



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

---

SECRETARÍA ACADÉMICA  
COORDINACIÓN DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN DESARROLLO EDUCATIVO

*Estrategia didáctica para promover en alumnos de educación primaria la construcción de un modelo sobre digestión-circulación de nutrimentos en el cuerpo humano, más próximo al modelo científico escolar*

Tesis que para obtener el grado de  
Maestra en Desarrollo Educativo

Presenta

María Mercedes López Gordillo

Directora de tesis: Dra. María Xóchitl Bonilla Pedroza

México, D.F., agosto de 2011.

## *Agradecimientos*

*A mis padres, mis primeros y más amorosos maestros.*

*A la escuela pública mexicana, por su capacidad de movilidad social, de la cual soy testigo.*

*A mis maestros y maestras, que desde el Jardín de Niños hasta el Posgrado han dejado en mí una huella indeleble.*

*A Gris, entrañable amiga, apoyo y compañera en esta aventura intelectual.*

*A los queridos niños de las escuelas primarias anexas a la Benemérita Escuela Nacional de Maestros, que por generaciones han sido mis más exigentes maestros.*

*A Salvador, con quien disfruto la vida  
y comparto el placer de aprender*

## ÍNDICE

Introducción	6
Capítulo 1. Construcción del problema .....	9
1.1 Planteamiento del problema .....	9
1.2 Justificación .....	25
1.3 Revisión de la literatura .....	32
Capítulo 2. Marco Teórico .....	46
2.1 El constructivismo .....	46
2.2 La modelización: Una propuesta para enseñar ciencias .....	58
Capítulo 3. Marco Referencial .....	64
3.1 Desarrollo histórico del conocimiento sobre el proceso digestivo y la circulación sanguínea .....	64
3.2 Descripción de la digestión-circulación como procesos implicados en la nutrición humana .....	72
3.3 Ubicación del tema en el Programa de estudio de Educación Primaria ....	84
Capítulo 4. Ideas previas del grupo de trabajo .....	87
4.1 Población .....	87
4.2 Instrumentos .....	88
4.3 Análisis de datos .....	89
Capítulo 5. Estrategia Didáctica .....	93
5.1 Criterios para el diseño .....	93
5.2 Propósitos .....	95
5.3 Estructura .....	97
5.4 Descripción de las sesiones de trabajo .....	100

Capítulo 6. Análisis de resultados .....	120
6.1 Los modelos iniciales .....	121
6.2 Proceso constructivo de los modelos sobre digestión-circulación .....	141
6.3 Modelos escolares contruidos sobre digestión-circulación .....	154
6.4 Análisis de la estrategia didáctica .....	168
Conclusiones .....	177
Referencias .....	182
Anexos .....	191

## ***INTRODUCCIÓN***

El enorme impacto económico y social generado a partir del vertiginoso crecimiento de la producción científica, aunado al desarrollo tecnológico de grandes proporciones -que de manera incesante se viene presentando desde la segunda mitad del siglo XX hasta nuestros días- ha impuesto a las diversas sociedades del mundo el enorme reto y la ardua tarea de acrecentar la formación científica de su población a fin de proporcionarle mayores y mejores herramientas intelectuales que les permita hacer uso eficiente de la información, ya sea en la toma de decisiones relacionadas con la salud, el medio ambiente o sobre el uso de los múltiples dispositivos tecnológicos que caracteriza nuestros días.

A pesar de la relevancia social que ha adquirido la enseñanza de las ciencias en las últimas décadas, todo parece indicar que la escuela no está cumpliendo cabalmente con su función de alfabetizar científicamente<sup>1</sup> a las nuevas generaciones.

Resultados de evaluaciones nacionales (EXCALE, 2006 ENLACE, 2010)<sup>2</sup> e internacionales (PISA, 2009)<sup>3</sup> han demostrado en fechas recientes que el aprendizaje de las ciencias por parte de los alumnos es una tarea con un índice de fracaso elevado, afirmación que según Campanario y Otero (2000), difícilmente puede sorprender a los investigadores y profesores de ciencias.

En este sentido Merino *et al* (2008), coinciden en que la enseñanza de las ciencias reporta altos índices de reprobación y deserción en los diferentes niveles educativos; mientras que, Pozo y Gómez-Crespo (2004), particularmente reconocen que la mayoría de los alumnos no solamente no aprenden la ciencia

---

<sup>1</sup> El término alfabetización científica alude a la transmisión de una cultura científica (conjunto de modelos y teorías de que se dispone actualmente) que contribuye a “desarrollar destrezas para interpretar, analizar y comprender la información que llega del exterior de la sociedad” (Martín-Díaz et al 2005: 4). Por tanto, “una finalidad de la enseñanza de las ciencias en la escuela es ayudar al alumnado a apropiarse de esa cultura, es decir, alfabetizar científicamente” (García y Sanmartí, 2006:282).

<sup>2</sup> Exámenes de la Calidad y el Logro Educativos (EXCALE) y Evaluación Nacional de Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE)

<sup>3</sup> El nombre de PISA corresponde a las siglas del programa en inglés: *Programme for International Student Assessment*.

que se les enseña, sino que se encuentran desmotivados para aprenderla e incluso para estudiar alguna carrera científica. Esta dificultad para aprender la ciencia escolar ha permeado todos los niveles educativos, lo que ha despertado un marcado interés por indagar sobre las causas que la generan a fin de proponer posibles soluciones con un sustento científico que las justifique.

De modo que, este trabajo parte de reconocer un problema de aprendizaje de las ciencias en la escuela primaria relacionado con el estudio de la nutrición humana, enfocado en dos de los procesos implicados en esta función: la digestión de los alimentos y la consecuente distribución de sus productos resultantes, a través del sistema circulatorio (procesos que resumimos como digestión-circulación), que es un tema considerado importante para los alumnos de cuarto grado de este nivel educativo y forma parte del currículo de ciencias del programa de estudio oficial.

Simultáneamente, busca hacer una modesta contribución a la didáctica de las ciencias desde la perspectiva de la modelización, a partir del diseño, aplicación y evaluación de una estrategia didáctica para la enseñanza de la digestión-circulación<sup>4</sup> de nutrimentos en el cuerpo humano, que tiene como punto de partida las ideas previas de los estudiantes.

El trabajo está integrado por seis capítulos. En el primero se puntualizan algunos elementos que configuran el problema educativo relacionado con el estudio de la nutrición humana, especialmente los procesos de digestión-circulación. Asimismo, se presentan argumentos sobre la trascendencia de estudiar dicho fenómeno mediante la actividad científica escolar y sobre la conveniencia de acercar las ideas de los niños a las concepciones aceptadas por la ciencia, mediante actividades experimentales desde la perspectiva de la modelización. También se presentan algunos hallazgos reportados por la investigación educativa acerca del problema detectado.

---

<sup>4</sup> Digestión-circulación, expresión con la que nos referimos a la relación fisiológica entre el proceso digestivo de los alimentos y la consecuente distribución de sus productos resultantes a los distintos órganos/células del cuerpo humano a través del sistema circulatorio.

En el segundo capítulo se refieren de manera general los principios básicos del Constructivismo y la Modelización como los referentes teóricos que fundamentan y guían el diseño de la propuesta de intervención didáctica que se presenta en el capítulo cinco.

El capítulo 3 refiere algunos datos que se consideran relevantes para comprender el desarrollo histórico del conocimiento científico acerca de la digestión y la circulación sanguínea. De igual manera, describe ambos procesos desde la perspectiva de la ciencia actual y la ubicación curricular del tema en el Programa de Estudios de 4° grado de Educación Primaria, propuesto por la Secretaría de Educación Pública.

El cuarto capítulo da cuenta de la metodología utilizada para la exploración de las ideas previas, así como de las categorías de análisis que se establecieron para revisar las producciones de los estudiantes y de los modelos iniciales de los alumnos sobre digestión-circulación.

La propuesta didáctica que se presenta en el capítulo cinco, se refiere al estudio de los procesos de digestión-circulación de nutrimentos en el cuerpo humano y, está precedida por la descripción de los criterios teóricos y prácticos que delinearon su diseño, así como de los propósitos que persigue.

En el último capítulo se presentan los resultados obtenidos de la puesta en práctica de la estrategia didáctica en un grupo de 4° grado de primaria. Posteriormente se realiza un proceso de evaluación de la secuencia didáctica.

Finalmente, se presentan las conclusiones derivadas del análisis de resultados, del propósito general que dio sentido al trabajo en su conjunto y de los propósitos específicos planteados en la estrategia.



# ***CAPÍTULO 1***

## ***CONSTRUCCIÓN DEL PROBLEMA***

En este apartado se presentan algunos elementos que contribuyen a configurar el problema educativo, al cual se pretende ofrecer una alternativa de solución desde la perspectiva de la enseñanza, a través de una estrategia didáctica que más adelante se presenta. Primeramente se menciona la crisis de la educación científica que se expresa en las dificultades de aprendizaje de los alumnos de distintos niveles educativos (incluidos los de primaria) y en el poco interés que manifiestan por los saberes científicos. Por lo que también se anotan algunas de sus posibles causas, relacionadas con: las ideas deformadas que tanto alumnos como profesores tienen sobre la naturaleza de la ciencia, las formas de enseñanza y la falta de una sólida formación científica de los docentes.

También se mencionan como elementos que conforman el problema de enseñar la digestión-circulación como procesos involucrados en la nutrición humana, la propia complejidad del tema, las ideas previas que tienen los alumnos sobre el fenómeno, así como los materiales didácticos utilizados para su enseñanza.

### ***1.1 Planteamiento del problema***

Diversos trabajos realizados en el campo de la didáctica de las ciencias (Benito, M., 2009; Guerra, 2006; Mares, et al, 2004; Pozo y Gómez Crespo, 2004; García y Martínez, 2001), ponen de manifiesto el gran interés por indagar acerca de los motivos de la progresiva crisis de la educación científica que se expresa en las dificultades de aprendizaje de los alumnos y en el cada vez menor interés por lo que aprenden. Al mismo tiempo, evidencian que las causas de este fracaso son múltiples y constituyen verdaderos obstáculos que impiden o dificultan el aprendizaje de conocimientos científicos en los alumnos en edad escolar.

Algunas de esas causas se ubican en planes y programas, materiales didácticos, alumnos, profesores, contexto escolar y en la propia sociedad (Campanario y Otero, 2000; García & Martínez, 2001; Fernández *et al* 2002). Sin embargo, como el motivo principal de este trabajo es reconocer el problema de aprendizaje de un contenido científico escolar dentro del aula, nos centraremos en distinguir algunos elementos que provienen del maestro y del alumno, pero que de una u otra forma influyen directamente en el aprendizaje de temas científicos.

