

*Artículos Originales*

**Ponencia:**  
**Hacia una nueva formulación de la enseñanza de la fisiología animal en la carrera de Zootecnia**

L.J. GÓMEZ, MV, MS  
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, MEDELLÍN

(RECIBIDO JUNIO 97; ACEPTADO AGOSTO 97)

"Para la zootecnia, decía Baudemant en aquella ocasión, los animales son máquinas, no en la asepción figurada de la palabra, sino en su asepción más rigurosa, tal como lo admiten la mecánica y la industria... Los animales comen: son máquinas que consumen, que quemán cierta cantidad de combustible de determinada naturaleza. Se mueven: son máquinas en movimiento, que obedecen a las leyes de la mecánica. Dan leche, carne, fuerza: son máquinas que proporcionan un rendimiento por cierto gasto. Estas máquinas animales están construidas sobre cierto plan... Todas sus partes tienen cierto enlace, conservan entre sí ciertas relaciones y funcionan en virtud de ciertas leyes, para dar cierto trabajo útil. La actividad de estas máquinas constituye su propia vida, que la fisiología reúne en cuatro grandes funciones: la nutrición, la reproducción, la sensibilidad y la locomoción. Este funcionamiento que caracteriza la vida, es también la condición de nuestra explotación zootécnica... Cuanto mejor conozcamos la construcción de estas máquinas, las leyes de su funcionalismo, sus exigencias y sus recursos, mejor podremos ocuparnos con seguridad y ventaja de su explotación". (Enciclopedia Universal Ilustrada. Espasa. Calpe 1924).

"La fisiología patológica es la transición existente entre la fisiología y la patología, ya que se interesa por la evolución de los procesos vitales en el transcurso de los estados patológicos". (E. Kolb, 1975).

**Prolegomeno**

"La fisiología es el estudio de la materia viviente", según la definición de Guyton (1971) (2), la cual es a su vez una expresión común entre quienes nos dedicamos al estudio de los seres vivos. Esta definición, elemental por lo demás, no es unívoca y, en un proceso que ha tomado varios siglos, ha pasado por perio-

dos en que es posible identificar con cierta claridad los cambios de paradigma en los elementos cognoscitivos que la sustentan, en los alcances que presentan y en la utilidad que de ella se deriva.

En un trabajo previo, Gómez (1985), señala la existencia de por lo menos dos maneras completamente diferentes de aproximarse al estudio de las funciones en los seres vivos: en un lado existe una fisiología moldeada desde la patología, llamada clásica o tradicional, con una clara filiación en la historia natural, con una marcada utilidad para la práctica profesional de la medicina. En el otro lado se ubica una fisiología llamada biológica, marginal a la patología, enraizada en la biología Darwiniana, sin coqueteos en la medicina, a partir de la cual es pensable el estudio de los seres vivos bajo una concepción diferente y de utilidad para quienes, además de los médicos, tenemos como base del ejercicio profesional a los seres vivos.

En el trabajo en referencia señalábamos que las diferencias entre la fisiología tradicional o médica y la biológica se caracterizan por elementos que bien pueden observarse en la página siguiente.

Estas dos maneras de aproximarse al estudio del funcionamiento de los seres vivos, la de la fisiología médica y de la biología, necesariamente tienen implicaciones en los procesos de la enseñanza, de la investigación y en las prácticas pedagógicas desarrolladas al interior de la fisiología.

En el caso de la fisiología médica, dada su estrecha vinculación con la esencia del mecanismo y la patología, el ser vivo puede ser mirado en fragmentos y aislado, el desorden es localizable y cada una de las piezas -léase órganos o moléculas- de la máquina pueden ser reparadas; por tanto la manera como se aborda la enseñanza de la fisiología se basa en el

