entorno particular.

Steward (1955) desarrolló una tipología de culturas basadas en las correlaciones que se dan entre economías y características sociales; esa tipología incluye seis estrategias adaptativas: forrajeo, horticultura, agricultura, pastoreo, mercantilismo e industrialización, un esquema similar al planteado por la ecología evolutiva.

Esta clasificación inicial, posteriormente se amplió abarcando nuevos tipos sociales intermedios que se incluyeron como parte de una taxonomía de cuatro tipos principales, usados para definir diferentes sociedades antiguas y contemporáneas empíricamente reconocidas: banda, tribu, cacicazgo y estado; las cuales se pueden ver resumidas en el cuadro 2 y las que han sido correlacionadas con sus estrategias adaptativas

Cuadro 2. Tipos sociopolíticos y sus correlaciones con estrategias adaptativas.

Tipología sociopolítica	Estrategia de adaptación más común	Rango/ estratificación
Banda	Forrajeo	Igualitario/Género
Tribu	Horticultura /pastoreo	Prestigio/Género
Jefatura	Cultivo intensivo/ no extensivo	Acceso diferencial/ Rangos
Estado arcaico	Agricultura extensiva e intensiva	Acceso diferencial/ Estratificación

Adaptado de Kottak, 1994:245

El anterior es un esquema parecido al propuesto por Steward, pero basado en el poder como eje principal. En él observamos que la banda y la tribu son sociedades que, a diferencia de las estatales, se distinguen entre sí por las formas de su organización política y de sus modos de subsistencia. Así, por ejemplo, en la tribu existen linajes, jefes de linajes y consejos de jefes que se encargan de organizar a grandes grupos en extensos territorios, para la guerra o para la búsqueda de alimentos y para resolver conflictos entre adultos de las comunidades locales. Al interior de los grupos las actividades se encuentran distribuidas por rangos de edad y sexo. También hay reglas aceptadas para resolver conflictos y sanciones en caso de violaciones a las normas establecidas.

Otra perspectiva más de estudio que trata de explicar las relaciones que se dan entre población, recursos y comportamientos

más allá de las anteriores consideraciones de tipo antropológico-culturalista es la desarrollada por la economía y demografía de las poblaciones humanas.

Una de las primeras y más conocida teorías de la demografía humana es la que formuló Robert Malthus en 1798 (1977) y que señalaba que una población sin control en su crecimiento, tiende a aumentar en forma geométrica, pero su suministro de alimentos aumenta aritméticamente. La sobre población está estrechamente vinculada a la enfermedad, al hambre y a la guerra. Estos factores, a su vez, actuarían como controles naturales sobre el crecimiento de la población y tenderían al establecimiento de su densidad óptima, relativamente constante por un largo tiempo. Por otra lado, tenemos que señalar, otra propuesta: se trata del modelo de Boserup (1965) que hace énfasis en que, a un aumento determinado de la población, existe la posibilidad de un incremento en la capacidad productiva de alimentos. Este modelo ha sido aplicado con éxito en la prehistoria, para comprender el proceso de evolución ocurrida desde una estrategia de forrajeo a una agrícola (Cohen, 1995). Concluyéndose que los factores limitantes del crecimiento, para el caso de la poblaciones sedentarias cuyo modo de producción es la agricultura, además de los ya señalados por Malthus; son el incremento de la infección y de los parásitos.

Entonces, podemos afirmar que durante las etapas de transición de una forma de subsistencia a otra, se creaban innovadoras formas de organización social que implicaban la concentración de poder y recursos en un grupo de individuos, esto traería en consecuencia, que el resto del grupo tuviera menos acceso a él, particularmente a los alimentos, los que serían en menor cantidad y calidad. De aquí que, aquellos grupos sujetos a estas nuevas formas de relacionarse con su entorno social y físico vieran impactadas sus condiciones de vida.

4.3 Descripción de algunas de las estrategias adaptativas.

Por las razones arriba expuestas, en uno de cuyos apartados se trató el caso de las sociedades agrícolas o sociedades jerarquizadas, es que se ha considerado pertinente incluir en este apartado una breve descripción de dos formas de estrategias adaptativas, que les antecedieron en el origen y evolución de las civilizaciones: la de los cazadores-recolectores y la de los nómadas-pastores¹⁹. Estas estrategias adaptativas han sido estudiadas en diversos grupos humanos que hoy viven dispersos en el mundo.

Los datos etnográficos obtenidos, combinados con las inferencias provenientes del estudio de los restos óseos de poblaciones desaparecidas que vivieron en los mismos lugares, han dado como resultado modelos de estudio (Hassan, 1981) que

¹⁹En el capítulo tres de esta tesis se abordó ya la agricultura como estrategia adaptativa, por lo que no se analizará en este apartado

describen y explican la magnitud e intensidad de factores generadores de estrés, tales como el hambre, infecciones, sequía, etc; entre las poblaciones del pasado.

4.3.1 Cazadores-recolectores

Según Marvin Harris (1994), durante el 98% de nuestra existencia como especie, nuestros ancestros han vivido en pequeñas bandas de cazadores recolectores de cerca de 30 a 50 individuos cada una. Es hasta hace apenas 10,000 años que la especie humana comenzó su vida sedentaria a partir de la domesticación de animales y plantas. Ha sido en los últimos 2,000 años que la mayoría de los hombres no viven de la caza y recolección (Harris, 1994).

El examen más detallado y revelador de un grupo cazador-recolector lo efectuó una expedición de Harvard a Botswana, donde se estudiaron pequeños grupos de los llamados bosquimanos, joisánidos o gentes San de África austral (Campbell, 1983). Durante los últimos 10,000 años los san han sido empujados hacia el África austral por la expansión de los pueblos negros de habla bantú.

A nivel de organización social, la reciprocidad es el banco de estas pequeñas sociedades. Richard Lee al trabajar con los ¡Kung del desierto de Kalahari, describe que, durante la cena, entre familias y dentro de cualquier de éstas, existe un flujo constante de nueces, frambuesas, raíces y melones (Neeting, 1986; Campbell, 1983). En

este tipo de sociedades pre-estatales, existe un interés general en mantener la libertad de acceso a ciertos recursos para beneficio de todos. Además de la reciprocidad, otra forma de intercambio practicado por los grupos igualitarios de bandas y villas, es la redistribución, la cual jugó un papel crucial para crear distinciones de rango durante la evolución de las jefaturas a los estados. La forma de la redistribución consiste en la entrega de alimentos y otros valores a una figura prestigiada de la comunidad, tal como el jefe, con el fin de que éste la reúna y la distribuya entre el grupo.