Una idea ampliamente difundida entre la población en general, respecto al trabajo y conocimiento científico, es que se le ve como una tarea complicada, propia de personas dotadas con una gran inteligencia y poseedoras de un cúmulo insospechado de conocimientos, que además requieren de equipo muy sofisticado y costoso para realizar sus investigaciones; por lo que hacer ciencia o adquirir conocimientos científicos es obra y privilegio de genios aislados, reforzando con esto, una idea individualista y elitista de la ciencia.

Esta percepción, es congruente con la visión que sobre este hecho tienen muchos profesores, en quienes mayoritariamente se reconocen ideas estereotipadas sobre el conocimiento y el quehacer científico, por ejemplo: “la ciencia es la búsqueda de la verdad”, “el conocimiento científico es verdadero, exacto e infalible” o “la ciencia es probar hipótesis con el método científico”, “la función de la observación y la experimentación es sólo comprobar la *“verdad”* (Sanmartí 2004: 34).

De igual manera, se acepta la rigidez e infalibilidad de la actividad y producción científica, conducida por su “método científico”, igualmente rígido que con su rigor garantiza la exactitud de sus resultados. En consecuencia, esta postura omite ver a la ciencia como algo relativo, histórico y contextualizado, en donde interviene la invención, la creatividad, la duda metódica y la búsqueda constante, como rasgos fundamentales del trabajo científico y que se reflejan en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en la escuela (Fernández *et al*, 2002).

Estas ideas tienen importantes repercusiones, pues generan igualmente percepciones distorsionadas en los alumnos, quienes al parecer, están dispuestos

a aceptar que lo dicho por el maestro y el libro de texto es una “verdad” indiscutible. O bien, que la ciencia consiste en descifrar fórmulas y hacer experimentos que no tienen relación con la vida cotidiana, por lo que, aprender ciencias es difícil pero que a fin de cuentas, la ciencia nos proporciona conocimientos verdaderos e indiscutibles (Sanmartí 2004; Pozo 2004) y que invariablemente traen mejoras a la sociedad, “cayendo así en una exaltación simplista de la ciencia como factor absoluto de progreso” Fernández *et al* (2002:482).

Brevemente, puede decirse que la imagen de ciencia que poseen los docentes, está más cercana a la que puede expresar cualquier ciudadano común, que a las aceptadas actualmente por la epistemología de la ciencia (Fernández *et al*, 2002). Esto evidentemente tiene repercusiones prácticas en el terreno de la enseñanza, ya que bajo esta percepción de ciencia, implícitamente se acepta que la educación científica consiste en una simple transmisión de conocimientos “exactos” ya elaborados, dando con esto un tinte dogmático a la enseñanza (Sanmartí, 2004), pero sobre todo, provocando que los estudiantes perciban el conocimiento científico “como una suma de ideas a repetir en exámenes, sin reconocer cuáles son las nucleares o importantes, las relaciones entre ellas y mucho menos los fenómenos y hechos del mundo que explican (García y Sanmartí, 2006 :281).

Lo anterior se ve reflejado en actitudes que se manifiestan no solo en la falta de conocimientos científicos, sino también en una falta de vinculación entre lo que se aprende en la escuela y los eventos de la vida cotidiana, que deriva en una “pérdida de sentido del conocimiento científico, [lo cual] no solo limita su utilidad o aplicabilidad por parte de los alumnos, sino también su interés o relevancia [...] traduciéndose en una falta de motivación o interés por su aprendizaje, además de una escasa valoración de sus saberes “(Pozo y Gómez 2004: 21).

Las causas de esta desvinculación son muchas y complejas. Entre las que destacaremos el tipo de prácticas docentes, la falta de formación científica de los

profesores, los programas de estudio, los libros de ciencias, y las ideas previas que poseen los estudiantes sobre determinados contenidos científicos.

Respecto al tipo de prácticas que caracterizan la enseñanza de las ciencias en la escuela primaria, el trabajo de García y Martínez (2001) nos sugiere que la transmisión-recepción es el modelo de enseñanza con mayor presencia en este nivel educativo, el cual recurre preponderantemente a las actividades de *lápiz y papel*, así como la predominante utilización del libro de texto como única fuente de consulta.

Por su parte, el trabajo de Mares *et al* (2004), refiere hallazgos muy similares a los de García y Martínez (2001), respecto a la manera de llevar a cabo la enseñanza de las ciencias naturales, en las cuales se promueve principalmente, que los alumnos se comporten como lectores, escuchas pasivos y repetidores de información; descuidándose las actividades experimentales analíticas, de discusión y reflexión, que son propias del quehacer científico porque permiten a los alumnos tener una relación más cercana con los objetos de conocimiento y establecer una correlación con los hechos del mundo.

De igual forma, estos mismos autores refieren que, aún y cuando verbalmente se reconoce la importancia de la observación y la experimentación, en la interacción directa con el objeto de conocimiento, la enseñanza de las ciencias sigue siendo eminentemente teórica, lo que muestra no solo una fuerte coherencia con la enseñanza tradicional y un claro alejamiento de los enfoques teóricos actualmente aceptados por la didáctica de las ciencias, sino que deviene en una enseñanza centrada en la adquisición de conceptos, casi siempre desarticulados de los acontecimientos cotidianos.

García y Martínez (2001) también refieren que aunque generalmente se valora muy positivamente el trabajo de campo y laboratorio, muchas veces los docentes las subutilizan. Paralelamente se aprecia una reducida instrumentación de actividades con materiales audiovisuales y de trabajo en grupo, predominando la

lectura y la explicación de textos, acciones que alejan a los estudiantes de la posibilidad de poder responder a las preguntas sobre los hechos que suceden a su alrededor.

Por su parte, los programas de ciencias –en la mayoría de los casos- están formulados con base en conceptos científicos que reflejan una visión rígida y dogmática del mundo (Izquierdo, 2005), pues su estructura no promueve el planteamiento de problemas que favorezcan la reflexión y la intervención de los estudiantes para comprender y explicar temas científicos de actualidad.

Algo similar sucede con los libros de ciencias utilizados en la enseñanza, ya que muchos de ellos están organizados en lecciones y apartados diferenciados donde la interrelación entre las materias no son reconocidas por los alumnos, en tanto que ni la selección de ideas clave ni la secuenciación de las actividades de aprendizaje posibilitan su construcción (García y Sanmartí, 2006). Así, por ejemplo, el estudio de los sistemas digestivo, respiratorio y circulatorio es abordado en lecciones independientes, sin articular estos tres procesos con la nutrición del cuerpo humano, ni establecer alguna relación con el crecimiento o la obesidad, de manera que los saberes escolares muchas veces son presentados parcial o totalmente desarticulados de los hechos del mundo.

Evidentemente, habrá que considerar otro elemento no menos importante que contribuye a esa desarticulación, y es el relacionado con la formación científica de los maestros, ya que frecuentemente sus concepciones se encuentran alejadas del conocimiento científico. Este hecho evidencia la falta de una formación científica robusta en la mayoría de los maestros de escuela primaria y un mejor dominio de los contenidos científicos, al momento de desarrollar el currículo (Paz, 2000; Martínez, 1999; Guerra 2006). Esta limitante –conjeturamos- puede ser el origen de la falta de una visión más integradora del conocimiento por parte del profesor al momento de planear y desarrollar sus clases.

Otro elemento que adiciona complejidad al proceso de enseñar ciencias en la escuela, lo proporcionan las ideas, creencias o concepciones que los alumnos

mantienen sobre diferentes aspectos científicos, ya que representan un obstáculo determinante con los contenidos que deberían aprender.

Estas ideas son reconocidas por la didáctica de las ciencias con el nombre genérico de “ideas previas” o “concepciones alternativas”, las cuales no son fáciles de transformar, lo que dificulta el aprendizaje. En este sentido, las investigaciones realizadas en torno a ellas, (Driver y Oldham 2000:116) refieren que algunas de las ideas usadas por los niños sobre el mundo natural son persistentes, y se mantienen después de haber recibido clases de ciencias. Es decir, dada su naturaleza, pueden representar un obstáculo para el aprendizaje de los conocimientos científicos, por el hecho de estar “firmemente arraigadas en la estructura cognitiva de los alumnos y por tanto, son muy resistentes al cambio” (Eylos y Linn, 1988; Treagust, Duit y Fraser, 1996)<sup>5</sup>. En consecuencia, tienen una clara tendencia a reaparecer a pesar de la enseñanza y del esfuerzo de los profesores por evitarlo.

Además, tienden a basarse en las características observables del fenómeno, considerando sólo aquello capaz de producir efectos perceptibles (Driver, *et al*, 1985), e igualmente, se encuentran formando estructuras coherentes, desde el punto de vista cognitivo del estudiante, aunque no necesariamente lo sea para la ciencia o para el profesor (Driver y Oldhman, 1986).

Esto tiene importantes implicaciones educativas, pues desde la perspectiva constructivista, dichas ideas deben ser el punto de partida para la enseñanza, al considerar que el aprendizaje es una reestructuración de los conocimientos anteriores, más que la sustitución de unos conocimientos por otros (Pozo, 2008).

No obstante la importancia que se concede al conocimiento de las ideas previas al momento de planear y desarrollar una clase, el estudio de García y Martínez (2001), señala que cuando se ponen de manifiesto las opiniones de los maestros sobre cuál es el objetivo de las actividades que emplean en el aula, los profesores

---

<sup>5</sup> Citado en Justí, 2006: 174.

no hacen referencia a la detección de las ideas que poseen los alumnos como punto de partida del proceso de enseñanza.

Sin embargo, reconocer que los alumnos llegan a la escuela con ideas que en cierta forma les permite elaborar explicaciones sobre los fenómenos naturales y aceptar la dificultad que representa su transformación, constituye una nueva visión de abordar la enseñanza de las ciencias que toma en cuenta –como lo señalan Driver y Oldhman (1986)- las ideas previas que han construido los que aprenden, que la enseñanza implica la construcción activa del significado por parte del que aprende; y que contempla el aprendizaje no como una incorporación de conocimientos a una mente vacía, sino como una reconstrucción a partir de los ya existentes.

Por consiguiente, es desde esta perspectiva constructivista que abordaremos en este trabajo el estudio del fenómeno de la nutrición humana, específicamente con relación a dos de los procesos implicados en esta función: la digestión de los alimentos y la consecuente distribución de sus productos resultantes, a través del sistema circulatorio (que resumimos como digestión-circulación) -propuesto en el Programa de Ciencias Naturales para el 4° grado de Educación Primaria (SEP, 2009)- a través de procesos de modelización, donde el trabajo experimental es un importante factor para el aprendizaje.