Fisiología médica	Fisiología biológica
• Delineada desde la patología	• Concebida de manera marginal a la patología
• Clara filiación con la historia natural	• Surgida a partir de la biología Darwiniana.
• La base de trabajo se presenta bajo dos modalidades: la parcelaria y localista del organicismo, tributario directo del mecanicismo Cartesiano y la totalizadora del individuo apoyada en la biología Mendeliano Waismaniana.	• La base de trabajo es el individuo descrito como una organización de partes interfuncionales, interdependiente de una población y no pervivible al margen del medio ambiente.
• El medio ambiente es un agresor contra el cual debe defenderse el individuo.	• El medio ambientes interactúa con el individuo, haciendo posible su funcionalidad.
• Su objetivo es brindar la posibilidad de realizar el diagnóstico de la enfermedad, entendida como un desorden, con base en un paradigma que ha cambiado a tono con los desarrollos de la medicina, o el reordenamiento de un comportamiento no normativo del individuo cuya causa es un desorden anatómico o funcional de origen interno o externo.	El objetivo es el estudio de las funciones de los seres vivos como asiento de un triple juego de materia, energía e información que se encuentran en una adecuada integración funcional del individuo al medio ambiente.
• Util para la práctica profesional de la medicina.	• Util para el ejercicio profesional en campos biológicos no médicos.

ofrecimiento de cursos con capítulos estancos, desarmables en sus estructuras, no se vislumbra la existencia de un hilo conductor, ni la elaboración de una concepción unitaria del ser vivo; la metodología de enseñanza hace que cada capítulo de la asignatura sea abordado por especialistas en cada órgano, tejido o sistema e incluso, ante dificultades en las programaciones en las facultades de medicina, los capítulos pueden ser ofrecidos en un orden diferente al anunciado en el programa de grado de la asignatura. Tal interpretación parcelaria, a pesar de su vigencia, ha tenido contrapropuestas por parte de investigadores como Sherrington, Goldstein, Jackson y Monakow, quienes, a partir del siglo XX, han señalado que "el localicionismo estricto no es posible, el organismo es una totalidad, no es desarmable en estructuras sin la pérdida del carácter unitario del ser vivo" (Gómez,

1985). Si bien la existencia de esta visión totalizadora ha introducido otras posibilidades para mirar la fisiología, a contrapelo de la proliferación de especialidades y subespecialidades, no cabe duda que en ella aún subiste una clara relación con la óptica patológica y el mecanismo que maneja la fisiología tradicional.

La aparición de la biología en el siglo XIX rompió con el coleccionismo y la jeraquización, piezas fundamentales para la historia natural, modificando la mirada que sobre los seres tenía la historia natural: los seres vivos se presentarán en adelante como la sede de un triple flujo de materia, energía e información (Jacob, 1973) (4); no obstante, la fisiología tradicional no incorporó a sus elementos de reflexión algunos de los desarrollos conceptuales de la biología, a tal punto que en campos biológicos no médicos como la zoo-

tecnia, donde son fundamentales la genética de poblaciones, la reproducción, el metabolismo y la nutrición animal, la propuesta de la fisiología médica es insuficiente e inadecuada para abordar el estudio de las funciones de las especies animales domésticas de importancia económica, razón por la cual es necesario visitar la biología para conocer los elementos que serían de utilidad para construir una fisiología que apunte a la práctica profesional de la carrera y no de la medicina.

- **Elementos característicos de la propuesta formulada por la biología**

De manera inicial es necesario registrar la presencia de aquellos elementos que son propios de la biología Darwiniana. En primer lugar la propuesta del Darwinismo consiste en considerar la organización de la materia viva como un sistema abierto donde el mantenimiento de la estabilidad de este orden interno en un individuo, como estructura biológica específica, depende del intercambio permanente de materia y energía con el entorno. De esta primera consideración surgen elementos adicionales que es necesario destacar. Para la biología si bien el organismo se concibe como un todo continuo conformado por partes interfuncionales, él no es independiente de otros organismos vivos, ni mucho menos se encuentra al margen del medio; es decir, no puede ser un sistema cerrado, independiente con relación a las fuerzas de la naturaleza orgánica, como pensaba Huxley (1961) (5). En la fisiología biológica corresponde al sistema neuroendocrino, no separable por lo demás, en nervioso y hormonal, hacer realizable la interacción entre el individuo y el medio, al posibilitar el ajuste de las funciones internas para que no se pierda la identidad del individuo en el medio al perder su organización normativa y canalice el triple juego de materia, energía e información.

Otro elemento Darwiniano derivado de la concepción de sistema abierto, anteriormente señalado, hace referencia al medio ambiente, entendido no como un agresor contra el cual debe defenderse el individuo, sino como la fuente de material no específico y de energía que interactúa con el individuo haciendo posible su funcionalidad.

