Artículo en ALAMBIQUE (2008), nº 58, 8-22.  
El cuerpo humano: una perspectivasistémica.Pedro Cañal.

**El cuerpo humano como sistema**Partiremos de la idea de sistema como todo ente físico o mental constituido  
por un conjunto de elementos que mantienen interacciones entre sí, de  
acuerdo con un determinado esquema organizativo que regula los cambios  
posibles en el mismo, con lo que se mantiene, así, su identidad. Son sistemas,  
por ejemplo, desde un átomo hasta el universo, una célula, una máquina, una  
ciudad, el álgebra, una composición musical, la economía, el cuerpo humano,  
un cuadro, etc.

Cualquier ser vivo puede y debe ser estudiado, por tanto, no sólo en cuanto a  
los componentes o partes que forman su cuerpo, sino también en relación con  
las interacciones que estas partes mantienen entre sí y los cambios y esquemas  
organizativos relacionados con esas interacciones .  
Una célula, por ejemplo, está formada por una serie de componentes  
(membranas, orgánulos, diversas moléculas orgánicas e inorgánicas, etc.) que  
interaccionan entre sí, lo que va generando cambios estructurales y  
funcionales, pero de forma que éstos se mantienen, mientras la célula está  
viva, entre unos márgenes regulados por su genoma, en interacción con el  
medio en que desarrolla su existencia la célula considerada.

La perspectiva sistémica (GIE, 1991; Cañal, Pozuelos y Travé, 2005, etc.)  
permite superar la descripción superficial de elementos de la realidad que  
predomina en los currículos disciplinares. La organización sistémica del  
conocimiento escolar sobre los seres vivos permite estructurar el saber de  
forma relacional, incrementando así su significatividad potencial.

En concreto, en este caso, el enfoque sistémico permite relacionar  
lógicamente y organizar los conocimientos biológicos de interés educativo  
sobre el cuerpo humano. Y lo hace en torno a los cuatro elementos  
metacognitivos antes mencionados: sus componentes anatómicos (provistos  
de unidad y diversidad), las interacciones entre esos componentes y del  
conjunto con el entorno, las formas de organización que presenta nuestro  
organismo y los procesos de cambio que le caracterizan.

La visión sistémica que se expone a continuación, que sigue el modelo de  
análisis que desarrollamos en Cañal (2008), nos puede proporcionar un  
esquema conceptual reorganizador de nuestros conocimientos profesionales  
en este campo, posiblemente también insuficientemente integrados. Se trata de  
un esquema interpretativo más complejo que resultará muy útil a la hora de  
reflexionar sobre los interrogantes específicos sobre nuestro organismo que  
puedan surgir y abordarse en clase.

**Niveles de organización del cuerpo humano**

Cualquier sistema complejo puede presentar varios niveles de organización.  
El cuerpo humano es sin duda un sistema complejo y al estudiarlo es preciso  
contemplar sus distintos *niveles de organización*. Nuestro cuerpo puede ser  
visto y analizado, al mismo tiempo, como un conjunto ordenado de moléculas,  
como conjunto de células formando tejidos, como colección de órganos  
(formando un organismo) o como integrante de una población de individuos  
de nuestra especie en un eco-socio-sistema determinado. A la hora de  
reflexionar sobre el conocimiento escolar relativo a la biología humana es  
necesario tener en cuenta, en la medida de lo posible y adecuado en cada  
etapa, cada uno de estos niveles de organización.  
El nivel de organismo es sin duda el que nos resulta más básico y  
accesible inicialmente. El cuerpo, tal como lo percibimos por nuestros  
sentidos (su aspecto exterior, su conducta, etc., pero también, en alguna  
medida, su estructura interior, con sus órganos internos), es el nivel al que  
corresponden las principales experiencias y conocimientos iniciales de los  
escolares. A partir de ahí partirá la exploración y comprensión elemental de  
los niveles de organización no directamente perceptibles: hacia lo  
microscópico (los niveles celular y molecular) y hacia lo macroscópico (las  
poblaciones de individuos de nuestra especie que interaccionan con los demás  
elementos de los ecosistemas).  
Los organismos humanos presentan aspectos comunes entre sí, pero también  
es patente su diversidad. Esta unidad y diversidad se manifiesta en todos los  
niveles de organización que consideremos; en este caso los cuatro antes  
mencionados: molecular, celular, de organismo y de población o ecosistema.