Ahora bien, para abordar el estudio de las funciones de digestión-circulación de nutrimentos en el cuerpo humano en este nivel educativo, es preciso tener en cuenta algunos factores que dificultan el aprendizaje de dichos procesos. El primero está vinculado con la complejidad del fenómeno en estudio y el nivel de desarrollo cognitivo de los alumnos, el segundo tiene relación con las ideas que tienen los estudiantes sobre el tema, mientras que el tercero está vinculado con los programas y materiales de estudio.

Sobre el estudio de un tema tan complejo, autores como Banet (2001) y Benarroch (2008) coinciden en que el estudio de la nutrición humana es uno de los núcleos

conceptuales que más dificultades de aprendizaje plantea en los niveles básicos de enseñanza, dada la cantidad de variables implicadas. En particular García y Sanmartí (2006) opinan que para justificar por qué los seres humanos necesitamos nutrirnos, y explicar cómo lo hacemos, es necesario que los alumnos hayan avanzado a una concepción integral del organismo, relacionen aquello que vemos –por ejemplo, que comemos diferentes tipos de alimentos- con aquello que no vemos: órganos/células y simultáneamente construyan una noción sobre cómo puede ser que los alimentos se transformen en nuestro cuerpo.

Sin embargo, una visión integral del organismo, resulta particularmente difícil de construir si consideramos que el interior del cuerpo (estructura y función) no es accesible a la percepción o a la experiencia de los niños, por ello quizás antes de los 10 años sólo sean capaces de concebir relaciones de entrada-salida, donde el comer implica el ingreso de sustancias (alimentos) visibles y la salida de sustancias también sensibles (defecación), sin que necesariamente conozcan o conciben los procesos que median entre esa entrada y esa salida (León-Sánchez y Barrera, 2009).

Esto probablemente también se deba a que su pensamiento tiende a ser todavía de causalidad lineal y simple (Driver, 1985), ocasionando que los niños tengan un modelo simplificado de la nutrición, al considerar que el simple tránsito de sustancias a través del aparato digestivo garantiza la supervivencia humana (Núñez y Banet, 1996; Cubero, 1996a), soslayando los procesos digestivos y la implicación de otros sistemas.

Además, los niños de esta edad tienden “a basar inicialmente su razonamiento en las características observables de una situación problemática” (Driver, Guesne, Tiberghien, 1985:291). Esta idea es congruente con los hallazgos de Gellert (1962)<sup>6</sup>, quien concluyó que las causas que influyen en la formación de esquemas conceptuales sobre la digestión en los niños, resalta la influencia de sensaciones por ellos conocidas (como el dolor, vómitos, gases y movimientos intestinales...).

---

<sup>6</sup> Referido en León-Sánchez y Barrera (2009)



Pese a lo anterior, un trabajo realizado por León-Sánchez *et al* (2005) reporta que por lo menos desde los seis años, los niños tienden a apoyarse en “modelos fisiológicos” elementales para explicar el proceso digestivo con base en mecanismos físicos (masticar, moler), más no en transformaciones químicas; por ejemplo, el organismo modifica el tamaño del alimento, transformándolo de grande a pequeño.

Este mismo autor sostiene que, si bien por un lado, los niños mantienen explicaciones “mecánicas” (masticar, la comida con los dientes) para dar cuenta de los cambios que sufre el alimento; por otra parte, sostienen concepciones vitalistas cuando consideran la “energía” contenida en los alimentos y explican el efecto de estos en el cuerpo (crecimiento, fuerza, etc.), dando como resultado explicaciones mecánico-vitalistas, que aunque se encuentran alejadas de las explicaciones fisiológicas desde la perspectiva científica, pueden ser su antecedente.

Este pensamiento vitalista, también se manifiesta cuando los niños reconocen la importancia del corazón para la vida, aunque no estén familiarizados con la circulación sanguínea y las funciones de la sangre (Jeronen *et al*, 2008), o bien, cuando responden que la sangre es un líquido rojo, muy importante porque mantiene la vida (Arnaudin y Mintzes, 1985).

Otro elemento que dificulta el aprendizaje de la digestión-circulación es que la comprensión simultánea de diferentes procesos fisiológicos no es fácil para los estudiantes que nos competen (9-10 años de edad), pues de acuerdo con investigaciones realizadas (Crider, 1981; Nagy, 1953)<sup>7</sup>, los niños menores de 11 años tienen dificultad para entender varias funciones como complementarias, ya que a cada órgano le asignan una función, en una especie de correspondencia uno a uno entre órganos y funciones (por ejemplo, “el estómago es para comer”).

---

<sup>7</sup> Referido en Cubero (1998)

Quizá esto explique por qué para estos alumnos “el funcionamiento del cuerpo humano tiene un carácter finalista [donde] cada órgano/aparato realiza una función específica, independientemente de las demás. De ahí, que la participación del aparato digestivo y el sistema circulatorio en la nutrición humana no se relacionen correctamente” (Núñez y Banet, 1996: 264).

Sobre las ideas previas que tienen los estudiantes acerca de la relación fisiológica digestión-circulación, hemos realizado una selección de aquellas que, por su relevancia pueden dificultar los procesos de aprendizaje, mismas que han sido reportadas en diversas investigaciones (Banet, y Núñez, 1986; Banet y Núñez, 1988; Núñez y Banet, 1996; Cubero, 1996a; Cubero 1996b; Teixeira, 2000; Banet, 2001; Tunnicliffe, 2004; Garrido et al, 2005; León-Sánchez et al, 2005; Benarroch, 2008; Carvalho, 2008; León-Sánchez y Barrera, 2009). Dada su importancia, en relación con el proceso de enseñanza y aprendizaje, las hemos concentrado en tres aspectos principales:

- a) El primero se relaciona con ciertas particularidades anatómicas del sistema digestivo.
- Diversas investigaciones (Banet y Núñez 1988; Cubero, 1996<sup>a</sup>; Banet y Núñez 1996, Teixeira, 2000, Carvalho, 2008), refieren que pocos alumnos conocen todos los órganos de dicho sistema. Dos de ellas (Banet y Núñez 1988; Cubero, 1996a), señalan que de entre todos los órganos, el estómago es el órgano más conocido por los niños (de 8-10 años), seguido de los intestinos, mientras que el esófago, páncreas o hígado son escasamente recordados<sup>8</sup>, por tanto, es de esperarse que la parte anterior del intestino delgado no sea reconocida como la parte receptora de las secreciones de estas dos glándulas (Banet y Núñez, 1988).

---

<sup>8</sup> Cubero (1998) explica que este hecho posiblemente se deba a que las funciones del páncreas (elaboración de hormonas, de enzimas digestivas) y del hígado (laboratorio químico de nuestro cuerpo) tienen que ver con procesos no directamente perceptibles y poco presentes en la cultura cotidiana del alumno.

- Ciertos alumnos invierten el orden de los intestinos, lo cual puede afectar la noción de conjunto del proceso digestivo y de la absorción. Incluso parece que algunos tienen la idea de que el tubo digestivo es discontinuo a nivel de los intestinos (Banet y Núñez, 1988).
- Otro elemento distintivo es que, los alumnos no identifican el intestino delgado como órgano principal de absorción, ni pueden distinguir las relaciones anatómicas y fisiológicas que establecen los sistemas digestivo y circulatorio (Núñez y Banet, 1996) a nivel de las vellosidades intestinales.
- Hay quienes consideran la existencia de comunicación directa entre los sistema digestivo y excretor, de tal forma que a partir de un determinado nivel del tubo (con frecuencia el estómago), los sólidos y los líquidos siguen caminos diferentes, los líquidos lógicamente hacia el aparato excretor renal (Banet y Núñez, 1988; Tunnicliffe, 2004).

b) El segundo de los aspectos se refiere a los procesos más importantes que tienen lugar en el tubo digestivo:

- Identificar al estómago como centro del proceso digestivo, puede llevar implícito el desconociendo de las acciones que suceden en el resto de los órganos. Probablemente esta noción, constituya en muchos estudiantes un esquema conceptual coherente y no un error puntual, de tal manera que lleguen a considerar que el estómago es el receptor de las secreciones del hígado y/o páncreas<sup>9</sup> e incluso se piense que en él finaliza la digestión o, sucede la absorción (Banet y Núñez, 1987). En consecuencia, el papel del intestino seguramente puede ser explicado solamente como un receptor de sustancias de desecho, ya que para muchos alumnos la digestión finalizaría

---

<sup>9</sup> Muy probablemente la posición del hígado y el páncreas respecto al tubo digestivo, recuperada en los esquemas que presentan los libros de texto utilizados en la enseñanza –particularmente en los niveles básicos– favorece la noción de que estos órganos tienen conexión con el estómago y genere confusión entre los estudiantes (Banet y Núñez, 1988).

en el estómago, donde también tendría lugar la absorción de las sustancias resultantes (Banet y Núñez, 1989).

- La imprecisa conceptualización, de lo que supone la digestión, identificada por muchos estudiantes como una serie de transformaciones físicas (masticar, reblandecer, disolver...) y no químicas, al dejar de lado la acción de los jugos digestivos (incluida la saliva<sup>10</sup>) responsables de la transformación química de las sustancias nutritivas contenidas en los alimentos.
- De esta forma, la noción de digestión queda simplificada a un proceso mecánico mediante el cual el alimento reduce su tamaño pero conserva su naturaleza química (Banet y Núñez, 1989; Cubero, 1996a, Teixeira, 2000; León-Sánchez y Barrera, 2005). Según Pérez de Eulate (1993), esta concepción física de la digestión no impide construir el concepto de absorción, pero sí el de nutrimento como unidad base para la construcción de los diferentes constituyentes del organismo.
- Las consecuencias de la digestión: Debido a que muchos niños de esta edad conciben que los alimentos están formados por sustancias buenas o aprovechables, entienden que el resultado de la digestión consiste en obtener esas sustancias y no como un proceso de transformación química que produce sustancias más sencillas para poder ser absorbidas (Banet y Núñez, 1988, Núñez y Banet, 1996; Cubero, 1996a; Teixeira, 2000; León-Sánchez y Barrera, 2005). Por ejemplo, “a los 10 años de edad, [los niños] no comprenden que el alimento es transformado en nutrientes y desperdicio en el curso de la digestión (...); no es sino hasta los 14 años que los niños conceptualizan la defecación en términos de la eliminación de desperdicios” (León-Sánchez y Barrera, 2009:69).