Un último componente típicamente Darwiniano es el concepto de población como unidad de trabajo para la biología. Para Jacob (1973) (4) la incorporación de este elemento de manera conjunta con los métodos estadísticos, tanto para la biología como para otras ciencias, son innovaciones cargadas de innegables consecuencias para la manera como son considerados los seres y las cosas. Es el nivel conceptual de la población, el que mayores aportes ha hecho al estudio de la función reproductiva y a la genética de poblaciones, pilares en el proceso de la formación biológica en zootecnia. En el primer caso el objeto de la reproducción para la visión biológica es la realización del proceso de transmisión de la información codificada de generación en generación que garantiza la sobrevivencia evolucionaria de la población (Gómez, 1985). Por su parte la zootecnia se apoyó en la genética de poblaciones para configurar la técnica del mejoramiento animal, uno de sus principales soportes, con la cual es posible caracterizar los fenotipos de los complejos funcionales, llamados caracteres de importancia económica, que son la expresión real de la interacción de los genes entre sí y de estos con el medio ambiente.\*

La concepción de una fisiología biológica, útil para la práctica profesional en las carreras biológicas no médicas como la zootecnia rompe, con una concepción organística de los seres vivos; su objeto de estudio lo constituye los procesos que se presentan al interior de las unidades funcionales, compuestas por agregados celulares que no poseen homogeneidad funcional y estructural, no como referencia para distinguir lo normal de lo patológico, sino con el objeto de dar a conocer las leyes que nos rigen y la naturaleza y características funcionales de los sistemas de integración que los unifican dinámicamente.

- **Bases y elementos centrales de una propuesta de estudio de fisiología animal normal o fisiología biológica**

Si aceptamos válidos los elementos conceptuales que hemos desarrollado, la fisiología animal normal es el estudio de los procesos que garantizan el mantenimiento de las estructuras y funciones que hacen posible que los seres vivos se identifiquen como tal; es decir:

---

\* En el mejoramiento genético animal son limitados los aportes de la genética Mendeliana en virtud de que las características de importancia económica en las especies animales domésticas son la expresión de un elevado número de genes que interactúan entre sí y con el medio ambiente, a diferencia de la Mendeliana en la cual las características están bajo la influencia de un reducido número de genes.

- A. El mantenimiento de su identidad como entidad individual de orden biológico distinguible del medio ambiente donde se desenvuelve y del cual es parte activa.
- B. La integración de ese individuo con su medio como parte activa de una población que tiene dinámica propia de sobrevivencia, mediante un intercambio permanente de materia con él y con otras poblaciones.

Para abordar el análisis de los procesos biológicos individuales adoptamos como principio central el de la vida como un estado especial de organización de la materia, en el cual cada individuo es un sistema abierto integrado por estructuras y funciones, que se conservan como ser vivo mediante un intercambio permanente de materia y energía con el entorno, para un recambio, también permanente, de sus estructuras y recuperación de energía; pero a su vez ese individuo, mediante la transmisión codificada de información se reproduce y realiza su recambio estructural y reordenamiento dinámico con otros individuos del sistema poblacional, quienes a su turno interactúan con otras poblaciones.

Esta concepción de sistema abierto que hemos señalado como característica de los seres vivos, existe en germen en el evolucionismo Darwiniano y se manifiesta en el discurso de muchos biólogos de comienzo del siglo XX; Loeb en 1916 expresaba que la característica fundamental que diferencia la materia viviente de la no viviente es que la primera realiza la síntesis constante de material específico a partir de compuestos sencillos de carácter no específico (Waddington, 1976 (7)).

La fisiología biológica o normal animal, tiene por objeto el estudio de los procesos que se dan al interior de las unidades funcionales, con el fin de conocer las leyes que los rigen y la naturaleza y características de los sistemas de integración que los identifican y unifican dinámicamente. En este sentido se quiere apuntar hacia el conocimiento del desarrollo de funciones biológicas en los animales zootécnicos como focos posibles y susceptibles de explotación económica y no como asientos de desarreglos patológicos.