**Nivel molecular**En este nivel hay que destacar que la composición del cuerpo humano resulta  
ser semejante en cuanto a los elementos químicos y la mayor parte de las  
moléculas que forman parte de sus estructuras e intervienen en su  
metabolismo. Pero hay diferencias características entre distintas partes del  
organismo en determinados aspectos bioquímicos. Diferencias en lo que se  
refiere a los genes activos y, por tanto, en los ARN producidos, en las  
proteínas sintetizadas y, en general, en aspectos concretos del metabolismo en  
cada estructura anatómica. No obstante, también son muy relevantes los  
aspectos unitarios, pues cualquier parte del cuerpo está formada básicamente  
por átomos de unos mismos elementos químicos, combinados entre sí en unos  
determinados tipos de moléculas orgánicas e inorgánicas que suelen ocupar un  
lugar semejante en el metabolismo.  
**Nivel celular**Algo similar ocurre en el nivel celular. Todo el cuerpo está formado por  
células, como unidad mínima de organización que realiza el conjunto de las  
funciones vitales. Pero hay diversidad de células en cuanto a su forma,  
orgánulos que presentan, tejidos de los que forman parte, funciones que  
desempeñan, su distribución en el cuerpo, etc.  
**Nivel del organismo**En cuanto al nivel de organismo, es el nivel organizativo básico que nos  
servirá de referencia constante para la comprensión global y en detalle de la  
estructura y fisiología de nuestro cuerpo. En este nivel es fundamental, en  
primer lugar, comprender el sentido biológico global de nuestro organismo,  
como superestructura que permite la satisfacción de las necesidades  
metabólicas de cada una de las células que lo constituyen y el adecuado  
mantenimiento de las propias estructuras y funciones corporales. Y, además,  
naturalmente, comprender la función de cada estructura corporal concreta que  
contribuye a satisfacer las necesidades vitales de los distintos tipos de células.  
Pero es necesario enfatizar el sentido fisiológico de tales estructuras y  
establecer paralelismos con otras especies, entre seres tan aparentemente  
distintos como nosotros, un insecto o cualquier planta. Tiene gran importancia  
el estudio de estructuras corporales concretas, atendiendo a sus características  
específicas, pero sin perder de vista el para qué de cada órgano en el conjunto  
del cuerpo, siempre en relación con la satisfacción de una o varias funciones  
vitales.

**Nivel de población**

Por último, en el nivel de población, hay que resaltar que nuestra especie  
incluye, como cualquier otra, individuos semejantes entre sí en sus rasgos  
morfológicos, fisiológicos y comportamentales básicos, en razón de la

información genética característica de la especie que se transmite en la

reproducción. Pero ello no impide la existencia de diferencias de mayor o  
menor entidad entre unos y otros individuos o poblaciones de nuestra especie,  
tanto morfológicas (estatura, rasgos faciales, color del pelo, de la piel, etc.)  
como en aspectos fisiológicos concretos; por ejemplo, el patente dimorfismo  
sexual entre los adultos y los rasgos fisiológicos y comportamentales diferenciados.

**Interacciones entre componentes del sistema corporal**

En el *nivel molecular* se producen interacciones físicas y químicas entre iones  
y moléculas orgánicas e inorgánicas, así como con fuentes de energía. Muchas  
de estas interacciones constituyen la base de los procesos de nutrición,  
relación y reproducción de cada individuo. A lo largo de la educación escolar  
es posible resaltar algunos aspectos especialmente relevantes al respecto:  
• Que todos obtenemos nuestros nutrientes a partir de los alimentos que  
tomamos del entorno y que estos nutrientes se emplean para satisfacer  
los requerimientos de las células que forman los tejidos, órganos y  
aparatos que constituyen el cuerpo y así poder crecer, desarrollarnos,  
relacionarnos y reproducirnos.  
• Que la luz interacciona con sustancias situadas en estructuras  
especializadas de nuestro cuerpo y ello permite procesos como la  
visión, el funcionamiento de nuestro reloj biológico, etc.  
• Que la luz solar interacciona también con moléculas que forman parte  
de las células epidérmicas y provoca fenómenos como la expansión de  
los melanocitos, quemaduras, producción de vitamina D, desarrollo de  
tumores, etc.  
• Que la interacción química que se produce entre moléculas de nuestro  
cuerpo y otras moléculas y factores físicos del entorno (como la  
temperatura, la humedad, ciertas vibraciones, etc.) sustenta el conjunto  
de nuestras percepciones sensoriales, lo que resulta crucial en procesos  
concretos de la nutrición, relación y reproducción.  
• Que el funcionamiento del cerebro y todos los fenómenos psicológicos  
(aprendizaje, recuerdos, sentimientos, deseos, la conciencia, etc.) se  
basan en determinadas interacciones moleculares físico-químicas, entre  
sí y con factores del medio.  
En lo que se refiere al *nivel celular*, es necesario destacar la interdependencia  
entre las células que forman nuestro organismo. En condiciones naturales,  
cada célula de un ser vivo pluricelular sólo puede mantenerse viva, es decir,  
realizando sus funciones, si se mantiene en interacción con las demás. Una  
célula aislada carece del medio interno estable que necesita (rico en  
nutrientes, libre de altas concentraciones de desechos tóxicos del  
metabolismo, con una temperatura óptima, con moléculas reguladoras  
procedentes de otras células, etc.) y no está debidamente protegida contra la  
desecación, la exposición a radiaciones nocivas (como la ultravioleta) u otros  
posibles agentes perjudiciales del entorno.

