

Análisis del Origen de Concepciones Alternativas entre los Conceptos de Aparato y Sistema en Anatomía y Fisiología

Analysis of the origin of Alternative Conceptions between Apparatus and System Concepts in Anatomy and Physiology

Cubero J, Cañada F, Costillo E, Calderón M. A, Ruiz C

Laboratorio de Educación para la Salud. Área de Didáctica de Ciencias Experimentales.

Facultad de Educación. Universidad de Extremadura. Badajoz, España

jcubero@unex.es, floricanada@unex.es, costillo@unex.es

Resumen

Las concepciones alternativas son estructuras cognitivas que interactúan y ejercen una función esencial en la enseñanza. Su origen se puede producir a partir de fuentes inexactas contenidas en ciertos libros de texto, o, como ocurre actualmente, a través de Internet, y cuya correcta reestructuración nos sirve para mejorar el aprendizaje. En la enseñanza de las Ciencias Biosanitarias, dentro del área de la Fisiología y la Anatomía, existen conceptos básicos cuyo incorrecto tratamiento origina las citadas concepciones alternativas, como son los conceptos elementales y diferentes de Sistema y Aparato, los cuales se difunden precozmente y de forma errónea a través de libros de texto e Internet. Por ello, nuestro trabajo de investigación fue analizar los libros de Ciencias de la Naturaleza de 2º curso de la ESO, así como todos los contenidos relacionados en la red. Nuestros resultados de búsqueda muestran un uso arbitrario de ambos conceptos, tan solo el 33,3% de los libros de texto analizados utiliza eficazmente los conceptos de Sistema y Aparato. Así también, un uso incorrecto en Internet, aunque en este medio es menor la proporción de dicha inexactitud. Por todo ello, queremos advertir la existencia de estos contenidos conceptuales inexactos, que si no son reestructurados pueden retardar el aprendizaje científico biosanitario.

Keywords: concepciones alternativas, anatomía, fisiología, educación.

Abstract

Alternative conceptions are cognitive structures that interact and perform an important role in Science Education. Nowadays, the main sources of alternative conceptions are the academic books and the Internet, which correct restructuration contribute to improve learning. In Bioscience Education, specifically in Physiology and Anatomy areas, there are basic and different concepts such as System and Apparatus, that when incorrectly addressed cause the abovementioned "Alternative Conceptions", and which are prematurely and incorrectly published in text books and the Internet. Therefore, we have analyzed these concepts in Natural Science books used at 2nd degree at High Schools, as well as on the Internet. The results have shown an arbitrary use of both concepts, and only 33.3 % of the analyzed books use System and Apparatus concepts effectively. The percentage of inaccurate information on the Internet is lower. Our purpose in this work is to point out the existence of conceptual inaccurate contents in different instructional materials that may retard Bioscience teaching.

Keywords: alternative concepts, anatomy, physiology,

Introducción

Las concepciones alternativas en el aprendizaje científico y su reestructuración

Numerosos trabajos de investigación han revelado que los estudiantes de los diferentes niveles educativos mantienen concepciones imprecisas o erróneas sobre contenidos científicos conceptuales y metodológicos, generando un obstáculo en su aprendizaje. Dicha concepciones alternativas son originadas principalmente por contaminación conceptual a partir de fuentes inexactas de aprendizaje, como son: libros de textos con contenidos conceptuales incorrectos, imprecisiones del docente, información errónea procedente de Internet, etc... (Wandersee, Mintzes, Novak, 1993, Kaufman, 2008).

Así a partir del estudio, principalmente, de estos errores conceptuales, se puede y debe evolucionar a través del cambio de estas concepciones alternativas, apoyándose en el modelo de enseñanza constructivista, recordando que debe aprovecharse la perspectiva social de dicho constructivismo, para el crecimiento del proceso de aprendizaje científico (Duit y Treagut, 1998; Scott et al, 2007).

La idea en este campo de investigación es que estos esquemas conceptuales no se vean como errores o algo negativo, sino como estructuras cognitivas que interaccionan con la información que llega desde el exterior y juegan un papel esencial en el aprendizaje (Driver, 1986). El cambio conceptual de estos contenidos erróneos es mal interpretado, e invita a multitud de inexactitudes ya que se piensa en un cambio drástico de ideas viejas por ideas nuevas, y esto no es del todo cierto, números estudios demuestran que ambas ideas: viejas y nuevas conviven en lo que se denominaría periférico cambio conceptual, caracterizado por ideas híbridas. La extinción de las viejas ideas no sólo es imposible sino que es indeseable, ya que así en el aprendizaje podremos distinguir los viejos de los nuevos contenidos aprendidos (Chinn y Brewer, 1993).