Desde nuestra perspectiva sugerimos que es posible identificar cinco grandes complejos funcionales que llamaremos mayores, no estrictamente delimitables ni agrupados siguiendo una escala jerárquica sin caer en equívocos, puesto que muchos se superponen, se continúan o relacionan dinámicamente

con otros de manera cibernética. Considerando aún estas restricciones, con el objeto de hacer comprensible el análisis de situaciones particulares, se pueden distinguir los siguientes complejos funcionales:

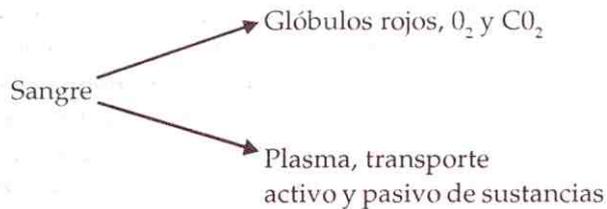
1. Crecimiento estructural
2. Recambio estructural
3. Integración interna
4. Integración al medio
5. Reproducción o transmisión de generación en generación de la información codificada.

Escapan a las anteriores agrupaciones estrictamente propias del campo de la fisiología, el proceso de desarrollo de las estructuras, objeto de la embriología y el proceso de transmisión generacional de información codificada, objeto de la genética celular y poblacional, funciones que a su vez están íntimamente relacionadas.

Estos procesos funcionales mayores pueden hacerse comprensibles si los agrupamos en varios complejos funcionales mejores que, como los anteriores, no son separables inequívocamente de los otros. En este sentido es de anotar que si bien históricamente se puede identificar en el individuo un período de crecimiento que sigue al desarrollo y culmina una vez se alcanza un límite de tamaño, no estrictamente definible, el proceso de recambio estructural se cumple, tanto durante el crecimiento como después de su terminación, de tal manera que es imposible separarlos. De ahí que se traten como un complejo funcional dual durante el período de crecimiento. La configuración y conformación de los complejos funcionales mayores y menores que proponemos sería la siguiente:

1. Complejo funcional de crecimiento y recambio estructural, como unidad mayor, con los siguientes complejos funcionales menores:
  - De captación de materia del medio (alimentación e inspiración)
  - De digestión del material captado y eliminación inicial de residuos
  - De absorción y distribución de macromoléculas básicas
  - De utilización de tales macromoléculas, bien como elementos estructurales, fuentes de energía y elementos funcionales, estos son tanto estructurales como energéticos.

- De control espacial de la multiplicación celular
  - De eliminación de subproductos funcionales y de recambio
2. Complejo funcional de integración al medio, conformado por las siguientes funciones de ubicación en el medio: sensibilidad luminosa, táctil (por presión y temperatura), acústica, química y de orientación espacial. De este complejo funcional mayor también hace parte la etología.
  3. Complejo funcional de integración interno. Se incluyen en este complejo funcional mayor los siguientes grupos funcionales menores:
    - Procesos nerviosos de integración
    - Procesos endocrinos de integración
    - Procesos de integración por transporte de sustancias



- Procesos de neutralización de agentes biológicos extraños a la estructura y funcionalidad del organismo.
4. Complejo funcional de reproducción. Constituido por las siguientes agrupaciones funcionales menores:
    - De producción de gametos
    - De integración poblacional sexual

Dentro de este concepto fisiológico que nos ha guiado según el cual existen cinco grandes complejos en cuyo interior se perciben varios complejos menores, es posible ubicar dos niveles estructurales fundamentales de acuerdo con la caracterización general de su función.

El primer nivel de estructuras funcionales es ubicable en los organelos subcelulares, donde se generan las macromoléculas propias del ser vivo, las cuales a su vez caen en dos categorías: aquella conforma-

da por macromoléculas utilizadas como bloques estructurales en los procesos de crecimiento y recambio del organismo. Y la constituida por macromoléculas, bien almacenadoras de energía o iniciadoras y reguladoras de procesos funcionales.

El segundo nivel de estructuras funcionales es ubicable a nivel supracelular, esto es el conformado por agregados celulares homogéneos, tanto del orden estructural como funcional, aunque los agregados en sí pueden localizarse en varios sitios del individuo. Estos agregados supracelulares actúan como unidades funcionales utilizando, durante el desarrollo de sus procesos específicos, las macromoléculas generadas a nivel de las estructuras subcelulares.

Las funciones correspondientes a estas estructuras son las que identifican a los individuos como totalidades en el complejo ecosistema: movimientos, búsqueda de alimento, respuestas de comportamiento, reacciones a estímulos ambientales e integración poblacional.