En el *nivel de organismo*, es fundamental comprender que nuestro cuerpo es  
un todo en el que cada parte, cada órgano o sistema resulta necesario porque  
realiza aportaciones concretas al mantenimiento de la vida. Todas las  
estructuras corporales (digestivas, respiratorias, excretoras, de transporte, de  
coordinación, etc.) se integran y adquieren su sentido en un diseño conjunto,  
en función del modo particular en que nuestra especie satisface cada una de  
sus necesidades vitales en los ecosistemas de los que forma parte.  
En cuanto a las interacciones en el *nivel de población o ecosistema*, éstas se  
producen entre los miembros de nuestra especie y también con individuos de  
otros grupos taxonómicos, así como con el medio inerte en que desarrollamos  
la existencia. Así, mantenemos relaciones intraespecíficas e interespecíficas,  
todas evidentemente relacionadas con las funciones de nutrición, relación y  
reproducción. Nuestro diseño corporal específico se correlaciona en buena  
medida con los rasgos necesarios para implementar con cierto éxito biológico  
las relaciones que mantenemos con nuestros semejantes, desde las  
comunicativas a las de competencia, sexualidad, crianza, colaboración, etc.,  
así como las que caracterizan nuestra interacción con los demás seres vivos y  
componentes inanimados de nuestro entorno, muy escoradas hacia el  
aprovechamiento nutritivo (recolección, cultivos, ganadería, etc.) pero  
también a la construcción de habitáculos, la obtención de energía, la actividad  
deportiva, la actividad económica, el disfrute estético, etc.

**Organización del cuerpo**Algo que caracteriza a los seres vivos respecto a los inanimados es la  
capacidad de autoorganización, la capacidad del ser vivo de regular, en cierta  
medida, las condiciones que definen su propia existencia. Es decir, la  
posibilidad de establecer una situación de equilibrio dinámico, relativamente  
permanente, con el medio, mediante el intercambio de materia, energía e  
información entre el organismo y su entorno. Algo que logra el ser vivo  
mediante dos procedimientos generales:  
• Mediante la adaptación de su fisiología y su conducta individual a los  
cambios del medio.

• Por medio de la evolución del genoma de la especie.

Con ello se consigue el establecimiento de un cierto equilibrio entre  
conservación y cambio en las características de los seres vivos, al actuar  
mecanismos reguladores que mantienen el esquema organizativo de la especie  
entre ciertos límites, mecanismos que se describen en lo que sigue.  
En el *nivel molecular*, la información que sustenta el esquema básico de  
regulación de nuestra especie reside en el ADN. Las secuencias de  
nucleótidos características de nuestra especie permiten el desarrollo de  
diversos fenotipos (estructuras corporales, fisiología y conducta), en  
interacción con los distintos factores del medio, y ello hace posible la  
adaptación individual, dentro de los márgenes que establece el genoma para la  
viabilidad del individuo.  
El cuerpo humano muestra también un alto grado de organización en el nivel  
celular. Las células embrionarias, mediante la interacción entre el núcleo y su  
entorno celular y extracelular, se diferencian y forman los diversos tipos  
celulares que se ubican en zonas determinadas del embrión y dan lugar a los  
diferentes tejidos, órganos y aparatos. Estas células diferenciadas ajustan su  
estructura y fisiología a las funciones específicas que han de desempeñar, bajo  
la influencia del entorno celular inmediato, así como de otras células y  
órganos especializados que envían sustancias o estímulos por medio del  
sistema circulatorio o nervioso, contribuyendo a regular y coordinar su  
funcionamiento.  
En el *nivel de organismo* los sistemas de regulación nerviosa y hormonal  
controlan las pautas básicas de comportamiento, alimentación, crecimiento,  
desarrollo, relación y reproducción humana. En el punto séptimo se exponen  
datos y ejemplos concretos que permiten apreciar de qué forma y mediante  
qué estructuras se produce esta regulación nerviosa y hormonal.