Notables autores consideran que para que exista cambio conceptual no basta contrastar las concepciones alternativas de los alumnos con los conceptos científicamente correctos. Es necesario que los nuevos conceptos se revelen eficaces para solventar todos los problemas, incluso aquellos que ya era posible resolver con concepciones alternativas (Pozo 1999; Vosniadou, 2008; Linn 2008).

Concepciones alternativas en Fisiología y Anatomía; el problema del cambio conceptual entre Aparatos y Sistemas.

En este apartado nos centraremos en dos conceptos científicos de gran relevancia en Anatomía y Fisiología como son los de Aparato y Sistema. Su uso incorrecto, tanto en las diferentes disciplinas de las ciencias, como en las de ciencias de la salud, es manejada de forma errónea por algunos libros de texto y por consiguiente genera concepciones alternativas que dificultan el aprendizaje del alumnado (De Manuel y Grau, 1996; Wandersee et al, 1999; Rosell et al, 2004,).

Así, junto a este aprendizaje contradictorio transmitido desde ciertos libros de texto, principalmente de educación primaria y secundaria, tampoco podemos obviar la sociedad digital en que nos desarrollamos. La utilización de información biosanitaria errónea, procedente de una búsqueda equivocada de contenidos en Internet, genera también contaminación conceptual y por consiguiente concepciones alternativas que no sólo acarrearán un aprendizaje incorrecto, sino inclusive hasta problemas en la salud (Kaufman et al, 2008).

Para delimitar nuestro problema y diferenciar ambos conceptos científicos, debemos comenzar por definirlos (Masson, 1998): Empezaremos por el de Aparato: "definido como el conjunto de partes u órganos, que actúan para realizar una misma función". Y por último por el de Sistema como: "Parte u órganos semejantes, compuestos de un mismo tejido y dotado de funciones del mismo orden".

Queda claro que son definiciones que pueden llevar a error y más si son utilizadas durante el aprendizaje por personal docente no experto y no se acompañan, como muchas veces sucede, por valiosos ejemplos que más adelante en la fase de Reestructuración pasaremos a clarificar y discutir. Así, existen, creencias (Fontes y

Duarte, 1992) y bibliografía científica aunque no ampliamente especializada, donde son utilizados de forma inexacta y por lo tanto desacertada (Rosell et al, 2004).

La diferencia clave entre ambos conceptos básicos; Aparato y Sistema, estriba en que Aparato es un concepto más global y amplio desde el punto de vista anatómico, el cual se centra principalmente en aglutinar las partes y órganos vitales que ejecutan una única función fisiológica específica.

En cambio, el concepto de Sistema se centra y delimita a un conjunto de órganos y partes anatómicas que ejecutan una misma función, pero además constituido por un mismo y único tejido histológico.

Es en este punto, al hacer referencia al "conjunto de órganos" es donde se encuentra el origen, ya que se forma un atajo, que al simplificar el concepto genera la concepción alternativa. Y es en "un único tejido" y en "diferentes tejidos" donde se debe centrar el

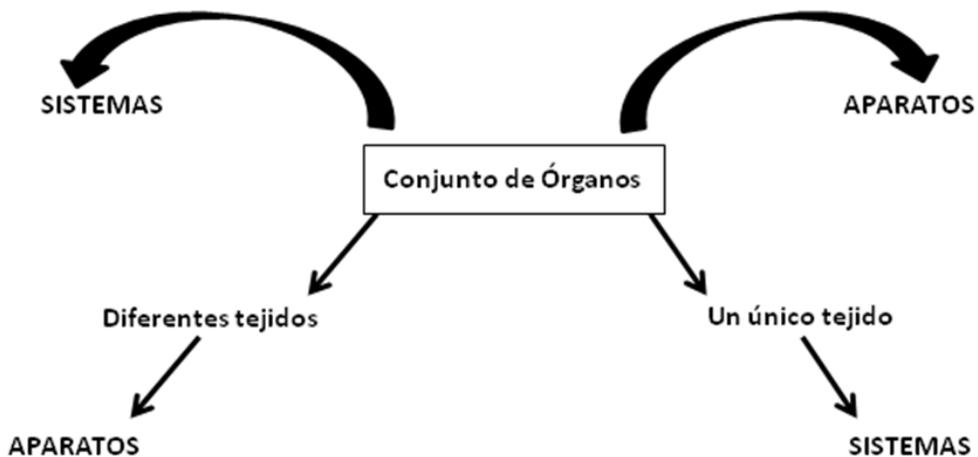


Figura 1.- Origen de las concepciones alternativas entre los conceptos de Aparato y Sistema.