En cuanto a los recursos alimentarios de los cazadores-recolectores, Lee (1968) examinó 58 de tales sociedades, y demostró que los alimentos cazados (mamíferos terrestres y marinos) constituían por lo general entre 20% y el 45% de la dieta, y el alimento recolectado, que consistía de productos botánicos silvestres, pequeños mamíferos terrestres, peces y mariscos, el resto. El cuadro 3 muestra la fuente de subsistencia primaria para el total de las 58 sociedades estudiadas por Lee.

Cuadro 3. Fuente de subsistencia primaria, según la latitud de 58 sociedades de cazadores-recolectores.

Fuente primaria de subsistencia				
Grados desde el ecuador	Recolección	Caza	Pesca	Total
Más de 60°		6	2	8
50-59°		1	9	10
40-49°	4	3	5	12
30-39°	9			9
20-29°	7		1	8
10-19°	5		1	6
0-9°	4	1		5
Total	29	11	18	58

Tomado de Lee, 1968

Como puede observarse, las escasas sociedades en las que la caza predominaba eran las de las regiones árticas y templadas septentrionales, donde los alimentos vegetales son insuficientes.

Otro resultado de estos estudios comparativos es la demostración de la flexibilidad de la organización social de los cazadores-recolectores. Allí donde los recursos alimentarios se encuentran muy esparcidos, son escasos e insuficientes, los grupos humanos han de ser reducidos y dispersos. Por el contrario, donde existen grandes rebaños de animales de caza y los alimentos vegetales abundan, pueden reunirse mayores grupos de personas y se reduce la movilidad. Los cambios en el ambiente son rápidamente seguidos por los del tamaño del grupo, y tales cambios suelen ser de naturaleza estacional.

El movimiento fácil entre los grupos San, por ejemplo, permite un rápido ajuste de su tamaño según los cambios de productividad de las diferentes regiones de una estación a otra.

En este grupo no existe una verdadera propiedad de la tierra, mientras que hay una actitud pasiva frente a la utilización de ella por parte de grupos vecinos, No obstante, en muchos pueblos, como los aborígenes australianos, los grupos locales poseen un derecho consuetudinario a cazar y a recolectar en ciertas zonas que claramente reconocen y deslindan (Kottak, 1994). Parece como si la competencia por los recursos desencadenara un reconocimiento y demarcación del territorio y su identidad con el que allí vive, generando en consecuencia una rivalidad creciente entre individuos y grupos, la que es por lo general el resultado de una reducción en la disponibilidad de alimentos en la zona, o bien consecuencia de un aumento en la densidad de la población.

Estos cambios cíclicos en los sistemas de subsistencia y en la organización social de grupos simples, también han sido estudiados entre los Kwakiutl y los Kofyar (Netting, 1986), encontrándose que las relaciones que se dan entre la población, la disponibilidad de recursos, las unidades sociales de producción y el consumo pueden modificarse rápidamente, especialmente bajo el impacto de enfermedades, guerras o nuevas oportunidades de comercio.

4.3.2 Nómadas y pastores

El pastoreo es una estrategia tradicional de subsistencia que ha sido practicada por la población humana por más de 10,000 años (Little, 1989). Hoy la forma de pastoreo se lleva a cabo por medio de movimientos nómadas o seminómadas y el uso de una tecnología no occidental, este existe aún como actividad de subsistencia en muchas partes del mundo, principalmente en África, y sirve de soporte a millones de familias. En Africa, el medio ambiente de los pastores (Little, 1989):

“...es un ecosistema de sabana tropical y tierras de pastoreo compuesta por comunidades de plantas las que consisten de hierba, pasto, forraje y arbustos. Geográficamente están situadas entre el bosque húmedo y la árida y semiárida zona del desierto. Cubren una cuarta parte de la superficie del mundo, comparada con otros biomas y tienen un patrón de productividad diferente de biomasa disponible de fauna mayor que en los trópicos.” (p. 215)

Harris (1994) dice que las variables que definen la productividad, la capacidad de carga para grandes hervíboros y otras características ecológicas de la sabana son la duración de la temporada de seca, la precipitación anual veraniega y las propiedades de la vegetación. Por estas razones los pastores tienen una gran movilidad espacial, debido a las fluctuaciones de los recursos, lo cuales en ciertas épocas del año son limitados y escasos.

A manera de conclusión de este apartado, podemos decir que estas dos formas de estrategias adaptativas, están vinculadas con

complejas formas de organización social, a pesar de que los grupos humanos que las componen no están estructuradas jerárquicamente, ni tener altas densidades demográficas. Estas formas de organización denominadas instituciones, a lo largo de la historia evolutiva de la especie y particularmente del género humano y, particularmente, de la especie *Homo sapiens*, estas formas de organización, denominadas instituciones, fueron susceptibles de una selección social al igual que ocurrió con la selección natural de las características biológicas.

El conocimiento que se desprende del estudio de las formas de organización social de estos grupos, nos permite extrapolar hacia el pasado, con las precauciones del caso, las complejas relaciones que se establecen entre la sociedad humana, su conducta y su medio ambiente.

En este contexto, el estrés y la adaptación son considerados como conceptos básicos para el entendimiento de esas relaciones que nos permite proponer una serie de indicadores físicos, bióticos, y socioculturales, susceptibles de ser identificados en un contexto arqueológico específico.

Es preciso señalar que, al igual que ocurre en el nivel de los procesos fisiológicos, bioquímicos y genéticos, que funcionan bajo leyes sistémicas; la emergencia de la inventiva y creatividad humana para enfrentar las eventualidades y contingencias medio ambientales, han generado una diversidad de factores de estrés inéditos

estructurados en forma sistémica y que funcionan de manera independiente, algunas veces sin control y que si en el pasado pusieron en riesgo su salud y bienestar, hoy por hoy cabría agregar, su supervivencia como especie.

Aún así, este complejo sistema de factores de estrés incide en el comportamiento de los individuos y de las poblaciones con la consecuente modificación de su estructura social, planteando nuevas formas de organización sociocultural que implican un nuevo arreglo en la configuración de los lazos familiares y de grupo en la adaptación a su medio ambiente. Esto le permite expandirse, tanto física como culturalmente, explorando nuevos territorios y ambientes que a su vez generan mayores factores de estrés con intensidades y duraciones distintas, y así, sucesivamente, donde el límite final estaría acotado por la propia capacidad de sustento de nuestro planeta.