---

<sup>10</sup> Numerosos estudiantes no consideran la saliva como una secreción con funciones digestivas, por lo que su acción sólo es ablandar el alimento y facilitar el trayecto del bolo alimenticio (Banet y Núñez, 1989, Cubero, 1996a; Teixeira, 2000, Carvalho, 2008; León-Sánchez y Barrera, 2009).

c) El tercero de los aspectos se refiere a las concepciones que tienen los niños sobre el destino que tienen los nutrimentos una vez finalizado el proceso digestivo. Estas referencias se hacen en función de si los alumnos mencionan o no el papel de la sangre en el transporte de sustancias nutritivas procedentes de los alimentos. En este sentido, Núñez y Banet (1996) señalan lo siguiente:

- Un número significativo de estudiantes desconoce el destino de las sustancias nutritivas obtenidas a partir de los alimentos: recorren el tubo digestivo, sin incorporarse a la circulación.
- Otros alumnos admiten que las sustancias nutritivas obtenidas durante la digestión son recogidas por la sangre, aunque no tendrían como destino los órganos o las células<sup>11</sup>.
- En otros casos, aunque conocen que los nutrimentos son transportados a los órganos o a las células del cuerpo, piensan que no todos ellos (pulmones, corazón, huesos) necesitan esas sustancias. Esto probablemente es consecuencia de un conocimiento incompleto de la estructura y organización celular del cuerpo (todos los órganos están formados por células) y que por tanto los alumnos no comprendan que los nutrimentos obtenidos mediante la digestión de los alimentos son imprescindibles para el funcionamiento celular y por consecuencia para el funcionamiento de los órganos.

Con base en los factores antes descritos, podemos inferir que muy probablemente los alumnos que cursan el cuarto grado de educación primaria poseen alguna/s de las siguientes ideas previas sobre la digestión-circulación, las cuales -como

---

<sup>11</sup> Si bien todos los órganos están formados por células y las destinatarias de los nutrimentos obtenidos de la digestión son finalmente éstas últimas (pues es en la célula donde se realizan los procesos metabólicos que hacen posible la vida), es importante destacar que los alumnos de 4° grado aún no han estudiado el conocimiento de la estructura y organización celular de nuestro cuerpo debido a que en la distribución curricular, esta noción es presentada hasta el 5° grado. Por consiguiente, sólo podemos esperar que los estudiantes que nos competen, expliquen el transporte y distribución de nutrimentos a nivel órgano, como resultado del desconocimiento de la estructura celular del cuerpo humano.

señalan diversos autores (Banet y Núñez, 2006; Bastida, et al, 1994)- no se encuentran aisladas, sino formando parte de un determinado esquema conceptual.

- El estómago es el órgano central de las acciones digestivas (Cubero, 1996a; Banet y Núñez, 1989; Teixeira, 2000; León-Sánchez *et al*, 2005; Carvalho, 2008) y en él tiene lugar la absorción de los productos resultantes. En consecuencia el intestino es el receptor de las sustancias de desecho (Banet y Núñez, 1989).
- El estómago es el receptor de las secreciones del hígado y/o páncreas (Banet y Núñez, 1988).
- La digestión es concebida a partir de un modelo mecánico de trituración/partición pero sin que ello implique transformaciones químicas (Banet y Núñez, 1989; Cubero, 1996a Teixeira, 2000; León-Sánchez *et al*, 2005; Carvalho, 2008).
- La digestión es entendida como un proceso mecánico de trituración de los alimentos, que tiene como finalidad la separación de las sustancias buenas y malas que éstos contienen (Banet y Núñez, 1989; Cubero, 1996a Teixeira, 2000; León-Sánchez *et al*, 2005; Carvalho, 2008).
- Las sustancias obtenidas como consecuencia de la digestión no son recogidas por la sangre, sino que éstas recorren el tubo digestivo y finalmente son eliminadas (Banet y Núñez, 1989; Núñez y Banet, 1996).
- Las sustancias nutritivas obtenidas durante la digestión son recogidas por la sangre, aunque no tengan como destino los órganos o las células (Banet y Núñez, 1989; Núñez y Banet, 1996).
- Los productos de la digestión son recogidos por la sangre, aunque su destino no sean todos los órganos o las células (Banet y Núñez, 1989; Núñez y Banet, 1996).

Ahora bien, al comparar las ideas que acabamos de señalar con los propósitos educativos, señalados en el Programa de Ciencias Naturales de cuarto grado (SEP, 2009), expresados como:

*Aprendizajes esperados: En donde se busca que los alumnos relacionen las funciones del cuerpo humano con el mantenimiento de la salud.*

*Sugerencias didácticas: Proponga la elaboración de organizadores gráficos, como mapas conceptuales y esquemas, donde los alumnos identifiquen las relaciones que se establecen entre las funciones de nutrición, respiración y circulación con la salud. (SEP, 2009:138)*

Encontramos que existe una clara divergencia entre las ideas previas que poseen los estudiantes y lo que se pretende lograr en la escuela, discrepancias que hay que tener en cuenta porque pueden propiciar dificultades en el proceso de construcción del conocimiento del proceso digestivo, como las que a continuación se presentan:

- Mientras que para los alumnos, la nutrición es exclusivamente digestión (Benarroch, 2008), el programa busca que la nutrición humana sea entendida como una serie de procesos interdependientes, donde es fundamental reconocer el papel del sistema circulatorio y sus relaciones con los sistemas directamente involucrados; los cuales quedarían resumidos como sigue: digestión-circulación y respiración-circulación (Banet, 2001; Benarroch, 2008).
- La comprensión de las nociones básicas sobre nutrición humana implica también que los alumnos vayan construyendo –con distintos niveles de aproximación- el modelo de cambio químico, la transformación de las sustancias así como un modelo sistémico de ser vivo, que les permita explicarse cómo los alimentos se convierten en partes constituyentes de nuestro cuerpo (García y Sanmartí, 2006) para poder justificar cómo y por qué necesitamos nutrinos para preservar la salud. Hechos que son

difícilmente asequibles para los niños y también para los adolescentes (Contento, 1981; Gellert, 1962; Sauvageot-Skibine, 1991b)<sup>12</sup>

- El desconocimiento de los alumnos de 4º grado de la estructura y funcionamiento celular de nuestro cuerpo y, en particular, de las relaciones existentes entre el nivel macroscópico (órganos) y microscópico (células), representan para diversos autores (Dreyfus y Jungwirth, 1988; Gagliardi, 1988 o Caballer y Jiménez, 1992)<sup>13</sup> un obstáculo epistemológico para la comprensión de los procesos de nutrición humana.

Tal como se refirió al inicio de este capítulo, otro elemento importante en la conformación del problema que representa el aprendizaje de los procesos de digestión-circulación, tiene sus orígenes en las características de los recursos didácticos destinados para la enseñanza de este tema en la escuela primaria, especialmente el que tiene que ver con los libros de texto.

En particular, diversos estudios (Carvalho, Silva, Clément 2003; Carvalho *et al*, 2004, Carvalho 2007) refieren que el principal obstáculo para el aprendizaje de la digestión es de origen didáctico, pues las imágenes de los libros no muestran una clara continuidad del tubo digestivo que vaya del estómago al ano, tampoco representan el trayecto del alimento del intestino al interior de la sangre (asociado al obstáculo epistemológico de la permeabilidad de la pared intestinal), ni buscan relacionar dicho tubo con otros órganos del propio sistema u otros diferentes.

Así pues, para Carvalho *et al* (2004), las ilustraciones de los libros propician dificultades didácticas en tres principales aspectos del proceso de digestión: a) la secuencia de la representación del tubo digestivo, b) la ausencia de absorción de nutrientes a la sangre y c) falta de relación entre los sistemas digestivo, circulatorio y urinario.

---

<sup>12</sup> Referido en Cubero, 1998.

<sup>13</sup> Referido en Núñez y Banet, 1996.



Por su parte, Cañal (2008), sostiene que uno de los grandes problemas que aqueja la enseñanza de temas específicos como la anatomía, fisiología e higiene del cuerpo humano, se debe a la excesiva fragmentación de los contenidos, que lleva a abordar las distintas partes que lo componen en forma independiente y descontextualizada respecto al conjunto del organismo; lo que provoca problemas de desinterés en los alumnos y falta de significado de los contenidos que aprenden.

A partir de la problemática expuesta, este trabajo tiene como objetivo proponer una estrategia didáctica que ayude a los alumnos a construir un modelo escolar de digestión-circulación con cierto grado de aproximación, que les permita acercarse a la comprensión de las consecuencias del proceso digestivo y la distribución de las sustancias obtenidas a todos los órganos del cuerpo, mediante la circulación sanguínea.

Esto es, buscamos con la estrategia didáctica promover en los alumnos la construcción de un modelo de digestión-circulación, que les permita comprender dos de los tres procesos implicados en las funciones de nutrición (digestión, circulación y respiración); con la perspectiva de avanzar hacia una visión integral del cuerpo humano.

## *1.2 Justificación*

En este apartado se presentan argumentos sobre la trascendencia de estudiar mediante la actividad científica escolar el fenómeno de la nutrición humana, especialmente los procesos de digestión-circulación, implicados en esta función y sobre la conveniencia de adoptar determinados planteamientos didácticos para su enseñanza.

De modo que, la exposición se centra en tres aspectos que se consideran fundamentales, a saber: la importancia de aproximar a los alumnos al estudio del interior del cuerpo, cuya estructura y función no son accesibles a su percepción ni

a su experiencia; la posibilidad de acercar las ideas de los niños sobre digestión-circulación a las ideas aceptadas por la ciencia, mediante actividades experimentales desde la perspectiva de la modelización y la trascendencia de estudiar la nutrición del organismo desde el punto de vista social y cultural.

Primeramente debemos considerar que la representación que logramos construir de nuestro cuerpo, de cómo es por dentro y de cómo funciona, es importante no sólo por ser un aspecto del conocimiento de nosotros mismos, sino también por las repercusiones que tiene esa representación en aspectos tales como nuestros hábitos de higiene, la alimentación o la salud (Cubero, 1998).

De esta manera, el interés por el estudio de la nutrición no sólo es científico, sino también social y cultural, puesto que está directamente relacionado con el desarrollo de hábitos y comportamientos saludables, esenciales para todo ciudadano. Por ello, su estudio desde edades tempranas toma significado si consideramos que las concepciones científicas construidas durante el nivel primario tienen efectos sobre el pensamiento científico de los niños y su desarrollo posterior (Jeronen, *et al* 2009).