Y por ello, se elaborarán estrategias de enseñanza dirigidas a cambiar las ideas previas que tienen los estudiantes sobre Aparato y Sistema, por aquellas otras ideas científicas que tratamos de explicar correctamente.

Y es aquí donde los profesores deben ser capaces de diagnosticar las concepciones que sus alumnos usan para interpretar los fenómenos, y controlar los status de las concepciones viejas y de las nuevas.

Referente a la incorporación plena de dichos conceptos en el currículum educativo, podemos indicar que se encuentran bien establecidos y determinados en los contenidos curriculares de Anatomía y Fisiología en el ámbito nacional (BOE) así como en Extremadura (DOE). Podemos establecer que el nivel donde se inicia y se empieza a desplegar la enseñanza y el aprendizaje de estos contenidos elementales: Aparato y Sistema, se corresponde a 2º Curso de la ESO, dentro de la disciplina de las CC Naturales, y en el apartado La vida en acción. Y es en el 3º Curso de la ESO, en la asignatura Biología y Geología, donde se amplía toda la batería de contenidos en Anatomía y Fisiología, perteneciente al Bloque 5: Las personas y la salud; como son los de nutrición y los correctamente nombrados Aparatos y no Sistemas; digestivo, respiratorio, circulatorio, reproductor, locomotor (DOE).

Por todo lo descrito, nuestro objetivo ha sido estudiar y analizar los libros de texto correspondientes a la enseñanza secundaria, en aquellos apartados que hacían

mención a los contenidos de aparato y sistema, dentro de la disciplina de CC (Ciencias Naturales). Así como explorar las diferencias cuantitativas y cualitativas, que podemos encontrar en Internet para estos dos conceptos elementales. Aportando diferentes contextos como los: digitales, museos, televisión educativa y por supuesto Internet (Gilbert & Boulter, 1998; Scott et al 2007).

Metodología

Análisis de libros de texto

Aunque todas las editoriales incorporaban algún recurso informático en el libro de texto. Indicar que nuestro análisis se efectuó en el material escrito en papel.

Se emplearon 7 libros correspondientes a 6 editoriales de amplia difusión nacional en la educación secundaria: McGraw-Hill, Edebé, Bruño, S.M., Santillana y Anaya, los cuales fueron denominados A, B, C, D, E, F, G. Par ello, se siguieron diferentes indicaciones y metodologías existente en la bibliografía específica (Ferreiro y Occelli, 2008; Pro Bueno, 2009) Se utilizaron libros de texto de Ciencias Naturales, de 2º Curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), dado que el inicio del aprendizaje de estos contenidos se origina en esta etapa. Para su selección se consultó a distintos profesores con docencia en dicha materia, además de bibliografía especializada.

En primer lugar se escogieron 10 contenidos relacionados con el funcionamiento de la digestión y la respiración:

- 1) Conceptualización de célula.
- 2) Conceptualización de tejido y órgano.
- 3) Conceptualización de Aparatos y/o Sistemas.
- 4) Conceptualización del funcionamiento fisiológico.
- 5) Descripción anatómica de los diferentes órganos.
- 6) El Aparato Digestivo.
- 7) El Aparato Respiratorio.
- 8) El Sistema Digestivo.
- 9) El Sistema Respiratorio.
- 10) Resto de Sistemas y Aparatos.

Posteriormente cada uno de estos fue estudiado según las dimensiones siguiendo la plantilla de análisis de Ferreiro y Occelli (2008), con sus modificaciones (Tabla I).

La valiosa información obtenida de la variable Nivel de Profundización:

- 1) Menciona por primera vez el concepto y lo describe superficialmente.
- 2) Se retoma el concepto y se lo aplica a un sistema.

Nos permitió analizar en cada editorial, si la propuesta curricular realiza una evolución de los contenidos de orden creciente de complejidad.

Análisis de contenidos en Internet

La exploración de contenidos en la red, dado los diferentes buscadores científicos existentes, se estableció siguiendo las pautas siguientes (Pro Bueno, 2009; Morales et al, 2004; Viñaseñor et al, 2007):

- 1) Seleccionar el buscador: dado el perfil de análisis requerido y en base a la metodología seguida, se eligió a Google Scholar.
- 2) Definir los términos de búsqueda avanzada: Los cuales fueron 8 términos independientemente, compuesto por una de las dos palabras siguiente: Sistema o Aparato, junto a las cuatro posibles acepciones diferentes de: Respiratorio, Circulatorio, Reprodutor y Locomotor.
- 3) Definir los criterios de clasificación y evaluación: Dicha búsqueda se estableció en base a textos de artículos, así como a sus títulos. Seleccionados durante el periodo de los 10 últimos años: 2001-2011, y así como a lo largo del último año: 2011.