Conclusiones

En este trabajo se ha tratado de encontrar, a partir de la literatura existente sobre el tema, un modelo que integre los campos del conocimiento, tales como la biología, comportamiento y ambiente y que nos permita comprender las causas próximas y finales de los procesos de estrés y adaptación que se dieron entre las sociedades humanas desaparecidas y su medio ambiente. Una premisa fundamental, producto de este análisis es que no es posible continuar manejando estos campos de estudio de manera aislada, y en especial cuando se trata de explicar los procesos de estrés en poblaciones sujetas a presiones ambientales.

Sin pretender agotar el tema, nos concentramos fundamentalmente en la revisión de los principios y teorías del estrés que subyacen en el proceso filogenético y ontogenético de la especie humana, para lograr tal objetivo realizamos una exploración bibliográfica sobre los aportes de diversas disciplinas, desde la fisiología ambiental hasta la antropología física, buscando centrar la discusión en torno al estrés y las repercusiones que éste tiene, a nivel de costo biológico en poblaciones vivas, con especial interés en las desaparecidas.

Se hace énfasis en la elaboración de un modelo operativo que permita aproximarse a la interpretación de los factores e indicadores de estrés en poblaciones desaparecidas y específicamente en

población maya antigua. Indudablemente, todo modelo necesita de datos empíricos suficientes para llegar a una validez pertinente del mismo, este será aplicado y desarrollado en estudios posteriores de doctorado, al incluir información proveniente de restos óseos de distintas regiones y horizontes culturales de la península.

Durante la historia evolutiva de la especie humana y de otros organismos, la respuesta fundamental que involucra al organismo y lo prepara para la defensa o la huida proviene de una serie de procesos hormonales y fisiológicos mediados por el hipotálamo y que actúa en todo el organismo preparándolo para las contingencias medio ambientales. Estas pueden ser, desde un agudo cambio de clima, hasta una escasez de alimentos que puede poner en peligro tanto la supervivencia como individuo hasta su existencia como grupo afectando, por ende, su descendencia. Es más, la percepción de estas contingencias no necesariamente tienen una localización física inmediata, sino que puede provenir de la percepción psicológica que el individuo tiene de su entorno físico, social y cultural.

De todos modos la respuesta fisiológica se dará, porque estamos ante una respuesta estereotipada que ha sido filtrada por la selección natural y ha sido fijada en los patrones de conducta de nuestra especie y de otros seres vivos. Esta respuesta no se da de manera homogénea en todos los individuos, su expresión dependerá de varios factores, tales como la predisposición y constitución genética,

estímulos ambientales insuficientes o excesivos y la susceptibilidad individual, entre otros. Siendo el soporte inicial, de ésta última, el sistema inmunológico que a su vez está ligado estrechamente a las condiciones de vida (calidad y cantidad de alimentos, sanidad, vivienda, condiciones sanitarias, etc) de los sujetos involucrados.

También se destaca la importancia de factores perceptivos y emocionales en la respuesta de estrés. Es decir, la percepción de un estímulo como nocivo es lo que determina la activación del eje simpático médulo-adrenal y del eje hipofiso-cortico-adrenal. La secreción de catecolaminas desempeña un papel fundamental en la regulación general del organismo, y actúa como regulador del comportamiento de la secreción neuroendocrina y del sistema circulatorio.

El estrés, si se mira desde la óptica de la fisiología ambiental, puede ser considerado como una respuesta inespecífica a una estímulo ambiental o como una medida de las causas ambientales próximas e inmediatas que puede estar relacionado con procesos a corto y largo plazo; en el primer caso, la pobreza está relacionada con una gran cantidad de causas, desde componentes percibidos que tienden a incrementar la vulnerabilidad de los individuos sujetos a determinadas agresiones ambientales, hasta una exposición a factores de estrés “tángibles”, tales como la desnutrición, las infecciones y factores bióticos; los procesos de largo plazo, entendidos como una

manifestación de procesos sociopolíticos y económicos que tienen un fuerte componente histórico, serían considerados como causas finales.

El concepto de estrés en la biología ósea se aplica bajo consideraciones de un alto grado de generalización acerca de la causas. Esta perspectiva en la que muchos tipos de factores tienden a una respuesta común estereotipada, es similar al modelo del estrés de Selye.

La pérdida del equilibrio fisiológico como resultado de la exposición a un medio ambiente que genere estrés conduce a un serio detrimento de las capacidades funcionales y adaptativas de un individuo o de una población, poniendo en peligro su supervivencia y bienestar, porque en algunos casos puede impedir la adquisición de recursos básicos.

La complejidad de variables que se utilizan para el estudio del estrés desde una perspectiva de ecología humana, requiere necesariamente de un enfoque sistémico, ya que la teoría de sistemas brinda un marco metodológico en el que es posible demostrar las interrelaciones e interacciones entre los componentes biológicos y culturales, permitiendo de esta forma, la formulación de hipótesis sobre la organización sistémica, considerando que la estructura y función están integralmente relacionadas.

Todos los seres vivos, incluyendo a la especie humana son portadores de una capacidad funcional que le permite soportar los cambios que ocurren en su entorno y adaptarse. Esta capacidad puede entenderse, en un sentido amplio, como el ajuste entre los organismos y el mundo externo en que estos viven, a través de la conservación del medio interno u homeóstasis.

El estudio de la adaptabilidad humana debe considerar tanto la respuesta biológica que incluyan componentes bioquímicos, fisiológicos y de conducta que puedan estar presentes en una población como consecuencia de adaptación a un ambiente específico.

A nivel filogenético se han considerado los siguientes factores de estrés, la altitud, el clima que ha estado y que aún continúa en los procesos de adaptación a largo plazo y factores, tales como las enfermedades y la nutrición que producen adaptaciones a corto plazo y cuya velocidad de cambio son mayores a los dos primeros, actúan bajo escalas diferentes de tiempo. Las primeras actúan a una escala geológica y evolutiva y las últimas están sujetas a las contingencias de los procesos históricos y socio-económicos.