Al respecto, diversas investigaciones (Banet y Núñez, 1988, 1989; Núñez y Banet, 1996; Cubero, 1996; Garrido *et al*, 2005; León-Sánchez, *et al* 2005) confirman las dificultades que niños y adolescentes tienen para aprender los procesos de nutrición humana, al ser fenómenos no directamente observables. Esta complejidad consiste en comprender –entre otros aspectos- el papel de las sustancias que utilizamos y su finalidad, e identificar que éstas se transforman en los órganos y sistemas de los individuos para obtener la materia y energía necesarias para el mantenimiento de la vida. Todo esto, implica: interpretar la nutrición desde una escala microscópica, pasar de un plano concreto de representación a un plano abstracto; ir de lo simple a lo complejo y transitar cognitivamente del nivel macroscópico al microscópico.

Sin embargo, esta progresión conceptual, resulta particularmente difícil de lograr en los alumnos de escuela primaria, si partimos de dos problemas íntimamente

vinculados. Primero, al ser imperceptibles o ajenos a la experiencia de los niños los sucesos que ocurren al interior del cuerpo, muchos de ellos llegan a concebir a la nutrición como una relación de entrada-salida de los alimentos (alimentación-defecación), sin que medie un modelo que explique esas relaciones. Segundo, esas relaciones de entrada-salida, parecen fortalecerse con expresiones del tipo “come para que crezcas sano y fuerte”, que reciben los niños de sus padres o de los medios de comunicación, pero no explican los mecanismos que permiten incorporar una parte del alimento al organismo, es decir, no informan acerca del proceso de cómo puede ser que los alimentos se transformen en nuestro cuerpo y hacer posible su crecimiento (León-Sánchez, *et al* 2005).

Así pues, para que los alumnos logren comprender el proceso de la nutrición y aprendan a explicar por qué necesitamos alimentarnos, por qué debemos consumir cierto tipo de alimentos, qué características debe tener nuestra dieta diaria, por qué crecemos, etc., no son suficientes los conocimientos “de sentido común”; necesitamos recurrir tanto a los modelos y teorías generados en el campo de las Ciencias de la Naturaleza como a la mediación de la escuela, para promover en los alumnos la construcción de modelos explicativos coherentes con el conocimiento científico, que “*no son capaces de transmitir ni generar los grupos primarios, tales como la familia, ni los medios de comunicación social ni el desarrollo espontáneo del niño en la vida colectiva*” (Pérez Gómez, 1992)<sup>14</sup>.

Por tanto, es indispensable traer del ámbito cotidiano a la clase de ciencias el fenómeno de la nutrición y transformarlo en un *hecho científico escolar* (Izquierdo *et al*, 1999), con la finalidad de indagarlo desde la perspectiva científica, para que los alumnos -utilizando los conocimientos de la ciencia escolar actual- sean capaces no solo de explicarlo, sino darle sentido y con ello dotar de significado a su estudio en la escuela.

Como se puede apreciar, el reto para la enseñanza es enorme, si consideramos que son muchas y variadas las ideas previas que tienen los alumnos de primaria

---

<sup>14</sup> Referido por Fumagalli (1997).

acerca del proceso digestión-circulación que no se corresponden con el conocimiento científico. Sin embargo, de todas ellas, hay una que tiene implicaciones para el aprendizaje particularmente importantes y, es el hecho de que el proceso digestivo sea entendido como un proceso físico de trituración y no químico (Banet y Núñez, 1988, 1989; Núñez y Banet, 1996; Cubero, 1996; Garrido *et al*, 2005; León-Sánchez, *et al* 2005), ya que si bien esta idea no impide construir el concepto de absorción, sí impide construir el de nutrimento, que es la unidad base para la formación de los diferentes constituyentes del organismo, lo que significa entender –entre otros aspectos- la digestión como un proceso de transformación química de los alimentos.

Pero, abandonar una concepción de la digestión centrada en cambios exclusivamente de naturaleza física –mecánica- para pasar a la idea de que la digestión es un proceso de transformación físico-química no es algo banal ni fácil de alcanzar, pues para que los alumnos lleguen a “entender cómo aprovecha el organismo los alimentos, en toda su complejidad, es necesario comprender el cambio químico, la transformación de las sustancias y su conservación, conceptos éstos que claramente son difícilmente asequibles para los niños y también para los adolescentes" (Contento, 1981; Gellert, 1962; Sauvageot-Skibine, 1991b)<sup>15</sup>, ya que al no ser directamente observables, han de ser contruidos conceptualmente, lo que explicaría, en parte, las dificultades en la construcción del conocimiento sobre la nutrición (Cubero, 1998).

Ahora bien, puesto que consideramos el aprendizaje como un proceso gradual de enriquecimiento y reestructuración de las estructuras conceptuales de los alumnos (Vosniadou y Ioannides, 1998)<sup>16</sup>, no debemos esperar que los alumnos de 4º grado de primaria logren construir el modelo de digestión-circulación en toda su complejidad y mucho menos que lo consigan fácil y rápidamente. Se trata de poner a los alumnos en posibilidad de hacer evolucionar gradualmente sus

---

<sup>15</sup> Referido por Cubero, 1998.

<sup>16</sup> Referido por Justi, 2006.

estructuras conceptuales (modelos), mediante el desarrollo de estrategias didácticas adecuadas y pertinentes.

Desde esta perspectiva, se considera prioritario planificar, aplicar y evaluar intervenciones didácticas, que al mismo tiempo ayuden a reconocer su propia viabilidad, en función de las capacidades de comprensión y reflexión que tienen los niños (y de los modelos escolares que son capaces de construir), y nos brinden información para identificar las posibles dificultades que éstos enfrentan en ese proceso de progresión conceptual, que tiene su origen en el modelo mental inicial de cada alumno.

De modo que, la planificación y desarrollo de estrategias didácticas en las que se busca construir modelos de entidades abstractas o de fenómenos que incluyen tales entidades, que no se manifiestan en situaciones cotidianas (como es el caso que nos ocupa), la actividad experimental, puede ser fuente de información importante acerca del fenómeno en cuestión, porque da cuenta de las propiedades o comportamientos de esas entidades (Justi, 2006).

Por su parte, Sanmartí, Márquez y García (2002) sostienen que si la actividad científica escolar está guiada por la finalidad de explicar, de entender cómo y porqué sucede algo, entonces las prácticas experimentales deben ser el punto de partida para aprender ciencias, ya que la vivencia inicial, la observación y la manipulación, posibilitan concretar qué se quiere llegar a saber y, por tanto, que se sepa porqué se realizarán las distintas actividades (discusiones, cuestionamientos, nuevas observaciones, escritos, lecturas, etc.). Además, dichas prácticas promueven el uso de instrumentos (y la construcción de sus modelos asociados), así como la comprensión de conceptos y procesos científicos.

Así pues, para Izquierdo *et al* (1999a) el trabajo práctico es el núcleo central de la ciencia escolar porque contribuye a que los alumnos junto con sus profesores participen en la construcción de un mundo abstracto, cuyas entidades invisibles (como la energía o los nutrimentos, por ejemplo) les ayuden a ver el mundo de

una manera más comprensible y sean capaces de actuar responsablemente con criterios científicos ante fenómenos cotidianos.

Además, dado que los modelos teóricos y los fenómenos (los “hechos”) mantienen relaciones de similitud, la experimentación permite reconocer esas relaciones y a partir de ellas identificar o construir las entidades que nos coloquen en posibilidad de intervenir en el fenómeno (Izquierdo et al, 1999b). Asimismo, hay que destacar que esas relaciones de similitud se desarrollan gracias a la formulación de hipótesis, que son contrastadas con la realidad experimental para poder ser aceptadas, así es como “las relaciones entre los modelos y los hechos se establecen experimentalmente” (Izquierdo et al, 1999a: 52), manteniéndose una vinculación entre lo teórico y lo experimental.

En consecuencia, el desarrollo de actividades experimentales contribuye al cumplimiento de uno de los principales propósitos de las clases de ciencias, que es la formación teórica de los estudiantes. Sin embargo, para cumplir con tales intenciones educativas, las actividades experimentales que sólo ilustran los fenómenos no son suficientes, se requieren prácticas de naturaleza investigadora, donde los estudiantes tengan la oportunidad de pensar, de utilizar sus ideas previas y habilidades en la solución de problemas que no tienen respuesta evidente para ellos (Duggan y Gott, 1995)<sup>17</sup>.

De modo que, en la propuesta didáctica proponemos, el trabajo práctico como uno de los elementos imprescindibles para abordar el modelo científico escolar de digestión-circulación, el cual supone relacionar la transformación de los alimentos (digestión) con la existencia de sustancias necesarias para nuestra supervivencia (nutrimentos) y la distribución de esas sustancias a través de la sangre.

Por otro lado, la elección del tema de la nutrición humana, como objeto de estudio científico en la escuela -que es materia de este trabajo- se ha abordado a partir de reconocer que el conocimiento científico contribuye a mejorar la calidad de vida en

---

<sup>17</sup> Referido por Justi, 2006.

varios aspectos –entre ellos- la salud. Por eso, es lógico pensar que la enseñanza de la nutrición en la escuela primaria adquiera un valor, no sólo académico sino también formativo que potencialmente puede repercutir en la calidad de vida de las personas, puesto que está directamente relacionado con el desarrollo de hábitos y comportamientos saludables, esenciales para todo ciudadano.

De ahí, que el tema de la nutrición sea importante para la formación básica de todo ciudadano, y de igual manera, lo sean también los contenidos científicos que subyacen en él. Por tal razón, el estudio del cuerpo humano ocupa un lugar privilegiado en el currículo y es abordado en los distintos niveles escolares, tal como queda expresado en el Programa de Estudio 2009 para la asignatura de Ciencias Naturales del 4° grado de Educación Primaria de la SEP.

*“Con el estudio de las ciencias naturales se busca desarrollar, entre otras competencias la toma de decisiones favorables al ambiente y la salud, orientadas a la cultura de la prevención colaborar de manera informada en la promoción de la salud, con base en la autoestima y el conocimiento del funcionamiento integral del cuerpo humano [...]”(SEP, 2009:123).*

Con todo, y a pesar de que los niños desde pequeños son conscientes de la necesidad de los alimentos para vivir y crecer; suelen mostrar muchas carencias educativas al respecto (Banet, 2001), pues a juzgar por los resultados<sup>18</sup> obtenidos en el Excale 2006 sobre esta temática, es claro que las formas de enseñanza habituales no están respondiendo a las demandas de conocimientos científicos de la población actual, por lo que estas evidencias nos exigen buscar nuevas y mejores formas de enseñanza, que superen en eficacia a las que tradicionalmente han caracterizado las clases para la enseñanza de la nutrición humana.