Es oportuno señalar que las estructuras funcionales no son separables en el organismo como totalidad dinámica, ya que ninguna de ellas opera por separado o puede ser separable funcionalmente, debido a que el ser vivo como totalidad es un complejo de estructuras y funciones integradas y no autónomas. Es el momento para indicar que la entidad estructural que tradicionalmente se conoce como órgano en la fisiología clásica será siempre constituida por la integración de estructuras funcionales diversas, pero comunes a varios órganos; por lo tanto las estructuras deben definirse por sus funciones y no por su arquitectura. A partir de esta forma de conceptualización se podrían identificar entonces las siguientes estructuras funcionales:

1. De sostén y movimiento, con funcionalidad propia de crecimiento y recambio. Ellas constituyen el marco estructural del ser vivo como unidad funcional mayor y tienen a su vez un efecto facilitador de la función de las estructuras internas. Deben incluirse como estructuras de sostén y movimiento las que conforman el sistema músculo esquelético de la fisiología clásica, teniendo en cuenta además, el tejido muscular liso y cardíaco, el tejido tendinoso, óseo, cartilaginoso y conectivo.
2. De integración general. Permiten una coordinación al nivel más general del ser vivo como totalidad funcional. Tienen, además de las funciones propias de crecimiento y recambio, una función de

estimulación, ya sea por microvoltajes (sistema nervioso), por secreción (sistema endocrino) y por transporte de sustancias entre diferentes estructuras celulares no yuxtapuestas (sistema sanguíneo, plasma y eritrocitos).

3. De integración local. Están comprometidas con la coordinación del organismo a niveles muy localizados como sucede con el sistema de mensajeros químicos, de placa neuromuscular y de hormonas de digestión. Al igual que las anteriores estructuras tienen también funcionalidad propia de crecimiento y recambio.
4. De los complejos funcionales de captación de materia del medio ambiente (alimentación e inspiración). Tiene, además de su funcionalidad propia de crecimiento y recambio, el papel de captación y transporte del alimento y los gases ambientales que se inspiran a los sitios de desagregación y absorción.
5. Estructuras para la desagregación del alimento y absorción de macromoléculas provenientes del medio externo. De la misma manera que las anteriores tienen además de las funciones propias de crecimiento y recambio, las del desarrollo de procesos enzimáticos para desagregar sustancias complejas en simples y la responsabilidad en el transporte activo y pasivo a través de membranas de las fracciones resultantes de procesos enzimáticos previos. Buena parte de estas estructuras están superpuestas a las de captación de materia del medio externo.
6. Estructuras requeridas en la función de distribución de macromoléculas básicas, correspondientes a las del transporte de las sustancias señaladas dentro de las estructuras de integración general.
7. Estructuras para función de la utilización de las macromoléculas básicas, ya como elementos estructurales requeridos en la formación de las proteínas para el crecimiento y el recambio, bien como fuente de energía para los ciclos de Krebs, de Embden ' Meyerhof, el ciclo de la glicólisis y la beta oxidación o como elementos funcionales (electrolitos y enzimas). Estas estructuras son intracelulares, se encuentran en el núcleo, los ribosomas, los lisosomas y las mitocondrias y, como característica destacable, no tienen una función propia de crecimiento y recambio sino que son estructuras dependientes de la célula como totalidad funcional.
8. Para la eliminación de subproductos funcionales y provenientes del recambio. Tienen, además de las funciones propias de crecimiento y recambio, el compromiso de mantener el balance electrolítico y la eliminación de residuos de la desintegración y el recambio de estructuras celulares.
9. Estructuras para las funciones de integración al medio, constituidas por prolongaciones, algunas veces modificadas, de las estructuras nerviosas, que permiten la integración del ser vivo como unidad funcional al medio externo, habilitándolo para recibir señales de este, de tipo físico o químico, provocando reacciones al interior del organismo que hacen posible la integración individuo -medio ambiente. Tienen además las funciones propias de crecimiento y recambio.
10. Estructuras para la función de producción de gametos para la reproducción. Permiten la continuación dinámica de la especie a que pertenece el individuo; están caracterizadas por la participación de más de un individuo, en el caso de especies de importancia zootécnica. Estas estructuras tienen una característica adicional única: existen unas estructuras básicas, con su funcionalidad propia de crecimiento y recambio, que generan otras que en lugar de desarrollar tales funciones propias tienen las de desarrollo y maduración, propias y particularizables.