Resultados

Los resultados se analizaron de forma separada según las características de cada una de las dimensiones planteadas.

En los Libros de texto

Los libros analizados de Ciencias de la Naturaleza, mostraron un número significativo de contenidos de tipo conceptual sobre la digestión y respiración, así como de tipo procedimental. Los cuales eran retomados de otro concepto, como es el de célula, ya abordado en cursos y temas anteriores, y se lo aplica a un conjunto nuevo de estructuras anatómicas y de funcionamiento (Tabla I).

Sin embargo, el segundo Contenido analizado, la conceptualización de tejido y órgano, no se instruye recomendablemente en ninguno de los libros analizados ya que no se define y aclara correctamente. Es en este aspecto donde más se debería incidir, porque es determinante la clara difusión de estos dos conceptos de tejido y órgano, para el futuro aprendizaje en dicha materia.

Resaltar que todos los libros presentaron, como mínimo, dos temas específicos, que abarcaron dicho aprendizaje de introducción a la Anatomía y Fisiología. Además todos los libros de las diferentes editoriales comenzaron, con un tema relacionado con contenidos celulares. en contenidos relacionados con la célula.

Y en todos ellos se mantuvo la presencia de los contenidos, en cualquiera de sus tres modalidades estudiadas; Texto expositivo, Ilustraciones y Actividades.

Así, el Nivel de profundización fue siempre el mismo, de tipo 1: Menciona por primera vez el concepto y lo describe superficialmente.

Editorial

Editorial Contenidos Presencia N° Temas Nivel de profundz.

A	1, 3,4,5,8,9	TE/I/A	2/14	1
B	1, 3,4,5,6,7,10	TE/I/A	2/15	1
C	1, 3,4,5,8,9,10	TE/I/A	2/18	1
D	1, 3, 4,5,8,9,10	TE/I/A	5/14	1
E	1,3,4,5,6,7,10	TE/I/A	2/14	1
F	1, 3, 4, 5,8,9,10	TE/I/A	2/16	1

Tabla 1.- Análisis del estudio de cada libro de CC de la Naturaleza de 2º curso de ESO, según los 10 contenidos seleccionados y las diferentes dimensiones de análisis establecidas. (A-F: 6 diferentes editoriales).

Presencia: (TE: Texto Expositivo, I: Ilustraciones, A: Actividades).

Nivel de Profundización:

- 1) Menciona por primera vez el concepto y lo describe superficialmente.
- 2) Se retoma el concepto y se lo aplica a un sistema.

Por otra parte, en la Tabla 2, fue significativo que el concepto de Sistema Digestivo y Respiratorio aparecieran en una alta proporción de los contenidos analizados (66,6%), todo lo contrario para su denominación correcta, la de Aparato Digestivo y Respiratorio (33,3%), donde su proporción fue mucho menor y la cual si fue usada correctamente por 2 de editoriales de las 6 analizadas, por lo tanto la arbitrariedad de los contenidos existe y fue cuantificable.

Contenido:	<u>1.</u>	<u>2.</u>	<u>3.</u>	<u>4.</u>	<u>5.</u>	<u>6.</u>	<u>7.</u>	<u>8.</u>	<u>9.</u>	<u>10.</u>
%:	100	0	100	100	100	33,3	33,3	66,6	66,6	83,3

Tabla 2.- Porcentaje de los 10 contenidos cuantificados en los libros de 2º curso de ESO de CC. Naturales, en las 6 editoriales analizadas.

En los contenidos en Internet

Referente a la búsqueda y análisis de nuestros conceptos en la red, los resultados que se obtuvieron se muestran reveladores y muy significativos. Respecto a la búsqueda en artículos de Internet de dicho términos (Tabla 3), a lo largo de los últimos 10 años (2001- 2011), se puede indicar que el término Aparato se encuentra en mayor número de artículos que el termino Sistema. Siendo el término de Aparato Digestivo (18.300 artículos), el que en mayor presencia se reflejó, seguido del de Aparato Circulatorio (14.900 artículos), Aparato Respiratorio (13.000 artículos), frente respectivamente, a los de Sistema digestivo (5.940 artículos), Sistema Respiratorio (3.920 artículos) y Sistema Circulatorio (2.740 artículos). Y por último, en un menor número los de Aparato Locomotor (3.430 artículos) y Aparato Reprodutor (1.680 artículos), los cuales siempre fueron superiores a las de Sistema Reprodutor (1.090 artículos) y Sistemas Locomotor (719 artículos).