Referencias

- Angel, JL. 1975 Paleocology, paleodemography and health. In Population, Ecology and Social Evolution ed. S. Polgar, Pp. 167-190. The Hague: Mouton.
- Angel, JL. 1982 A new measure of growth efficiency: Skull base height. *American Journal of Physical Anthropology*, 58, 297-305. Citado en Spencer LC. 1997 Bioarchaeology. Interpreting behavior from the human skeleton, Cap. 2. Pp. 6-63
- Angel, JL. 1984 Health as a crucial factor in the changes from hunting to developed farming in the Mediterranean. Citado en Newman, LF, W. Crossgrove, RW. Kates, R. Matthews and Sara Millman (Eds.). 1995 *Hunger in History. Food Shortage, Poverty, and Deprivation*. Blackwell, Oxford UK and Cambridge USA.
- Angel, JL y Olney, LM. 1981 Skull base height and pelvic inlet depth from prehistoric to modern times. *American Journal of Physical Anthropology*, 54, 197
- Armelagos GJ, Mielke J, Owen KH, Van Gerven DP, Dewey JR, Mahker PE. 1972 Bone growth and development in prehistoric populations from Sudanese, Nubia. *Journal of Human Evolution*. 1:89-119
- Armelagos, GJ. 1990 Health and Disease in Prehistoric Populations in Transition. In Swedlund, AC and George J. Armelagos (Eds.) *Disease in Populations in Transition. Anthropological and Epidemiological Perspectives*. New York, USA. Pp. 127-144
- Arvay, A. 1969 Effects of Noise during Pregnancy Upon Fetal Viability and Development. In Brown, DE. 1981 General Stress in Anthropological Fieldwork. *American Anthropologist*. 83:74-92
- Baker, PT. 1992 Human Ecology and Human Adaptability. In Harrison GA, JM. Tanner, DR. Pilbeam and PT. Baker, *Human Biology. An Introduction to Human Evolution, Variation, Growth, and Adaptability*. Third edition, Oxford Science Publications, Great Britain. Pp. 201-470
- Bates, DG and Plog, F. 1991 Intensive Agriculture. In *Human Adaptive Strategies*. New York. MacGraw-Hill, Inc. Pp. 115-141

- Berkman L, and Syme SL. 1979 Social networks, host resistance and mortality: A nine-year follow-up study of Alameda County residents. *American Journal Epidemiology*. 109:186-204. In Goodman, AH. Thomas RB. Swedlund, AC and Armelagos, GJ. 1988 Biocultural Perspectives on Stress in Prehistoric, Historical, and Contemporary Population Research. *Yearbook of Physical Anthropology*, 31:169-202
- Beall, CM. 2000 Tibetan and Andean Patterns of Adaptation to High-Altitude Hypoxia. *Human Biology*, 72(1): Pp. 201-228
- Bennett, KA. Cheverud, JM. y Booth, SN. 1981. Deciduous tooth dimension in fetal rhesus monkeys from mothers with induced diabetes. *American Journal of Physical Anthropology*. 55:411-17. Citado en Spencer LC. 1997 Bioarchaeology. Interpreting behavior from the human skeleton, Cap. 2. Pp. 6-63
- Blakey, ML and George J. Armelagos. 1985 Deciduous enamel defects in prehistoric Americans from Dickson Mounds: Prenatal and postnatal stress. *American Journal of Physical Anthropology*, 66:371-380
- Bogin, B. 1988 *Patterns of Human Growth. Studies of Biological Anthropology*, Cambridge University Press. Pp. 7-41
- Boserup, E. 1965 *The Conditions of Agricultural Growth*. Chicago: Aldine.
- Brown, DE. 1981 General stress in anthropological fieldwork. *American Anthropologist*, 83:74-92
- Buikstra, JE y DC Cook. 1980 Paleopathology: An American account. *Annual Review of Anthropology*. 9:433-470
- Campbell, B. 1983 *Human Ecology*. Aldine de Gruyter. New York. USA.
- Cavalli-Sforza, L. and MW. Feldman, 1973 Models for Cultural Inheritance 1. Group Mean and Within Group Variation. In Ortner, DJ. 1983 Biocultural Interaction in Human Adaptation. In *How Human Adapt A Biocultural*. Ortner DJ. (Ed.). Odyssey. Washington, D.C. Smithsonian Institution Press.

- Civera, CM y Márquez, LM. 1998 Tlatilco, población aldeana del Preclásico en la cuenca de México: Sus perfiles demográficos. En *Perfiles demográficos de poblaciones antiguas de México*. Lourdes Márquez Morfin y José Gómez de León (Comps.), México. CNCA-INAH/CONAPO. Pp. 30-67
- Clark, GA. 1988 New method for assessing changes in growth and sexual dimorphism in paleoepidemiology. *American Journal of Physical Anthropology*, 77:105-116. Citado en Spencer LC. 1997 Bioarchaeology. Interpreting behavior from the human skeleton, Cap. 2. Pp. 6-63
- Cohen, MN. 1989 *Health at the Rise of Civilization*, Yale University Press, New Haven. Pp. 285
- Cohen, MN. 1995 Prehistoric Patterns of Hunger. In *Hunger in History*. Newman LF. (Ed.). Oxford. Blackwell. Pp. 57-97
- Cohen, MN. 1998 The emergence of Health and Social Inequalities in the Archaeological Record. En *Human Biology Social Inequality*. Strickland, SS and Shetty, PS. (Eds.) Cambridge. University Press. Pp. 249-271
- Cronk, L. 1991 Human Behavioral Ecology. *Annual Review Anthropology*, 20:25-53
- Comas, J. 1966 Características físicas de la familia lingüística maya. *Serie Antropológica 20*. Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, México.
- Cook, D. y J. Buikstra 1979 Health and Differential Survival in Prehistoric Populations: Prenatal Dental Defects. *American Journal of Physical Anthropology*, 51, 4:649-664
- Chávez, A. y C. Martínez 1979 *Nutrición y desarrollo infantil. Un estudio económico sobre la problemática del niño campesino en una comunidad pobre*. Editorial Interamericana, México.
- Darwin, Ch. 1981. *El Origen de las Especies*. Versión abreviada e introducción de Richard Leakey. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México. Pp. 511
- Diccionario Enciclopédico Larousse, 1990 Editorial Planeta. Tomo 9, Barcelona, España.