---

<sup>18</sup> Por ejemplo, sólo el 48% de los alumnos que concluyen el tercer grado de Educación Primaria, conocen el proceso digestivo y la naturaleza de las secreciones digestivas que lo hacen posible (Backhoff et al, 2007).

Es así que, mediante el desarrollo de la estrategia didáctica que se presenta en el Capítulo 5, intentamos promover en los alumnos la construcción de un modelo escolar de digestión-circulación, tarea harto compleja, ya que para su comprensión se necesita recurrir simultáneamente a los modelos de *ser vivo* como un sistema complejo (Gómez, 2007) y de *cambio químico* (García y Sanmartí, 2006). De modo que el estudio del tema en el cuarto grado de educación primaria, representa al mismo tiempo un problema y un reto para la enseñanza.

Al mismo tiempo, esta propuesta de trabajo en clase pretende estimular la reflexión y la crítica que surgen de manera natural al recurrir a ciertos planteamientos didácticos, implementar determinadas actividades, utilizar unos y no otros materiales didácticos, definir cierta secuenciación de actividades o de privilegiar formas e instrumentos de evaluación sobre otros. Así que, es desde esta perspectiva que pretendemos hacer una modesta aportación al campo de la didáctica de las ciencias, enfocada a mejorar los resultados del trabajo que profesores y alumnos desarrollamos en las aulas cuando abordamos el tema de la nutrición humana.

En síntesis, la estrategia didáctica busca colocar al alumno en posición de avanzar en sus explicaciones sobre los procesos de transformación de los alimentos que tienen lugar en su cuerpo y que hacen posible el mantenimiento de la vida y conservación de la salud.

### *1.3 Revisión de la literatura*

Diversos resultados provenientes de la investigación educativa (Driver, Guesne, Tiberghien, 1985; Driver, 2000) subrayan la necesidad de que las ideas previas sean consideradas como un punto de referencia importante en la planificación y desarrollo de las clases de ciencias.



En este sentido, Driver, *et al* (1985:23) sostienen que “las mentes de los niños no son *tablas rasas*<sup>19</sup> capaces de recibir la enseñanza de modo neutral; por el contrario, se acercan a las experiencias de las clases de ciencias con nociones previamente adquiridas que influyen sobre lo aprendido a partir de las nuevas experiencias de formas diversas”. Esto denota que la construcción de significados es una construcción personal, por tanto “las observaciones que hacen los niños y sus interpretaciones de las mismas también están influidas por sus ideas y expectativas” (Driver, *et al*, 1985:21).

Estas ideas tienen especial interés en el ámbito escolar, ya que “los estudiantes aprenden a partir de lo que ya conocen por medio de un proceso de construcción activa de nuevos significados” (Banet, 2001:200), por lo que diversos desarrollos curriculares presentan entre sus fundamentos y consideraciones la conveniencia de que los profesores tomen en cuenta las ideas previas<sup>20</sup> de los estudiantes como punto referencial, tanto para la planeación de las actividades como en el desarrollo de estrategias de aprendizaje y de evaluación (Akker, van der 1998; Fensham, 2000)<sup>21</sup>.

Por ejemplo, para Membiela y Cid (1998), el proceso de diseño de una intervención didáctica inicia con la investigación de las ideas previas, entendiendo que conocer previamente lo que piensan los estudiantes puede mejorar los procesos de aprendizaje, porque permite al profesor adaptar la enseñanza a la comprensión de los niños mediante el diseño de actividades más adecuadas.

---

<sup>19</sup> En filosofía, *tabula rasa* o *tabla rasa* hace referencia a la tesis epistemológica de que cada individuo nace con la mente "vacía", es decir, sin cualidades innatas, de modo que todos los conocimientos y habilidades de cada ser humano son exclusivamente fruto del aprendizaje a través de sus experiencias y sus percepciones sensoriales. Consultado en <http://es.wikipedia.org/> [20 abril 2010].

<sup>20</sup> Las ideas previas son construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales. La construcción de ideas previas se encuentra relacionada con la interpretación de fenómenos naturales y conceptos científicos para brindar explicaciones, descripciones y predicciones (<http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048>) [20 abril 2010]

<sup>21</sup> Citado en <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048>

En congruencia con los planteamientos anteriores, se emprendió una revisión de la literatura centrada en las ideas previas acerca del aparato digestivo, la digestión y la circulación de nutrimentos en el cuerpo humano en estudiantes de educación primaria.

De este modo, encontramos que diversos estudios (Arnaudin & Mintzes, 1985; Banet y Núñez, 1988, 1989, Núñez y Banet, 1996; Cubero, 1996a, 1996b; Garrido *et al*, 2005; León-Sánchez *et al*, 2005; Carvalho, 2008; Jeronen, 2009), realizados sobre el conocimiento que tienen los estudiantes de primaria acerca del proceso digestivo, han puesto de manifiesto que, desde pequeños, niños y niñas son conscientes de la necesidad de los alimentos para vivir, para crecer, etc.; además, tienen muchas y variadas explicaciones sobre la digestión, la circulación y la ubicación de algunos órganos del sistema digestivo humano. Algunas referencias al respecto, se encuentran resumidas en la tabla 1.

**Tabla 1.** Ideas previas acerca de los procesos de digestión-circulación\* en alumnos de escuela primaria.

Temática	Ideas previas	Autores
Órganos del sistema digestivo	“El estómago es el órgano central de la digestión” “El intestino grueso está situado entre el estómago y el intestino delgado”	Banet y Núñez (1989)
Proceso digestivo	“Cuando nosotros la masticamos (la comida), se vuelve masa”. “Lo que no es bueno [de la comida] va al intestino”. “La comida mala se va con la popó”.  “Lo que queremos [nutritiva], se queda dentro del estómago. Lo que no queremos [chatarra], se desecha”.	Teixeira ( 2000)  León-Sánchez <i>et al</i> (2005)
Absorción	“La comida nutritiva se queda en el estómago, no llega a otras partes del cuerpo”. “En el intestino grueso se absorbe lo que sirve del alimento, pasando al intestino delgado lo que no sirve”.	León-Sánchez <i>et al</i> (2005)  Banet y Núñez (1989)
Circulación	“el corazón rebota y mantiene un ser humano vivo”. “el corazón hace sangre”.  “la sangre es un líquido rojo “la sangre te mantiene vivo”	Jeronen <i>et al</i> (2009) Arnaudin y Mintzes, (1985).  (Arnaudin y Mintzes, 1985).

	“el corazón transforma [la comida buena] en sangre, entonces la bombea a todo el cuerpo”.	Teixeira (2000)
	“La comida nutritiva llega a otras partes del cuerpo [manos, cabeza, pies], la comida chatarra, sale”.	León-Sánchez <i>et al</i> (2005)
Interacción entre sistemas	“El agua cuando llega al estómago se mezcla con los jugos gástricos y después va por un <tubico> a los riñones, que asimilan todo lo que queda de la sustancia del agua. Luego va a la vejiga de la orina y al exterior”	Banet y Núñez (1988)

\*Fuentes: Arnaudin y Mintzes (1985); Banet y Núñez (1988, 1989); Teixeira (2000); León-Sánchez *et al* (2005) y Jeronen *et al* (2009).

### *El conocimiento de los órganos del sistema digestivo*

Banet y Núñez indagaron las ideas previas de estudiantes de distintos niveles educativos acerca de la nutrición humana en lo que se refiere a sus aspectos anatómicos (1988) y fisiológicos (1989).

Los resultados obtenidos por dichos autores en 1988, revelan que son pocos los alumnos que conocen todos los órganos del sistema digestivo, además detectaron que las mayores imprecisiones se observan con relación a la conexión entre las vías digestivas y respiratorias, pues un elevado número de alumnos desconoce el trayecto que discurre de la boca al estómago, especialmente porque no conocen la faringe, sustituyen la faringe por la laringe u omiten el esófago. Incluso cerca del 10% de los alumnos de nivel básico piensan que en la existencia de un trayecto común para las vías digestiva y respiratoria. Según estos mismos autores, las imprecisiones referidas son consecuencia de un sistema de enseñanza excesivamente compartimentado (Banet y Núñez, 1987).

Siguiendo esta línea de investigación, Cubero (1996a) estudió la persistencia de ideas previas sobre digestión, en niños y adolescentes y, encontró que el estómago es el órgano mejor conocido por los niños (8-10 años), resultado que es acorde con lo reportado en otros trabajos (León-Sánchez *et al*, 2005; Banet y Núñez, 1988; Banet y Núñez, 1989; Garrido *et al*, 2005 y Carvalho, 2008). Después del estómago, los órganos más conocidos por los niños, relacionados

con lo que ocurre a la comida, son los intestinos (Banet y Núñez, 1988, Cubero, 1996a; Garrido et al 2005).

En este sentido, hay que destacar el caso de aquellos alumnos que piensan que el intestino grueso está situado entre el estómago y el intestino delgado, pues dicha variación en el orden, según Banet y Núñez (1988), tiene implicaciones que afectan la noción de conjunto del proceso digestivo y de la absorción. Por ejemplo, los alumnos pueden llegar a pensar que el hígado y/o páncreas están conectados con el intestino grueso o considerar a éste último más importante en las acciones digestivas o a relacionarlo con la absorción, pues en n general, “las nociones anatómicas equivocadas favorecen la existencia de errores en los procesos con ellas relacionados” (Banet y Núñez, 1987:83).

Asimismo, un alto porcentaje de estudiantes, no relacionan el hígado y/o el páncreas con el sistema digestivo (Banet y Núñez, 1988; Cubero, 1996a). Según Cubero (1996a), este hecho quizás se debe a que las concepciones que los niños construyen tienen su origen en las funciones que son perceptibles para ellos (estómago-comida), mientras que estas correspondencias no se dan claramente en el caso del páncreas (elaboración de hormonas, de enzimas digestivas) o el hígado (laboratorio químico de nuestro cuerpo), cuyas funciones tienen que ver con procesos no directamente perceptibles y poco presentes en la cultura cotidiana del niño.

### *El conocimiento del proceso digestivo*

En cuanto a las nociones fisiológicas de la digestión, diversos reportes de investigación (Banet y Núñez, 1989; Cubero, 1996a; Carvalho, 2008; Teixeira, 2000; León-Sánchez *et al*, 2005; Garrido *et al*, 2005), refieren que el estómago es el órgano de mayor importancia para los alumnos de diferentes niveles educativos, mientras que el segundo en importancia es el intestino.