Respecto a la búsqueda de artículos en el último año 2011, se indica (Tabla 4) que se mantiene la pauta anteriormente descrita. Ya que la presencia de Aparato fue mayor que la de Sistema, siendo igualmente los términos mayoritarios los de: Aparato Digestivo (911 artículos), Aparato Circulatorio (660 artículos), Aparato Respiratorio (373 artículos) frente, respectivamente a los de Sistema Digestivo (158 artículos), Sistema Circulatorio (80 artículos) y Sistema Respiratorio (137 artículos).

Referente a las búsquedas de títulos de artículos con los términos en cuestión, durante el periodo de 2001-2011 (Tabla 5), se mantiene también la pauta anteriormente descrita, ya que la presencia de Aparato fue mayor que la de Sistema, a excepción del término Sistema Circulatorio (15 títulos) que fue mayor que el de Aparato Circulatorio (8 títulos). Y siendo los términos mayoritarios los de: Aparato Digestivo (151 títulos) y Aparato Locomotor (135 títulos). Mientras que a lo largo del presente año 2011 (Tabla 6), el número de títulos con los términos encontrados fue mínimo, manteniendo el valor de la unidad en los títulos entre Aparatos y Sistemas.

	<u>Digst.</u>	<u>Circl.</u>	<u>Respt.</u>	<u>Reprod.</u>	<u>Locmt.</u>
<u>Sistema</u>	5940	2.720	3.920	1.090	719
<u>Aparato</u>	18.300	14.900	13.000	1.680	3.430

Tabla 3.- Número de Artículos localizados en Internet, con los términos científicos descritos (Digestivo: Digst. Circulatorio: Circl. Respiratorio: Respt. Reprodutor: Reprod. Locomotor: Locmt.) durante el periodo 2001-2011.

	<u>Digst.</u>	<u>Circl.</u>	<u>Respt.</u>	<u>Reprod.</u>	<u>Locmt.</u>
<u>Sistema</u>	158	80	137	13	38
<u>Aparato</u>	911	660	373	59	111

Tabla 4.- Número de Artículos localizados en Internet, con los términos científicos descritos, durante el periodo 2011.

	<u>Diast.</u>	<u>Circl.</u>	<u>Respt.</u>	<u>Reprod.</u>	<u>Locmt.</u>
<u>Sistema</u>	63	15	34	43	35
<u>Aparato</u>	151	8	55	40	135

Tabla 5.- Número de Títulos localizados en Internet, de artículos con los términos científicos descritos, durante el periodo 2001-2011.

	<u>Diast.</u>	<u>Circl.</u>	<u>Respt.</u>	<u>Reprod.</u>	<u>Locmt.</u>
<u>Sistema</u>	1	1	1	0	0
<u>Aparato</u>	1	0	1	1	0

Tabla 6.- Número de Títulos localizados en Internet, de artículos con los términos científicos descritos, durante el periodo 2011.

Discusión

Podemos afirmar que la principal causa y fuente de este problema estriba en la transmisión negativa que se produce en determinados libros de texto o material docente, junto con la insistente información procedente de búsquedas incorrectas y erróneas en Internet, o lo que es decir ideas inexactas como suele ocurrir con otros conceptos elementales científicos (Wandersee, Mintzes, Novak, 1999), como el de energía en el ámbito de la química (Bañas et al, 2011), o en el ámbito biosanitario como son: los de genética (Banet y Nuñez, 1995), respiración (Banet y Nuñez, 1996) y enfermedad transmisible (Díaz et al, 2000).

Retomando a nuestro cambio de concepciones alternativas y su Reestructuración de ideas, esta se producirá como consecuencia de la construcción de aprendizajes, y donde debe estar implicado el estudiante promoviendo su participación en el proceso de enseñanza, fomentado tanto el trabajo individual como en equipo y propiciando la reflexión de contenidos que produzca el cambio conceptual.