- Ellison, PT. 1990 Human Ovarian Function and Reproductive Ecology: New Hypotheses. *American Anthropologist*, 92:933-952
- Enciclopedia Familiar de la Salud, 1985. México, Salvat Editores.
- Fallon, MD. 1988 Bone histomorphology. In *Diagnosis of Bone and Joint Disorders*, 2nd edition, ed. D. Resnick y G. Niwayama, Pp. 195-97. Philadelphia: Lea y Febiger. In Spencer LC. 1997 *Bioarchaeology. Interpreting behavior from the human skeleton*, Cap. 2. Pp. 6-63
- Falkner, F. 1969 *El desarrollo humano*. Salvat Editores, Barcelona.
- Flores, RJ. y R. Galván 1966 Efecto de los factores ambientales adversos sobre el crecimiento físico de niños nacidos en dos municipios del Estado de Veracruz. *Boletín Médico del Hospital Infantil*. México, 23:767-782
- Fruyer, D. 1981 Body size, weapon use and natural selection in the European upper Paleolithic and Mesolithic. *American Anthropologist*, 83:57-73
- Frisancho, RA. 1969 Human growth and pulmonary function of a high altitude Peruvian Quechua population. *Human Biology* 41:365-379
- Frisancho, RA. 1981 *Human adaptation: A functional interpretation*. University of Michigan Press. USA, Pp.102-138
- Frisch, R and R. Revelle, 1970 Height and weight at menarche and hypothesis of critical body weights and adolescent events. *Science*. 169:397-399. In Ellison, PT. 1990 Human Ovarian Function and Reproductive Ecology: New Hypotheses. *American Anthropologist*. 92:933-952
- Frisch, RE. 1974 A method of Prediction of Age Menarche from Height and Weight at Ages 9 Trough 13 Years. In Ellison, PT. 1990 Human Ovarian Function and Reproductive Ecology: New Hypotheses. *American Anthropologist*. 92:933-952
- Frenk, JLB. Claudio Stern, Tomas Frejka y Rafael Lozano. 1991 Elements for a Theory of the Health Transition. In *Health Transition Review*, Vol. 1. No.1 Pp. 21-36

- Glass, DC and Jerome ES. 1972 Urban Stress. New York: Academic Press. In Brown, DE. 1981 General Stress in Anthropological Fieldwork. *American Anthropologist*. 83:74-92
- Goodman AH, Armelagos GJ, and Rose JC 1980. Enamel hypoplasias as indicators of stress in three prehistoric populations from Illinois. *Human. Biology*. 52:515-528
- Goodman, AH. Thomas RB. Swedlund, AC and Armelagos, GJ. 1988 Biocultural Perspectives on Stress in Prehistoric, Historical, and Contemporary Population Research. *Yearbook of Physical Anthropology* 31:169-202
- Goodman, AH. and JC. Rose. 1990 Assessment of Systemic Physiological Perturbations From Dental Enamel Hypoplasias and Associated Histological Structures. *Yearbook of Physical Anthropology* 33:59-110
- Goodman AH. y Thomas L. Leatherman (eds.) 1998 Building a New. Biocultural Synthesis. Political-Economic Perspectives on Human Biology. University of Michigan Press. USA.
- Guyton, AC. 1971 Textbook of Medical Physiology. 4th ed. Philadelphia: W.B.Saunders Company. In Brown, DE. 1981 General Stress in Anthropological Fieldwork. *American Anthropologist*. 83:74-92
- Haines MR, and Preston, SH. 1984 Cities, ethnicity, and child mortality in the United States in 1900. Paper presented at the Social Science History Association. Meetings, Toronto, Canada, October. In Goodman, AH. Thomas RB. Swedlund, AC and Armelagos, GJ. 1988 Biocultural Perspectives on Stress in Prehistoric, Historical, and Contemporary Population Research. *Yearbook of Physical Anthropology* 31:169-202
- Hassan, F. 1981 *Demographic Archaeology*. USA. Academic Press.
- Harrison GA. Tanner JM. Pilbeam, DR and Baker PT., 1992 (Eds.). *Human Biology. An Introduction to Human Evolution, Variation, Growth and Adaptability*, Oxford, Oxford, University Press.
- Harris, M. 1994 Life Without Chiefs. In *Anthropology* 94/95. Angelo, E. (Ed.) 1994. The Dushkin Publishing Group, Inc. Connecticut. Pp. 81-85

- Harris, EF. 1992 Laterality in human odontometrics: analysis of a contemporary American White series. In *Culture, Ecology and Dental Anthropology*, ed. JR Lukacs, Pp. 157-70. *Journal of Human Ecology*, 2 (Special Issue).
- Havilland, W. 1967 Stature at Tikal, Guatemala: Implications for ancient Maya demography and social organization, *American Antiquity* 32, 3:317-325
- Holmes, TH and Rah, RH. 1967 The social readjustment rating scale. *Journal Psychosomatic Res.* 11:213-218. In Goodman, AH. Thomas RB. Swedlund, AC and Armelagos, GJ. 1988 Biocultural Perspectives on Stress in Prehistoric, Historical, and Contemporary Population Research. *Yearbook of Physical Anthropology*, 31:169-202
- Hooton, EA. 1940 Skeletons from the Cenote of Sacrifice at Chichén Itzá. In *The Maya and their Neighbors* New York-London. Pp. 272-280
- James, GD and Daniel EB. 1997 The Biological stress response and lifestyle: Catecholamines and Blood Pressure. *Annual Review Anthropology*. 26:313-335.
- Jaén, EMT. 1968 El material osteológico de Chiapa de Corzo, Chiapas. *Anales del INAH*, México, 19:67-77
- Johnston, FE. H. Winner, D. Thissen y RB. Mc. Vean 1976 Hereditary and environmental determinants of growth in height in a longitudinal sample of children and youth of Guatemala and European ancestry. *American Journal Physic Anthropology* 44:469-475
- Kagan A, and Levi L. 1974 Health and environment-psychosocial stimuli: A Review *Society Scientific Medical* 13a:25-36. In Goodman, AH. Thomas RB. Swedlund, AC and Armelagos, GJ. 1988 Biocultural Perspectives on Stress in Prehistoric, Historical, and Contemporary Population Research. *Yearbook of Physical Anthropology*, 31:169-202
- Kennedy, ARK. 1984 Growth, nutrition and pathology in changing paleodemographic settings in South Asia. In Newman, LF, W. Crossgrove, RW. Kates, R. Matthews and Sara Millman (Eds.). 1995 *Hunger in History. Food Shortage, Poverty, and Deprivation*. Blackwell, Oxford UK and Cambridge USA.