Como se ve, estas estructuras son definidas a partir de sus funciones, objeto del trabajo de la fisiología normal, diferente al de la fisiopatología, el cual asigna funciones a órganos predeterminados de acuerdo con una individualización morfológica que ha permitido desde el siglo XVIII la ubicación de una lesión en un órgano o tejido como localización concreta de la enfermedad. Esta aproximación a la fisiología desde el sistema anatomopatológico de diagnóstico se fundó sobre la base de una concepción nacida a la sombra de la astronomía y la mecánica, que postulaba que las estructuras son expresión visible de las funciones.

## Plan central de un programa de fisiología animal normal para la carrera de Zootecnia

Un programa académico para desarrollar una propuesta de estudio de la fisiología, entendida desde lo normal, debe considerar tres partes interdependientes, que serían:

### Parte uno:

#### Estructura fisiológica general

Consiste en la descripción de las estructuras básicas del organismo animal considerándolas no desde su arquitectura sino a partir de sus componentes funcionales.

Esta parte incluiría en primer lugar la descripción de las estructuras fisiológicas subcelulares, seguida de la realizada a las estructuras fisiológicas multicelulares o agregados celulares, incluyendo en esta categoría el agua y los electrolitos.

#### Estructuras fisiológicas subcelulares

- Membranas biológicas, a nivel de la célula en general, el núcleo, el retículo endoplasmático, las mitocondrias y los lisosomas: ordenamiento funcional de las proteínas, los lípidos y los polisacáridos de las membranas; permeabilidad selectiva, cinética de la permeabilidad y procesos de polarización y repolarización.
- Estructuras funcionales del DNA, RNA, retículo endoplasmático, mitocondrias y lisosomas.

#### Estructuras fisiológicas de los agregados celulares funcionales

- De sostén: óseo, cartilaginoso, tendinoso, conectivo.
- Contráctiles: fibras musculares, células mioepiteliales de los alveolos mamarios .
- Nerviosas
- Secretorias, incluyendo la glándula mamaria como agregado celular funcional.
- Para el transporte de gases: eritrocitos
- Para la recepción de estímulos fisicoquímicos del entorno: pelos, plumas, piel.
- Comprometidas con la destrucción de agentes biológicos extraños a la estructura del individuo y constituyentes del sistema inmunológico.
- Agua y electrolitos

### Parte dos:

#### Macromoléculas funcionales

En este punto del programa académico se estudiarían los procesos de formación, la bioquímica, el funcionamiento y la regulación de los niveles de producción de macromoléculas tales como: hormonas, mensajeros químicos, enzimas, moléculas con enlaces ricos en energía, moléculas para el transporte de electrones y de otras macromoléculas funcionales, incluyendo los gases. Los componentes detallados de esta parte serían:

#### Síntesis de proteínas y otras macromoléculas estructurales y funcionales

Estructura funcional, sistemas de transporte, funcionamiento y control de los niveles de producción de hormonas, mensajeros químicos (serotonina, acetil colina, prostaglandina, norepinefrina, AMP cíclico), enzimas, moléculas con enlaces ricos en energía (ATP, ADP, fosfato de guanidina, acetil CoA, acetil fosfato, acil fosfato, fosfato de arginina y creatina, ácidodifosfoglicérido y fosfoenolpirúvico), moléculas para el transporte de electrones (nucléotidos de piridina, flavinas, citocromos y oxígeno molecular) y otras macromoléculas como la hemoglobina y el transcortín.

### Parte tres:

#### Fisiología especial

Este aparte consiste en una desagregación por subfunciones de la integración funcional total del individuo con base en los cinco complejos funcionales mayores y menores enunciados en el inicio de este ensayo. Los componentes serían:

#### Complejo funcional de crecimiento, articulado al complejo funcional de recambio estructural

- Ingestión de alimento, hambre y saciedad.
- Digestión del alimento ingerido. Acciones mecánicas y químicas comprometidas con el proceso de digestión, llevadas a cabo en el animal y sometidas a mecanismos de regulación neuroendocrina. Acciones enzimáticas desarrolladas por los microorganismos colonizadores del tracto gastrointestinal y sometidas a regulación diferente a los del animal hospedero y provenientes básicamente de la materia suministrada.
- Absorción a lo largo del tracto gastrointestinal de los nutrientes provenientes de la digestión del alimento.