La mejor forma de obtener esa información inicial es consultando al alumnado, preguntando sobre la típica función de la Nutrición, y el proceso de Digestión (Banet y Nuñez, 2006a,b, Reyes y López, 2009) el cual se ha utilizado sistemáticamente de forma errónea, aclarando que dicho proceso es realizado, sin ninguna duda, por un Aparato y no como se enseña en comprobadas ocasiones: por un Sistema, ya que todos los órganos que los ejecutan no son del mismo tejido. Indicar que en dicho Aparato Digestivo nos encontramos formando parte de sus órganos desde tejido glandular junto a mucoso y muscular liso, como es en el caso del estómago e intestinos, además de tejido dentario y muscular estriado esquelético en la cavidad bucal. En resumen, diferentes tejidos y por lo tanto, cerrando la posibilidad de clasificarlo como Sistema.

En caso de que se cometiera este error, los siguientes se producen repetidamente, por ejemplo llamando Sistema Circulatorio cuando debe ser Aparato, etc...y así sucesivamente. Una vez diagnosticado e identificado dicho error conceptual lo aprovecharemos como concepción alternativa que lleva a cometerlo (García, 1991, Scott, Asoko, Leach 2007). Y abordaremos la etapa más importante a la vez que determinante, la Reestructuración.

Para comprender cómo se relaciona la Fisiología y la Anatomía, debemos examinar primero las partes que forman el cuerpo humano. Se comenzará por el nivel más bajo: los átomos de los elementos que se unen, entre sí, para formar moléculas. Continuando por la unidad estructural más pequeña capaz de llevar adelante los procesos vitales, como es la célula. Así, los grupos de células que llevan a cabo funciones relacionadas se

conocen como tejidos. Y los tejidos forman unidades funcionales y estructuras llamadas órganos, y los grupos de órganos integran sus funciones para crear Aparatos y Sistemas (Silverthorn, 2007).

Recordar además, que la formación inicial de los docentes puede ser también uno de estos obstáculos, ya si estos profesores no cuentan con los idóneos conocimientos científicos. El bajo conocimiento en estos contenidos, pueden provocar que el profesor posea también concepciones alternativas sobre conceptos claves (Mellado et al, 1999), lo que hace que tenga más dificultades en diagnosticar las concepciones alternativas, además de dificultar el aprendizaje de los alumnos.

Recomendaciones didácticas para los conceptos de Aparato y Sistema, en Anatomía y Fisiología

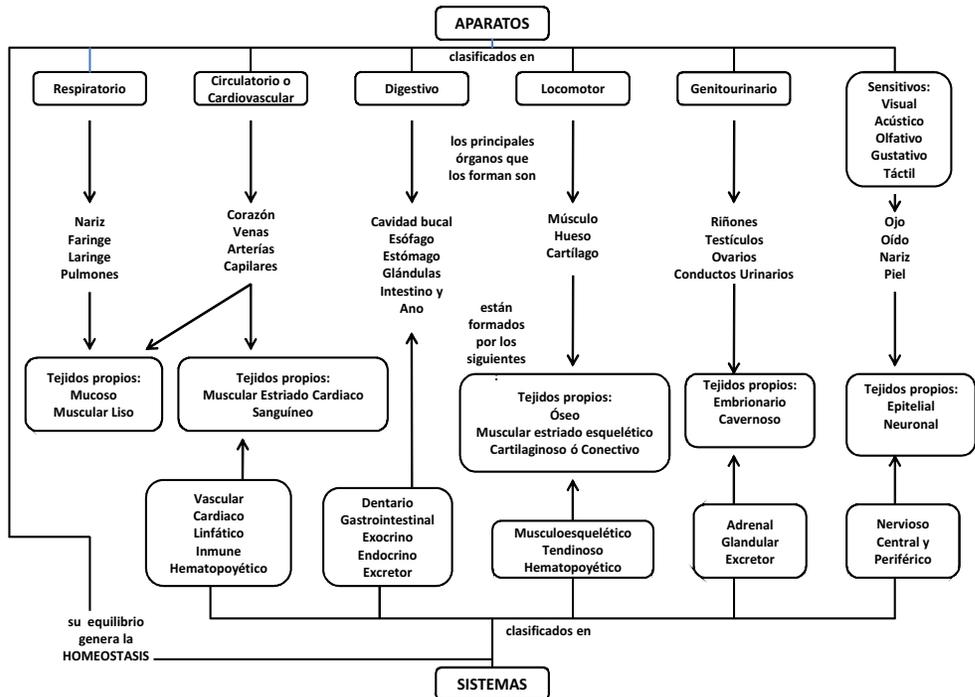


Figura 2.- Esquema conceptual: Aparatos, Órganos, Tejidos y Sistemas.