- Kennedy, ARK. 1989 Skeletal Markers of Occupational Stress. In Mehmet Yasar Iscan and Kenneth A.R. Kennedy. *Reconstruction of Life From the Skeleton: An Introduction*. Alan R. Liss, Inc. New York.
- Kieser, JA. 1990 *Human Adult Odontometrics: The Study of Variation in Adult Tooth Size*. Cambridge: Cambridge University Press. Citado en Spencer LC. 1997 Bioarchaeology. Interpreting behavior from the human skeleton, Cap. 2. Pp. 6-63
- Kottak, PC. 1994 *Cultural Change and Adaptation. Cultural Anthropology*. New York. McGraw-Hill, Inc. Pp.95-111
- Krogman, M. 1978 *The Human Skeleton in Forensic Medicine*, Charles C. Thomas Publisher, USA
- Lallo J., Armelagos GJ and Rose JC 1978 Paleoepidemiology of infectious disease in the Dikson Mounds population. *Med. Coll. Va. Q.* 14:17-23
- Lallo, J. Armelagos, GJ and Mensforth, RP. 1977 The role of diet, disease and physiology in the origin of porotic hyperostosis. *Human Biology* 40:471-483
- Lee, RB. 1968 What Hunters do for a Living, or, How to Make Out on Scarce Resource. In *Man the Hunter* R.B. Lee and I. DeVore (Eds.) Chicago: Aldine, 30-48
- Leathermann, TL. Luerssen JS, Markowitz LB y Thomas RB. 1986 Illness and political economy. The Andean dialectic. *Cult. Surv. Q.* 10:19-21. Citado en Goodman, AH. Thomas RB. Swedlund, AC and Armelagos, GJ. 1988 Biocultural Perspectives on Stress in Prehistoric, Historical, and Contemporary Population Research. *Yearbook of Physical Anthropology* 31:169-202
- Little, MA. 1982 The Development of Ideas on Human Ecology and Adaptation. In *A History of American Physical Anthropology. 1930-1980*. Academic Press Inc. USA. Pp. 405-433
- Little, MA. 1989 Human Biology of African Pastoralists. *Yearbook of Physical Anthropology*, 32:215-247
- Little, AM. 1995 *Methodological Aspects of Human Ecology*. Ponencia presentada en el VII Coloquio de Antropología Física Juan Comas, AMAB/UNAM/INAH, México (Mecanoscrito).

- Little, MA. Dyson-Hudson, N; Dyson-Hudson, R; Ellis, JE; Galvin, KA; Leslie, PW and Swift DM. 1997 Ecosystem Approaches in Human Biology: Their History and A Case Study of the South Turkana Ecosystem Project. In *The Ecosystem Approach in Anthropology. From Concept to Practice*. Moran EF. (Ed.). USA. The University of Michigan Press. Cap. 14. Pp. 389-433
- Little, AM. 1997 Adaptation, Adaptability, and Multidisciplinary Research. In *Biological Anthropology. The State of the Science*. Editores, Noel T. Boaz y Linda D. Wolfe. Oregon State University Pres. USA. Pp. 145-168
- Lukacs, JR. 1989 Dental paleopathology: methods for reconstructing dietary patterns in prehistory. In MY Iscan and KAR Kennedy (ed): *Reconstruction of Life from the Skeleton*. New York: Alan R. Liss. Pp 261-286.
- Lukacs, JR. 1992 Dental paleopathology and agricultural intensification in South Asia: new evidence from Bronze Age Harappa. *American Journal Physical Anthropology* 87(1):133-150
- Lukacs, JR. 1997 New frontiers in dental anthropology: Creative Approaches to Diet and Stress in Prehistory. In *Biological Anthropology. The State of the Science*. Editores, Noel T. Boaz y Linda D. Wolfe. Oregon State University Pres. USA. Pp. 145-168
- Lumsden, CJ. and EO. Wilson 1981 *Genes, Mind, and Culture*. Cambridge, Mass: Harvard University Press. Citado en Ortner, DJ. 1983 *Biocultural Interaction in Human Adaptation*. Ortner DJ. (Ed.). Odyssey. Washington, D.C. Smithsonian Institution Press.
- Mazess, RB. 1975 Biological adaptation: Aptitudes and acclimatization. In Goodman, AH. Thomas RB. Swedlund, AC and Armelagos, GJ. 1988 *Biocultural Perspectives on Stress in Prehistoric, Historical, and Contemporary Population Research*. *Yearbook of Physical Anthropology* 31:169-202
- Martin, DL. Goodman AH, and Van Gerven, DP. 1984 The effects of socioeconomic change in prehistoric Africa: Sudanese Nubian as a case study. In MN. Cohen and GJ. Armelagos (Eds.) *Paleopathology at the Origins of Agriculture*, Orlando, Academic Press. Pp. 271-305

- Márquez, ML y José Gamboa Cetina 1982 Playa del Carmen, una población de la costa oriental en el Posclásico (Un estudio osteológico). *Colección Científica 119*. INAH, México
- Márquez, ML y Peter Schmidt 1984 Condiciones de salud en una muestra infantil del Clásico Tardío en Chichén Itzá. *XVII Mesa Redonda de la Sociedad Mexicana de Antropología*, San Cristóbal de las Casas, Tomo II, México. Pp. 89-103
- Márquez, ML. y AA Escalona. 1997. Height among Prehispanic Maya of the Yucatan Peninsula: A reconsideration. In *Bones of the Maya. Studies of Ancient Skeletons*. Smithsonian Institution Press. Washington-London, Pp. 51-61
- Mason, JW. 1968 A Review of psychoendocrine research on the pituitary-adrenal cortical system. *Psychosomatic Medical*. 30:576-629. In Goodman, AH. Thomas RB. Swedlund, AC and Armelagos, GJ. 1988 *Biocultural Perspectives on Stress in Prehistoric, Historical, and Contemporary Population Research. Yearbook of Physical Anthropology* 31:169-202
- Mizoguchi, Y. 1986 Correlated asymmetries detected in the tooth crown diameters of human permanent teeth. *Bulletin of the National Science Museum, Tokyo*, 12, 24-45
- Moran, EF. 1982 *Human Adaptability. An Introduction to Ecological Anthropology*. Westview Press. USA
- Moran, EF. 1997 Ecosystem Ecology in Biology and Anthropology: A Critical Assessment. In *The Ecosystem Approach in Anthropology. From Concept to Practice*. Moran EF. (Ed.). USA. The University of Michigan Press. Cap. 1. Pp. 3-40
- Netting, RM. 1986 *Hunter-Gatherers. Cultural Ecology*. Waveland Press, Inc. Illinois, USA. Pp. 131
- Newman, LF, W. Crossgrove, RW. Kates, R. Matthews and Sara Millman (Eds.). 1995 *Hunger in History. Food Shortage, Poverty, and Deprivation*. Blackwell, Oxford UK and Cambridge USA.
- Ortner, DJ. 1989 Biocultural Interaction in Human Adaptation. In *How Human Adapt A Biocultural*. Ortner DJ. (Ed.). Odyssey. Washington, D.C. Smithsonian Institution Press.