- Eliminación a través del tracto gastrointestinal de los materiales no absorbidos y los provenientes del metabolismo general del animal.
- Transporte hasta las estructuras subcelulares de los nutrientes absorbidos.
- Captación nasobucal de gases.
- Absorción alveolar de gases inspirados.
- Eliminación de los residuos provenientes del metabolismo.
- Sistemas de crecimiento de tejidos y control espacial de la multiplicación celular.

#### Complejo funcional de integración al medio

- Sistemas de captación de luz ambiental. Sensibilidad diferencial a las longitudes de onda luminosa en las especies animales e integración nerviosa de dicha señal.
- Sistemas de captación y mecanismos de integración nerviosa de señales de presión, de temperatura ambiental, temperatura interna, señales sonoras, químicas y de orientación espacial.
- Respuestas del comportamiento a las señales de integración al medio

#### Complejos funcionales de integración interna

- Sistemas de integración nerviosa. Para el movimiento muscular voluntario; coordinación muscular y placa neuromuscular. Para el movimiento muscular involuntario: movimientos cardíacos, vascular, esofágico, gastrointestinal, vesical y postural. Para el control de secreciones: sudoración y secreciones hormonales.
- Sistemas de integración endocrina. Integración hipotálamo - hipofisiaria, hipofisiaria - metabólica, hipofisiaria - reproductiva.
- Sistemas de integración por transporte de sustancias.

Proteínas transportadoras de gases y hormonas.  
Transporte de aminoácidos, electrolitos y grasas.

- Sistemas de neutralización de sustancias extrañas al organismo animal.

- Destrucción fisicoquímica: pinocitosis y fagocitosis Neutralización y destrucción biológica: inmunología.

#### Complejo funcional de transmisión de generación en generación de la información codificada o reproducción

- Formación, crecimiento y desarrollo de ovogonias, óvulos, espermatogonias y espermatozoides a nivel de los individuos.
- Sistemas de integración poblacional reproductiva. Integración exocrina: feromonas y olfacción. Integración por ondas luminosas Integración por contacto directo: tacto y coito.
- Estados fisiológicos específicos de la reproducción. Ovulación y eyaculación y su control neuroendocrino.

**Fertilización.** Control neuroendocrino del transporte de gametos en el tracto reproductivo de la hembra (en mamíferos y aves). Procesos bioquímicos de la singamia.

**Gestación.** Control endocrino del transporte y anidación del huevo. Multiplicación y diferenciación celular inicial del huevo. Control de la diferenciación celular del embrión (en mamíferos y aves). Unión feto materno en los mamíferos: características del transporte materno -fetal y feto- materno de macromoléculas funcionales, estructurales y residuales del metabolismo fetal. La placenta y el embrión como agregados celulares secretorios. Absorción de macromoléculas en el embrión de las aves. Control genético y endocrino del sexo en el feto. Curva de crecimiento fetal en mamíferos y aves.

#### Parto

**Lactancia.** Control neuroendocrino del desarrollo e involución periódica del agregado celular secretorio de la leche. Control neuroendocrino de la excreción láctea. Síntesis de la leche y sus componentes, sistemas de control de los niveles de producción.

#### Cluequera

#### Referencias

1. Enciclopedia Universal Ilustrada. Espasa. Calpe. Tomo 25, Página 656. 1924
2. Guyton, A.C. Textbook of medical physiology. W.B. Saunders, Co. Philadelphia. 4<sup>th</sup> de. P.2 1971.
3. Gómez, G.L.J. De la fisiología médica a la fisiología biológica. Revista de Extensión Cultural Nro.19. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. p.32 - 43 1983.
4. Jacob, F. La lógica de lo viviente. Traducido por J. Senet y M.R. Soler. Editorial Laia. Barcelona. 349 páginas 1973.
5. Huxley, J.S. El individuo en el reino animal. Traducido por J. Gómez P. y T. Efrón. Editorial Pleamar. Buenos Aires. P.35 1961.
6. Kolb, E. Editor. Fisiología Veterinaria Vol. I. Editorial Acribia. P.21 - 22 1975.
7. Waddington, C.H. Las ideas básicas de la biología. In: Hacia una biología teórica. Traducido por M. Franco R. Editado por C.H. Waddington y otros. Alianza Editorial. P.17 - 54 1976.