Dicho aprendizaje a esta edad, en torno a los 15 años, ya se ejecuta a través de un modelo mecanicista, dejando atrás ideas más triviales y poco evolucionadas como las vitalistas (Wandersee, Mintzes, Novak, 1999, Inagaki y Hatano, 2008). Pudiendo abordarse a partir de dicho conceptos otros relacionados con la salud como por ejemplo, el de Enfermedad transmisible (Díaz et al, 2000).

Por todo ello, estos conceptos elementales de Sistema y Aparato, deben quedar precisados correctamente, de lo contrario en etapas superiores de la enseñanza afectarán al aprendizaje en asignaturas relacionadas con el funcionamiento de los seres vivos, el cuerpo humano, y por supuesto la salud (Kaufman et al, 2008). Una y posiblemente la mejor herramienta para ello es la correcta utilización de los ejemplos, los cuales aclaran y sirven como estrategia de mayor utilidad en el desarrollo cognitivo (Hewson y Thorley, 1989), creciendo así la nueva concepción, mientras la antigua disminuye, sin olvidar la entrada en contradicción con la que ya se tiene (Carrascosa, 2005a,b).

Concluimos indicando que nuestros resultados de análisis de contenidos en libros de texto de Ciencias Naturales y artículos científicos en Internet, muestran un uso no correcto de

los conceptos elementales Sistema y Aparato. Por ello, queremos advertir la existencia de estos contenidos conceptuales inexactos, contaminando las concepciones alternativas en el alumnado, y que si no son reestructuradas pueden retardar el aprendizaje tanto en las etapas iniciales (Reyes y López, 2009), como superiores de la enseñanza (Ariza et al, 2009) científica biosanitaria.

Agradecimientos

Al Plan I.D.T.I de la UEx, 2010. Acción VII. Proyectos de Iniciación a la Investigación y el Desarrollo Tecnológico. Consejería de Salud y Política Social. Junta de Extremadura. Vicerrectorado de Investigación, Innovación e Infraestructura Científica. Universidad de Extremadura.

Bibliografía

- Ariza, D.L. Yaber, I.A. Muñiz, J.L. Hurtado, J.S. Figueroa, R.E. 2009. *Los mapas conceptuales como estrategia didáctica para el aprendizaje de conceptos de biología celular en estudiantes de ciencias de la salud*. Revista Salud Uninorte, 25,2, pp. 1-12.
- Banet, E. y Núñez, F. 1995. *Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: I. Contenidos de enseñanza y conocimiento de los alumnos*. Enseñanza de las Ciencias.13,2, pp. 137-153.
- Banet, E. y Núñez, F. 1996. *Modelos conceptuales sobre las relaciones entre digestión, respiración y circulación*. Enseñanzas de la Ciencias.14,3, pp. 261-278.
- Banet, E. y Núñez, F. 2006a. *Actividades en el aula para la reestructuración de ideas: un ejemplo relacionado con la nutrición humana*. Ciencias. Antología. Primer Taller de Actualización sobre Programas de Estudios. México D.F. Secretaria de Educación Pública. pp. 59-68.
- Banet, E. y Núñez, F. 2006b. *Modelos conceptuales sobre la relaciones entre digestión, respiración y circulación*. Ciencias. Antología. Primer Taller de Actualización sobre Programas de Estudios. Secretaria de Educación Pública. México D.F. pp. 79-84.
- Bañas, C. Ruiz, C. Mellado, V. 2011. *Un programa de investigación-acción con profesorado de secundaria la enseñanza aprendizaje de la energía*. Educación Química. 22,4, pp. 332-339.
- Carrascosa, J. 2005a. *El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (I). Análisis sobre las causas que las originan y/o mantienen*. Revista Eureka sobre la enseñanza y divulgación de las ciencias. 2,2, pp. 183-208.
- Carrascosa, J. 2005b. *El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (II). El cambio de concepciones alternativas*. Revista Eureka sobre la enseñanza y divulgación de las ciencias.2,3, pp. 388-402.
- De Manuel, J. y Grau, R, 1996. *Concepciones y dificultades comunes en la construcción del pensamiento biológico*. Alambique. 7,7, pp. 53-63.
- DECRETO 83/2007, de 24 de abril, por el que se establece el Currículo de Educación Secundaria Obligatoria para la Comunidad Autónoma de Extremadura. DOE 5 mayo de 2007.
- Díaz, R. López, R. Albuín, G. García, A. Nogueira, E. Garcia. J. 2000. *Ideas de los alumnos en torno a conceptos relacionados con la enfermedad transmisible*. Alambique.25,7, pp. 1-8.
- Domingo-Grillos, P. Reis-Grilo, C. Ruiz, C. Mellado, V. 2011. *An Action-Research Program with Education Teachers on Learning Photosynthesis*. Biology Education. En prensa.
- Driver, R. 1986. *Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos*. Enseñanza de las ciencias.4,1, pp. 3-15.
- Duit, R. Treagust, D.F. 1998. *Learning in Science. 5, pp. 3-23. International handbook of research on conceptual change*. Educational Psychology Handbook Series. Edc. Kluwer. Gran Bretaña.