Según Bastida *et al* (1994), esta noción de identificar al estómago como centro del proceso digestivo constituye en los estudiantes un esquema conceptual coherente y no un error puntual, de manera que muy frecuentemente consideran que el estómago: a) es el receptor de las secreciones del hígado y/o páncreas (cuando éstos son identificados parte integrante del sistema digestivo), b) es el centro de las acciones digestivas porque en él comienza y finaliza la digestión (idea presente en niños de 11-12 años, según Banet y Núñez [1989]) y c) es el órgano donde sucede la absorción de las sustancias resultantes (León-Sánchez *et al*, 1985; Banet y Núñez, 1987; Banet y Núñez, 1989). Así que, para estos alumnos, el papel del intestino es explicado como un receptor de sustancias de desecho, ya que en el estómago finalizaría la digestión y tendría lugar la absorción (Banet y Núñez, 1989).

En particular, los niños pequeños (4-7 años) desconocen las transformaciones fundamentales que sufren los alimentos en el sistema digestivo y consideran que los alimentos pasan por el estómago o recorren el tubo digestivo para más tarde ser expulsados (Contento, 1981; Gellert, 1962)<sup>22</sup>.

Sin embargo, en un estudio realizado por León-Sánchez *et al* (2005) se observó que por lo menos desde los 6 años, los niños tienden a explicar el proceso digestivo con base en mecanismos físicos y no únicamente en relaciones de entrada-salida. Sin embargo, no es sino hasta los 10-11 años, aproximadamente en que los niños tienen un modelo de digestión, momento en que ya conocen que la comida sufre procesos de transformación (Contento, 1981; Wellman y Johnson, 1982)<sup>23</sup>.

Estos resultados han sido igualmente confirmados por otros autores, pues al observar la Tabla 2, se advierte que los alumnos conciben la digestión a partir de un modelo mecánico de trituración/partición pero sin que ello implique transformaciones químicas (Banet y Núñez, 1989; Cubero, 1996a; Garrido *et al*

---

<sup>22</sup> Referido por Cubero, 1998.

<sup>23</sup> *Íbid*

2005, Carvalho, 2008); por tanto, la boca se relaciona principalmente con acciones de tipo físico (triturar, cortar, reblandecer, moler...), donde la saliva no es reconocida como una secreción con funciones digestivas.

Según los datos aportados por Banet y Núñez (1989), suponemos que la baja incidencia o ausencia de un modelo químico de digestión, se debe en parte a las ideas que tienen los estudiantes de la función de los jugos digestivos como elementos químicos, ya que un buen número de alumnos piensan que el papel de estas secreciones es solamente ayudar o facilitar la digestión (ablandando o triturando el alimento). De esta forma, la noción de digestión queda simplificada a un proceso mediante el cual el alimento reduce su tamaño pero conserva su naturaleza química.

Además, cabe destacar un dato interesante obtenido por Banet y Núñez (1989): aproximadamente cerca del 70% de los alumnos del nivel básico mantienen la representación de que los alimentos se encuentran formados por una mezcla de sustancias “*buenas*” y “*malas*”, en consecuencia, el proceso digestivo consiste básicamente en descomponer el alimento, haciéndolo más pequeño y aislar sus elementos. Este hallazgo coincide con otros estudios realizados (Cubero, 1996a; Garrido et al, 2005; Teixeira, 2000; León Sánchez, 2005; Carvalho, 2008), donde se informa que, los niños en su mayoría piensan que el cuerpo toma aquello que es bueno y lo guarda, mientras que por el ano expulsa lo que es malo.

Esta idea de que los elementos benéficos son mantenidos dentro del cuerpo y excretados los que no lo son, tiene importancia para el proceso de enseñanza, pues si bien las transformaciones del alimento a que se refieren son de naturaleza física, los niños comprenden ya que la comida cambia de alguna forma, incluso algunos autores (Contento, 1981; Sauvageot-Skibine, 1991a)<sup>24</sup> reportan que

---

<sup>24</sup> Íbid

alumnos de 10-11 años ya hablan de un ácido que se mezcla con los alimentos, pero sin mencionar aún transformaciones químicas.

Por su parte, el estudio de Teixeira (2000), realizado con 45 niños de 4 a 10 años de edad, reveló que para algunos de ellos el alimento ingerido puede ser transformado en sangre o células. Sin embargo, aunque estas ideas informan sobre importantes transformaciones, no hacen referencia a cambios químicos ni explican los procesos que los hacen posible.

En consecuencia, hay que tener en cuenta que una concepción exclusivamente física de la digestión tiene repercusiones importantes en el aprendizaje, pues impide construir el concepto de nutrimento como “unidad base para la construcción de los diferentes constituyentes del organismo” (Pérez de Eulate, 1993:345), que es un elemento fundamental para comprender la naturaleza química de los procesos digestivos y explicar cómo –mediante la transformación química- los alimentos pueden llegar a convertirse en nuestro propio cuerpo.

Estos datos ponen de relieve que la comprensión de las nociones sobre las transformaciones químicas implicadas en el proceso digestivo es sumamente difícil para los alumnos de primaria (6-12 años), hecho que León-Sánchez (2009:94) explica de la siguiente manera:

*“(...) dado que las transformaciones químicas son complejas, son más difíciles de comprender. Pero, aunque a los 10 años las transformaciones químicas son incomprensibles para estos niños, no deja de haber transformaciones de sustancias (...)”*

### *El conocimiento del proceso de absorción y circulación de compuestos*

Respecto a las ideas sobre lo que ocurre a los nutrimentos una vez finalizado el proceso digestivo, Banet y Núñez (1989), analizaron las nociones que poseen

estudiantes de diferentes niveles educativos, sobre el proceso de absorción de los productos resultantes de la digestión.

Así, encontraron que de los estudiantes de 6° primaria, uno de cada tres de ellos desconoce el órgano en que se realiza la absorción; otros confunden el término absorción con ingestión (3%). Uno de cada cuatro alumnos tiene la idea de que las vellosidades intestinales son como pelillos para absorber, mientras que algunos (9%) tienen la idea de que la absorción consiste solamente en el tránsito de los alimentos por el tubo digestivo, o radica en la separación de las sustancias buenas de las malas (12%) y sólo el 42% explican el proceso de absorción como la incorporación de compuestos a la sangre.

Los datos que acabamos de presentar, ponen en evidencia tanto el desconocimiento de la naturaleza de la absorción, como el de ciertos detalles anatómicos del intestino delgado (vellosidades intestinales) relacionados con este proceso y como órgano articulador entre digestión y circulación sanguínea. Así que, la estrategia didáctica deberá procurar un nivel de integración mayor entre ambos sistemas.

En otra de sus investigaciones, Núñez y Banet (1996) indagaron la manera en que estudiantes de diferentes niveles educativos, incluidos los de primaria (11-12 años de edad) y secundaria (13-17 años de edad) conciben los procesos básicos de la nutrición humana, el transporte de nutrimentos y gases a través del sistema circulatorio y su utilización a nivel celular. En este estudio, las concepciones de los estudiantes fueron clasificadas en 6 modelos de acuerdo a su menor o mayor complejidad, y divididos dentro de tres categorías de acuerdo a su grado de relación e integración (Modelos no relacionados, Modelos parcialmente relacionados y Modelos relacionados).

En la categoría de Modelos no relacionados (Modelos 1 y 2), se incluyen aquellas concepciones que se caracterizan por la falta de relaciones adecuadas entre el proceso digestivo y la circulación sanguínea, pues para los estudiantes ubicados en el Modelo 1, las sustancias obtenidas de la digestión no son recogidas por la



sangre, sino que recorren el tubo digestivo y finalmente son eliminadas; lo que denota una visión incompleta de la digestión y simplifica la nutrición considerando que el mero tránsito de sustancias a través del sistema digestivo es suficiente para nutrirnos.

Los alumnos encuadrados en el Modelo 2, admiten que la sangre transporta las sustancias obtenidas de la digestión, aunque afirman que éstas no salen de los vasos sanguíneos y, por tanto, se desconoce su destino y la manera en que son utilizadas; lo que refleja igualmente una visión incompleta de la nutrición considerando que para nutrirnos es suficiente que las sustancias nutritivas vayan circulando con la sangre. Asimismo, dichos investigadores (Núñez y Banet, 1996) encontraron que ambos modelos son muy constantes (57% global) en alumnos de 6° grado de primaria, lo que confirma que una proporción considerable de estudiantes de este nivel educativo desconocen el papel del sistema circulatorio en el transporte de nutrimentos y oxígeno.

Estos resultados son coincidentes con los hallazgos de Roncin (1987)<sup>25</sup> y Pérez de Eulate (1992)<sup>26</sup>, los cuales revelan que los estudiantes no relacionan la circulación con la nutrición, al no atribuirle a la sangre el papel de transportadora de nutrimentos.

Lo anterior también se relaciona con los datos reportados en un estudio realizado por Arnaudin y Mintzes (1985), acerca de las concepciones alternativas que tienen los estudiantes de distintos niveles educativos sobre ciertos aspectos del sistema circulatorio humano. En cuanto a la naturaleza y función de la sangre, estos investigadores encontraron que casi las dos terceras partes de los estudiantes de primaria (63%) piensan que la sangre es simplemente “un líquido rojo”, cuya naturaleza y función no logran relacionarla con los procesos de nutrición del organismo.

---

<sup>25</sup> Referido por Pérez de Eulate, 1993.

<sup>26</sup> *Íbid*

Además, estos resultados comprobaron que persiste en los alumnos de escuela primaria un pensamiento vitalista sobre las funciones corporales, ya que cuando se les cuestionó sobre cuál es la función de la sangre en el organismo, la abrumadora mayoría (84%) contestó que la función de la sangre es "lo que te mantiene vivo".

Como puede apreciarse, a pesar de que los estudiantes reconocen la necesidad de la sangre para el funcionamiento y subsistencia del organismo, no conciben el proceso que hace posible esa sobrevivencia, pues al desconocer los dispositivos o mecanismos causales que se aplican al fenómeno de la circulación sanguínea y su consecuente transporte de nutrimentos, quedan excluidas de su estructura conceptual la relación entre los procesos digestivos y la circulación sanguínea. Podemos decir entonces que, los alumnos de primaria mantienen ideas mecanicistas para explicar la digestión, mientras que por otro, levantan concepciones vitalistas al considerar que la sangre es un líquido rojo que nos mantiene vivos

De acuerdo con León-Sánchez *et al* (2005), la coexistencia de un pensamiento vitalista con explicaciones físico-mecánicas, es explicable debido a que, dependiendo del contexto o fenómeno, los niños de primaria son vitalistas y mecanicistas, gracias a que en su pensamiento biológico temprano se encuentran interconectados estos dos principios, como resultado de la progresión en el desarrollo de las nociones anatómico-fisiológicas, que posiblemente va de las explicaciones mecánico-vitalistas a las explicaciones fisiológicas.