- Oliver, JH. 1973 *Climate and Man's Environment. An Introduction to Applied Climatology*. New York. John Wiley and Sons, Inc. Cap.7. Pp. 195-22
- Pijoan MC. y María Elena Salas. 1984 La población prehispánica de Jaina. Análisis osteológico. *XVII Mesa Redonda, Sociedad Mexicana de Antropología*, San Cristóbal de las Casas, Tomo II, México. Pp 481-489.
- Powell, ML. 1985 The Analysis of Dental Wear and Caries for Dietary Reconstruction. In *The Analysis of Prehistoric Diets*. Academic Press. USA.
- Pompa Padilla, JA. 1984 Jaina y Chichén: morfología dentaria normal de las muestras de población maya prehispánica, *XVII Mesa Redonda. Sociedad Mexicana de Antropología*. San Cristóbal de las Casas, Tomo II, México. Pp. 481-489.
- Ramos, RR. 1978 *Crecimiento físico, composición corporal y proporcionalidad*. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Antropología e Historia. México.
- Ramos, RR. 1986 *Crecimiento y proporcionalidad corporal en adolescentes mexicanas*. Instituto de Investigaciones Antropológicas. Serie Antropológicas 49. UNAM, México.
- Ramos, GR. 1989 Nutrición y crecimiento. Comentario a la conferencia del Dr. Stanley M. Garn. En *Estudios de Antropología biológica, IV Coloquio "Juan Comas"*. UNAM, México. Pp. 45-54
- Ramos, GR. 1990 Crecimiento normal en los primeros seis años de vida. Conceptos. En *La nutrición y la salud de las madres y los niños mexicanos. II Pediatría*. Salvador Subirán, Pedro Arroyo, Héctor Dávila (Comp.), Biblioteca de la Salud, FCE, México. Pp. 147-168
- Reeves, J. 1979 Estimating Fatness. *Science* 201:881. In Ellison, PT. 1990 Human Ovarian Function and Reproductive Ecology: New Hypotheses. *American Anthropologist*. 92:933-952
- Roberts, DF. 1992 Nutritional Stress. En 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. Pp.479-507

- Robert, TR. 1977 *Ensayo Sobre el Principio de la Población. México*. Fondo de Cultura Económica. Pp. 618
- Roth, EA. 1992 Applications of Demographic Models to Paleodemography. In *Skeletal Biology of Past Peoples: Research Methods*. Saunders, SR and Katzenberg, MA (Eds.) 1992. Cap. 10. Pp. 175-178
- San Martín, H. 1975 *Salud y Enfermedad. Ecología humana, medicina preventiva y social*. La Prensa Médica Mexicana, México.
- Saul, F. 1968 Review of "Características físicas de la familia lingüística maya, por Juan Comas", *American Anthropologist*, 70:1032.
- Saul, F. 1972 The Human Skeletal Remains of Altar de Sacrificios: An Osteobiographic Analysis, *Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology*, 63, 2, Harvard University, Cambridge.
- Saul, F. 1980 The Human Skeletal Remains from Tancah, Mexico, *On the Edge of the Sea: Mural Painting at Tancah-Tulum*. Appendix II, Harvard University. Washington, DC.
- Savage, JM. 1982 *Evolución*. México. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. Cap. 2. Pp. 41-111
- Sayers, G. 1957 Factors Influencing the level of ACTH in the Blood. *Ciba Foundation Colloquia on Endocrinology*, 11:138-149. In Goodman, AH. Thomas RB. Swedlund, AC and Armelagos, GJ. 1988 Biocultural Perspectives on Stress in Prehistoric, Historical, and Contemporary Population Research. *Yearbook of Physical Anthropology* 31:169-202
- Scott, EC. and FE, Johnston 1985 Science, Nutrition, Fat, and Policy: Tests of the Critical Fat Hypothesis. *Current Anthropology* 26:463-473. In Ellison, PT. 1990 Human Ovarian Function and Reproductive Ecology: New Hypotheses. *American Anthropologist*. 92:933-952
- Selye, HA. 1936. Syndrome produced by noxious agents. *Nature* 138:32. In Goodman, AH. Thomas RB. Swedlund, AC and Armelagos, GJ. 1988 Biocultural Perspectives on Stress in Prehistoric, Historical, and Contemporary Population Research. *Yearbook of Physical Anthropology* 31:169-202

- Selye, HA. 1950 *Stress*. Montreal. Medical Publishers. In Goodman, AH. Thomas RB. Swedlund, AC and Armelagos, GJ. 1988 Biocultural Perspectives on Stress in Prehistoric, Historical, and Contemporary Population Research. *Yearbook of Physical Anthropology*, 31:169-202
- Selye, HA. 1955. *Fifth Report on Stress*. Montreal: Medical Publishers. In Goodman, AH. Thomas RB. Swedlund, AC and Armelagos, GJ. 1988 Biocultural Perspectives on Stress in Prehistoric, Historical, and Contemporary Population Research. *Yearbook of Physical Anthropology*, 31:169-202
- Selye, HA. 1956. *The Stress of Life*. New York. McGraw-Hill. In Goodman, AH. Thomas RB. Swedlund, AC and Armelagos, GJ. 1988 Biocultural Perspectives on Stress in Prehistoric, Historical, and Contemporary Population Research. *Yearbook of Physical Anthropology*, 31:169-202
- Selye, HA. 1973 The Evolution of the Stress Concept. *American Scientist*. Pp 692-699. In Brown, DE. 1981 General Stress in Anthropological Fieldwork. *American Anthropologist*. 83:74-92.
- Serrano, SC. 1966 *La incidencia de la osteoartritis en algunas poblaciones prehispánicas de México*. Tesis inédita. ENAH. México
- Simpson, GG. 1962 Comments on Cultural Evolution. In H. Hoagland and RW. Burhoe (Eds.) *Evolution and Man's Progress*. New York: Columbia University Press. In Ortner, DJ. 1983 Biocultural Interaction in Human Adaptation. In *How Human Adapt A Biocultural*. Ortner DJ. (Ed.). Odyssey. Washington, D.C. Smithsonian Institution Press.
- Siegel MI, Doyle WJ, and Kelley C. 1977 Heat stress, fluctuating asymmetry and prenatal selection in the laboratory rat. *American Journal Physic Anthropology* 46:121-126. In Goodman, AH. Thomas RB. Swedlund, AC and Armelagos, GJ. 1988 Biocultural Perspectives on Stress in Prehistoric, Historical, and Contemporary Population Research. *Yearbook of Physical Anthropology*, 31:169-202
- Skinner, MF and Goodman, AH 1992 Anthropological uses of developmental defects of enamel. In SR Saunders and MA Katzenberg (Eds.). *Skeletal Biology of Past Peoples: Research Methods*. New York: Wiley-Liss. Pp. 153-174