En el *nivel de población* o ecosistema existen pautas elementales de  
comportamiento, con componentes genéticos y/o culturales, que regulan la  
relación entre las personas y de éstas con los demás seres vivos y con los  
factores del biotopo. Los límites en que puede desenvolverse adecuadamente  
nuestra especie están sujetos, en última instancia, a los mecanismos de  
regulación de los ecosistemas de los que formamos parte y, en definitiva, del  
eco-socio-sistema Tierra (los recursos materiales y energéticos disponibles,  
los ciclos biogeoquímicos, el clima, la población humana, nuestro impacto,  
etc.) junto con los mecanismos e instituciones de regulación familiar, local,  
nacional o mundial que se han ido desarrollando.

**Cambios en el sistema "cuerpo humano"**El concepto de *cambio* es esencial para la comprensión de nuestro mundo y,  
en particular, de los seres vivos. Es fácil apercibirnos de un conjunto de  
cambios cíclicos en nuestro organismo: ciclo vital, ritmos de  
actividad/descanso, ritmos corporales, pautas de crecimiento, cambios  
hormonales, cambios morfológicos, etc.  
La construcción del conocimiento sobre los cambios corporales exige la  
comprensión del carácter dinámico de los sistemas, que los hace cambiantes  
en el tiempo. Unas veces consistirán en cambios de localización; en otras  
ocasiones, en cambios cíclicos y periódicos; y a veces, por último, pueden  
consistir en transformaciones. En cualquier caso, los cambios que experimenta  
nuestro cuerpo se caracterizan porque:  
• Son las propias interacciones que se dan en el organismo las que  
generan el cambio en el mismo, aunque los mecanismos reguladores  
establecen límites en las posibles dinámicas de cambio. En el desarrollo  
corporal, por ejemplo, la hormona del crecimiento que produce la  
hipófisis estimula el aumento de tamaño de las células y las mitosis, lo  
que acaba produciendo crecimiento y desarrollo; pero cuando se  
alcanza un determinado nivel de desarrollo se desencadenan  
mecanismos reguladores que lo detienen o ralentizan.  
• Los cambios siguen unas pautas generales hereditarias que son  
comunes en todos los humanos, pero que también dependen en alto  
grado de factores como la alimentación, las enfermedades, el ejercicio,  
etc.  
• El cuerpo de cada persona es producto del cambio, de los eventos  
producidos en su desarrollo, en su historia.  
En el *nivel molecular*, los cambios que experimenta nuestro cuerpo son  
cambios químicos. De hecho, el organismo vivo constituye un sistema  
químico en constante cambio, aunque siempre dentro de los márgenes  
regulados por la información genética, en su interacción con el medio. En  
nuestro caso hay otros factores que se añaden a los anteriores en la generación  
de cambios moleculares: medicamentos, radiaciones, cirugía glandular o  
cerebral, etc.  
Los principales cambios en el *nivel celular* se refieren a los propios del  
desarrollo de cada célula, desde que ésta se origina por mitosis o meiosis a  
partir de células madre y se ubica espacialmente de acuerdo con el esquema  
morfológico que expresan los genes correspondientes. En función del tejido  
del que vaya a formar parte, se activa o inhibe parte de la información  
contenida en el ADN de cada célula y ello produce diferencias morfológicas y  
funcionales entre las mismas. Además, cada célula experimenta un ciclo vital  
propio de la estirpe a la que pertenece, que puede estar caracterizado  
igualmente por cambios morfológicos y bioquímicos. Son ejemplos de ello el  
proceso de desarrollo de una neurona, el de una célula de la epidermis o el de  
un glóbulo rojo, en los que se producen cambios de gran calado. También hay  
cambios continuos en estructuras como los cromosomas (por ejemplo, los  
propios de la duplicación del ADN en las mitosis, el desarrollo temporal de  
sectores del cromosoma cuando se produce ARN mensajero, el acortamiento  
de los telómeros tras cada división celular, etc.), cambios que pueden  
ocasionar procesos de reproducción, cáncer, producción de proteínas, muerte  
celular, etc.  
En cuanto al *nivel de organismo*, es aún más evidente la existencia de ciclos  
vitales característicos, con procesos de crecimiento y desarrollo del individuo  
a lo largo de su vida que comportan diversos cambios: desarrollo de caracteres  
sexuales, musculación, alteración de rasgos faciales, acumulación de grasa,  
etc. También se producen, a veces, cambios estacionales que afectan a la  
fisiología y al comportamiento de las personas (períodos de menor actividad  
vital, fases de activación, fases depresivas, etc.) y es patente la existencia de  
ciclos diarios, que incluyen alteraciones del estado fisiológico (sueño-vigilia,  
pasividad-actividad, etc.).  
En el *nivel de población*, hay un cambio acelerado en cuanto al crecimiento de  
la misma y también, sobre todo, en lo que se refiere a los cambios históricos  
en nuestra forma de vida en los eco-socio-sistemas, originados por el  
desarrollo cultural-tecnológico. Unos cambios con una capacidad de impacto  
ambiental sobrecogedora que han generado la situación de emergencia  
planetaria (Vilches y Gil, 2003) que estamos viviendo.