- Ferreiro, G. Ocelli, M. 2008. *Análisis del abordaje de la respiración celular en textos escolares para Ciclo Básico Unificado*. Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias.7,2, pp. 387-398.
- Fontes, M.A., Duarte, M.C. 1992. *Creencias populares y enseñanza de la Biología*. Enseñanza de las Ciencias. 10,1, pp. 89-93.
- García, A.M. 1991. *Estudio llevado a cabo sobre representaciones de la respiración celular en los alumnos de bachillerato y COU*. Enseñanzas de las Ciencias.9,2, pp. 129-134.
- Hewson, P.W. y Thorley, N.R. 1989 .*The conditions of Conceptual Change*. Journal of Science Education. Especial issue, 11, pp. 541-553.
- Inagaki, K. Hatano, G. 2008. *Conceptual change in naïve biology*. *International handbook of research on conceptual change*. Educational Psychology Handbook Series. 9, pp. 240-262. New York. Routledge
- Kaufman, D.R. Keselman, A. Patel, V.L. 2008. *Changing Conceptions in Medicine and Health*. 11, pp. 295-327. *International handbook of research on conceptual change*. Educational Psychology Handbook Series. New York. Routledge.
- Linn, M. 2008. *Teaching for conceptual change: distinguish or extinguish ideas*. 27, pp. 694-720. *International handbook of research on conceptual change*. Educational Psychology Handbook Series. Ed. Routledge. New York.
- Mellado, V. Blanco, L. Ruiz, C. 1999. *Estudios de caso sobre la enseñanza de la energía. Aprender a enseñar ciencias experimentales en la formación inicial del profesorado*. Badajoz: ICE. UEX.
- Morales, L. Montes, M. Rosso, P. Villaseñor, L. Acevedo, J. 2004. *Evaluación de los contenidos educativos de nivel básico en Internet*. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia.
- Novak, J. D. 1991. *Clarify with concept maps*. The Science Teacher.58,7, pp. 45-49.
- Pro Bueno, A. 2009. *El estudio de los materiales en los libros de texto de ciencias para el mundo contemporáneo*. Alambique. 59,6, pp. 79-92.
- REAL DECRETO 1631/2006, del 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. BOE 5 enero de 2007.
- Reyes, L. y López, A. 2009. *Estrategia didáctica para transformar las concepciones de los niños preescolares sobre los seres vivos*. Enseñanzas de las Ciencias.13, pp. 3468-3475.
- Pro Bueno, A. 2009. *El estudio de los materiales en los libros de texto de ciencias para el mundo contemporáneo*. Alambique.59, 6, pp. 79-92.
- Pozo, J. 1999. *Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional*. Enseñanza de las Ciencias. 17,3, pp. 513-520.
- Posner, G.J. Strike, K.A. Hewson, P.W. Gerton, W.A. 1982. *Acommodation of a scientific conception: towards a theory of conceptual change*. Science Education.66,2, pp. 211-277.
- Rosell, W. González, B. Cué, C. Dovale. C, (2004) *Organización de los sistemas orgánicos del cuerpo humano para facilitar su estudio*. Educación Médica.18,3, pp. 18-23.
- Scot, P. Asoko, H, Leach, J. 2007. *Student Conceptions and Conceptual Learning in Science*.2,31 pp. 56-209. *International handbook of research on conceptual change*. Educational Psychology Handbook Series. Ed. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.USA.
- Silverthorn, D.U. 2007. *Fisiología Humana. Un enfoque integrado*. Buenos Aires. Panamericana.
- Villaseñor, L. Montes, M. López, A. Morales, L. Coyotl, R. Tellez, V. 2007. *Recopilación y estructuración automática de contenidos educativos digitales a partir de la Web. Reseñas de investigación en educación básica*. México. Secretaria de Educación Pública.

Vosniadou, S. 2008. *International handbook of research on conceptual change*. Educational Psychology Handbook Series. Ed. Routledge. New York.

Wandersee, J.H. Mintzes, J.J. Novak, J.D. 1993. *Research on alternative conceptions in science*. pp. 177-209. International handbook of research on conceptual change. Educational Psychology Handbook Series. Ed. Routledge. New York.