- Smith, BH. 1991 Standards of human tooth formation and dental age assessment. In *Advances in Dental Anthropology*, ed. MA Kelley y CS Larsen, Pp. 143-68. New York:Wiley-Liss.
- Smith, P., Bar-Yosef., Ofer and Sillen, A. 1984 Archaeological and skeletal evidence for dietary change during the late Pleistocene/early Holocene in the Levante. In Newman, LF, W. Crossgrove, RW. Kates, R. Matthews and Sara Millman (Eds.). 1995 *Hunger in History. Food Shortage, Poverty, and Deprivation*. Blackwell, Oxford UK and Cambridge USA.
- Spencer, LC. 1997 *Bioarchaeology. Interpreting Behavior from the Human Skeleton*. Cambridge. University Press. Pp. 6-63
- Steinbock, RT. 1976 *Paleopathological diagnosis and interpretation*. Thomas Publishers. Springfield, Illinois.
- Steward, J. 1955 *The Concept and Method of Cultural Ecology. Theory of Culture Change*. Urban: University of Illinois Press. In Moran, EF. 1997 *Ecosystem Ecology in Biology and Anthropology: A Critical Assessment*. In *The Ecosystem Approach in Anthropology. From Concept to Practice*. Moran EF. (Ed.). USA. The University of Michigan Press. Cap. 1. Pp. 3-40
- Stini, WA. 1969 Nutritional stress and growth: Sex differences in adaptative response. *American Journal of Physic Anthropology*, 31:417-426. In Goodman, AH. Thomas RB. Swedlund, AC and Armelagos, GJ. 1988 *Biocultural Perspectives on Stress in Prehistoric, Historical, and Contemporary Population Research. Yearbook of Physical Anthropology*, 31:169-202
- Storey, R. 1992a *Life and Death in the Ancient City of Teotihuacan. A Modern Paleodemography Synthesis*. University of Alabama Press. Tuscalosa, Alabama USA.
- Storey. R. 1992b. Patterns of susceptibility to dental defects in the deciduous dentition of a Pre-Columbian skeletal population. In *Recent Contributions to the Study of Enamel Developmental Defects*, Ed, AH. Goodman y LL. Capasso, Pp. 61-77. *Journal of Paleopathology. Monographic Publications. 2*
- Storey, R. 1992c *The Children of Copan: issues in paleopathology and paleodemography. Ancient Mesoamerica*, 3, 161-167

- Stearns, SC. 1999 Introducing evolutionary thinking. En Stearns, SC. (Ed.) *Evolution in Health and Disease*, Oxford: Oxford University Press.
- Swedlund, AC and George J. Armelagos (Eds.) 1990 *Disease in Populations in Transition. Anthropological and Epidemiological Perspectives*. New York, USA.
- Tanner, W. 1986 *El hombre antes del hombre*. FCE. México.
- Thomas, RB. Winterhalder, B. y McRae S.D. 1979 An Anthropological Approach to Human Ecology and Adaptive Dynamics. *Yearbook of Physical Anthropology*, Vol. 22:1-46
- Thomas, RB. 1998 The evolution of Human Adaptability. Paradigms: Toward a Biology of Poverty. En Goodman AH. y Thomas L. Leatherman (eds.) 1998 *Building a New. Biocultural Synthesis. Political-Economic Perspectives on Human Biology*. University of Michigan Press. USA.
- Trussell, J. 1980 Statistical Flaws in Evidence for the Frisch Hypothesis. *Science* 200:1506-1509. Citado en Ellison, PT. 1990 Human Ovarian Function and Reproductive Ecology: New Hypotheses. *American Anthropologist*, 92:933-952
- Ubelaker, DH. *Reconstruction of Demographic Profiles from Ossuary Skeletal Samples*, Smithsonian Institution Press, Washington.
- Ubelaker, DH. 1992 Comment to: The Osteological paradox. In Wood, WJ. GR. Milner, HC. Harpending y KM. Weiss. The Osteological Paradox: Problems of inferring prehistoric health from skeletal samples. *Current Anthropology*, No. 33:363-364
- Van Gerven, DP. Sandford MK, and Hummert JR. 1981. Mortality and culture change in Nubians Batn el Hajar. *Journal of Human Evolution*. 10:395-408. Citado en Goodman, AH. Thomas RB. Swedlund, AC and Armelagos, GJ. 1988 Biocultural Perspectives on Stress in Prehistoric, Historical, and Contemporary Population Research. *Yearbook of Physical Anthropology*, 31:169-202
- Van Valen, L. 1962 A study of fluctuating asymmetry. *Evolution*, 16, 125-42. Citado en Spencer, LC. 1997 *Bioarchaeology. Interpreting Behavior from the Human Skeleton*. Cambridge. University Press. Pp. 6-63

- Washburn, SL 1960 *Tools and Human Evolution*. San Francisco. Scientific American Offprint, W.H. Freeman and Co.
- Walker, PL. 1985 Anemia among prehistoric Indians of the American Southwest. In *Health and Disease in the Prehistoric Southwest*, Ed, CF. Merbs y RJ. Miller, Pp.139-64. Arizona State University *Anthropological Research Papers*, 34
- Weitz, ChA. Garruto, RM. Chin, Chen-Ting. Liu, Ji-Chuan. Liu, Rui-Ling and He, Xing. 2000 Growth of Qinghai Tibetans Living at Three Different High Altitudes. *American Journal of Physical Anthropology*. 111:69-68
- Wood, WJ., GR. Milner, HC. Harpending y KM. Weiss. 1992 The Osteological Paradox: Problems of inferring prehistoric health from skeletal samples. *Current Anthropology*, 33:343-358
- Wynne-Edwards, VC. 1962 Animal Dispersion in Relation to Social Behavior. New York: Hafner. Citado en Cronk, L. 1991 Human Behavioral Ecology. *Annual Review Anthropology*, 20:25-53
- Young, GL. 1996 Interaction as a concept basic to human ecology: An exploration and synthesis. *Advances in Human Ecology*. 5:157-211

Figura 10. Modelo de los determinantes de la fertilidad femenina (Tomado de Hassan, 1981:126).