**Estructuras y funciones corporales**Argumentábamos anteriormente que la comprensión del organismo humano, o  
de cualquier otro, como totalidad integrada sólo es posible si las diversas  
estructuras corporales y las funciones particulares que cada una de ellas  
realiza se interpretan y se relacionan reiteradamente con las funciones  
generales que implementan todos los seres vivos, las de nutrición, relación y  
reproducción. Pero estos nexos no suelen plantearse debidamente en los textos  
escolares o se incluyen de forma parcial e insuficiente. Así, por ejemplo, es  
común que la función de nutrición humana se relacione muy estrechamente  
con el aparato digestivo, pero mucho menos claramente con otros; la función  
de relación, casi exclusivamente con el sistema nervioso y los órganos de los  
sentidos; y la función de reproducción, con el aparato reproductor. Pero basta  
considerar las relaciones enunciadas en la tabla siguiente, que no pretende ser  
exhaustiva, para apreciar el interés y utilidad didáctica de una perspectiva  
sistémica en la enseñanza sobre el cuerpo humano, contemplando  
conjuntamente las múltiples relaciones existentes entre las estructuras  
corporales humanas (órganos, aparatos, sistemas...) y las funciones vitales  
para las que sirven

Es evidente que las relaciones, cambios y mecanismos de regulación incluidos  
en la tabla anterior poseen diferentes niveles de complejidad y dificultad en su  
aprendizaje. Por ello, el proceso de construcción de un conocimiento  
sistémico sobre el cuerpo humano debe ser gradual y puede abarcar toda la  
escolaridad obligatoria. El dominio progresivo de esta perspectiva integrada  
exige, a nuestro entender, una atención continua al establecimiento de  
relaciones, desde los primeros cursos de la educación infantil y primaria hasta  
el bachillerato. Un niño de infantil, por ejemplo, puede constatar la relación  
entre el ejercicio y el ritmo cardíaco, aunque no llegue a comprender por qué  
es necesaria una mayor frecuencia cardiaca cuando realizamos un esfuerzo  
muscular prolongado. Y algunos estudiantes de biología y geología de  
secundaria podrán además comprender, junto a lo anterior, que durante el  
ejercicio se incremente también el ritmo de ventilación pulmonar y se  
produzca un enrojecimiento transitorio de la piel, así como una copiosa  
sudoración refrigerante. Será preciso, en este sentido, desarrollar una didáctica  
del cuerpo humano que proponga objetos de estudio, hipótesis de progresión y  
recursos coherentes con un enfoque sistémico como el aquí apuntado, además  
de fundamentarse en los requisitos actuales de relevancia, significatividad y  
funcionalidad para el alumno.  
Resaltar, por último, que no se trata de incluir caprichosamente nuevos  
contenidos que contribuyan a extender aún más el currículo escolar, sino de  
evitar una errónea tradición que promueve el aprendizaje no significativo de  
unos conocimientos sobre nuestro cuerpo cuya selección parece a veces  
arbitraria y que genera conocimientos fraccionados e inertes. Una opción que  
creemos injustificable, pues ignora una finalidad educativa muy relevante:  
lograr que los escolares comprendan el funcionamiento de su cuerpo y las  
necesidades del mismo, a fin de adecuar sus hábitos y comportamientos  
personales y sociales a los requerimientos de una vida satisfactoria y  
saludable.