Por tanto, aunque no se espera que los alumnos abandonen de un momento a otro sus concepciones mecánico-vitalistas y asuman un modelo fisiológico de la digestión-circulación con las implicaciones que esto conlleva, sí deberá buscarse una transición paulatina de sus modelos iniciales a otros cada vez más explicativos y funcionales (Banet y Núñez, 2006) que incorporen entidades fisiológicas. Consecuentemente, se requiere una cuidadosa selección y

dosificación de los contenidos de enseñanza, en función de lo que los alumnos son capaces de aprender.

Otros resultados (Banet y Núñez, 1989; Núñez y Banet, 1996), evidencian que si bien los alumnos de primaria reconocen la importancia de la sangre para vivir, no siempre piensan que los productos de la digestión son absorbidos e incorporados a la sangre. O piensan que, las sustancias nutritivas obtenidas de la digestión son recogidas por la sangre, pero sin considerar que dichas sustancias tienen como destino los órganos o las células. Incluso algunos estudiantes llegan a pensar que son innecesarias para ciertos órganos como los huesos, el corazón, el cerebro y los pulmones, por ejemplo.

Por lo tanto, es importante que mediante la intervención didáctica, se ayude a los estudiantes a construir ideas sobre las consecuencias de la digestión y la naturaleza de sus procesos, así como a establecer relaciones entre dichos procesos y las necesidades de nutrimentos de los distintos órganos del cuerpo, para que logren identificar el sistema circulatorio como el medio de transporte (Banet y Núñez, 2006) de las sustancias nutritivas.

### *Relación entre los sistemas digestivo y excretor*

La existencia de una doble vía diferenciada para la circulación de los materiales de desecho en el interior del cuerpo, ha sido confirmada por diversas investigaciones (Cubero, 1996a; Banet y Núñez, 1988; Banet y Núñez, 1989; Tunnicliffe, 2004; Carvalho, 2008). Ello está relacionado con la noción sostenida por diversos alumnos (que van de 6° de primaria a profesores en formación), de considerar la existencia de comunicación directa entre los sistemas digestivo y excretor para la eliminación de desechos, de tal forma que a partir de un determinado nivel del tubo, los sólidos y los líquidos siguen caminos diferentes, los líquidos lógicamente hacia el aparato excretor renal (Banet y Núñez, 1988) y los sólidos hacia el ano.

Como se ha dicho, estudiantes de diferentes niveles expresan la idea de que por la orina, se eliminan líquidos que no han sido absorbidos por el sistema digestivo (Banet y Núñez, 1988), lo que implica que no han entrado en el cuerpo y, por lo tanto, son productos de la “defecación” y no propiamente de “excreción” (Cabello, et al, 1990; Clément, 1991; Pérez de Eulate, 1992)<sup>27</sup>.

En este sentido, Cubero (1998) sostiene que mientras los estudiantes no comprendan que la digestión es un proceso de transformación química de los alimentos, y no establezcan una adecuada explicación de la circulación y la distribución de nutrimentos como mecanismos que hacen posible el metabolismo celular, no podrán comprender que la defecación y la excreción son cosas diferentes (Cubero,1998).

Finalmente, en la tabla 2 se registran algunas dificultades, detectadas por diferentes autores, que pudieran presentar los alumnos para el aprendizaje del tema, las cuales se encuentran íntimamente relacionadas con las ideas previas ya referidas. Tal síntesis se realizó concentrando las investigaciones de las concepciones de los alumnos respecto los distintos sistemas que intervienen en la digestión-circulación y las interacciones que los alumnos establecen entre el sistema digestivo y excretor.

---

<sup>27</sup> Referido por Pérez de Eulate (1993)

**Tabla 2.** Algunas dificultades del alumnado sobre la nutrición humana detectadas por diferentes autores/as.

Sistema/proceso	Dificultades	Autores/as
Sobre el sistema digestivo	Reconocimiento limitado de los órganos que intervienen en el proceso digestivo.	Banet y Núñez (1988, 1989); Cubero (1996a, 1996b); Teixeira (2000); León-Sánchez (2005)
Sobre el proceso digestivo	Ausencia de referencias al proceso digestivo.	Banet y Núñez (1988); Banet y Núñez (1989); Cubero (1996); Teixeira (2000); León-Sánchez (2005)
	Consideración del estómago como órgano central de la digestión.	Banet y Núñez (1989); Cubero (1996 <sup>a</sup> , 1996b, 1998); León-Sánchez (2005); Carvalho (2008)
	Problemas para entender la digestión como un proceso químico.	Banet y Núñez (1989); Cubero (1996); Teixeira (2000); León.-Sánchez (2005)
	Problemas para interpretar el tránsito de las diferentes sustancias a lo largo del sistema digestivo	Teixeira (2000); Tunnicliffe (2004); Garrido, García y Martínez (2005).
Sobre la circulación de nutrientes	Conocimientos restringidos de la naturaleza y funciones de la sangre.	Arnaudin, M. & Mintzes (1985)
	Dificultades para comprender que las sustancias resultantes de la digestión han de ser transportadas a las diferentes partes del cuerpo.	Núñez y Banet (1996); Arnaudin, M. & Mintzes J. (1985).
Interacciones entre sistemas	Relaciones inadecuadas entre sistema digestivo y excretor.	Banet y Núñez (1988); Banet (2001), Tunnicliffe (2004)

Adaptado de: Rivadulla L.J. C., García B. S. y Martínez L. C. (2008). La nutrición Humana en la Educación obligatoria. Dificultades y análisis conceptual. Reporte de avance de Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Da Educación. Universidade Da Coruña.

Como podemos ver, la investigación en el campo ha dejado en claro que existe un especial interés por conocer las ideas previas que los alumnos utilizan para explicar qué les pasa a los alimentos cuando los comemos. La importancia de su revisión, radica en varios sentidos; primero porque son los referentes conceptuales con los cuales los alumnos enfrentarán el estudio del tema en la escuela; segundo, porque representan el punto de partida que orientó la planificación de la estrategia didáctica que más adelante se presenta y, tercero porque nos permiten inferir las posibles dificultades que pudieran presentarse durante su desarrollo.

## ***CAPÍTULO 2***

### ***MARCO TEÓRICO***

En las páginas que integran este apartado, se presentan una serie de supuestos que se conjugan para articular los ejes teóricos en los cuales se fundamenta el diseño de la propuesta de enseñanza que se presenta en el capítulo cinco y que tiene como finalidad avanzar en la comprensión de los procesos de nutrición humana, centrada en las funciones de digestión-circulación, a partir de una visión más integral del funcionamiento del cuerpo humano.

El contenido se inscribe en el marco de la perspectiva constructivista en sus dimensiones epistemológica, psicológica y pedagógica. La primera, está relacionada con el origen y la evolución del conocimiento, mientras que la segunda, se refiere a los mecanismos y procesos básicos de adquisición del conocimiento por parte de los sujetos. La tercera dimensión, la constituye -desde la didáctica de las ciencias- el enfoque constructivista propuesto para la enseñanza y el aprendizaje de saberes científicos, apoyado en la modelización.

#### ***2.1 El constructivismo***

##### ***Constructivismo desde una dimensión epistemológica***

Como menciona Rosario Cubero (2005), un marco teórico supone siempre un conjunto de postulados filosóficos acerca de qué es la realidad y cómo conocemos esa realidad, dichos postulados definen el carácter epistemológico del marco conceptual.

El constructivismo es ante todo una perspectiva epistemológica<sup>28</sup> que intenta explicar y comprender la naturaleza del conocimiento (incluido el aprendizaje), cómo se origina y cómo se modifica. Por ello, “la tarea de una teoría

---

<sup>28</sup> La epistemología se refiere al estudio de la estructura y naturaleza del conocimiento (Duschl, 1997)

epistemológica es explicar cómo tiene lugar la construcción del conocimiento en el interior del sujeto” (Delval, 1997:16).

Por su parte, la tesis fundamental desde este enfoque sostiene que “el individuo es una construcción propia que se va produciendo como resultado de la interacción de sus disposiciones internas y su medioambiente y, por lo tanto, su conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción que hace la persona misma” (Chadwick, 2001: 112). Es decir, “no construimos sólo los objetos, el mundo que vemos, sino también la mirada con la que lo vemos. Nos construimos también a nosotros mismos en cuanto sujetos de conocimiento” (Pozo, 2008: 141).

En cuanto a la naturaleza del conocimiento, uno de los rasgos distintivos del enfoque constructivista es que se manifiesta en contra de las posiciones racionalistas y empiristas; pues para el racionalismo, nuestro conocimiento es sólo el reflejo de estructuras innatas y aprender es solamente actualizar lo que ya desde siempre hemos sabido, para el empirismo, nuestro conocimiento es sólo reflejo del ambiente y aprender es reproducir la información que recibimos de él, hacer copias internas del mundo exterior (Pozo, 2008).

No obstante, para el constructivismo, “*la mente y el mundo se construyen mutuamente*, de modo que el conocimiento es siempre una interacción entre la nueva información que se nos presenta y nuestras representaciones anteriores, y aprender es construir modelos para interpretar la información que recibimos, a través [...] de nuestro propio sistema psicológico” (Pozo, 2008: 134).

Es decir, mientras que para el empirismo la mente es el reflejo del mundo, para el racionalismo, el mundo es el reflejo de la mente. En cambio, para el constructivismo, el conocimiento es una *construcción* producto de la actividad cognitiva del sujeto en relación con la realidad.

En particular, Munari (1993)<sup>29</sup>, asumiendo una perspectiva constructivista trata de explicar esta reciprocidad, como sigue:

*“el lugar del conocimiento no se sitúa ni en el sujeto ni en el objeto sino en la interacción entre el sujeto y el objeto. Ninguno de los dos precede al otro, sino que uno y otro, al encontrarse, hacen posible la emergencia del conocimiento”. Sobre estas bases, entonces “el sujeto cognoscente no preexiste al objeto que conoce [...] ni el objeto de conocimiento preexiste al sujeto cognoscente [...]: es decir que lo que se encuentra al comienzo de esa génesis, desde los primeros instantes de la vida del organismo es la acción”*

De esta manera, podemos decir que “el constructivismo concibe al sujeto que conoce y al objeto conocido como entidades interdependientes” (López, 2003:1)

Las raíces del constructivismo las podemos encontrar en el pensamiento de Giambattista Vico e Immanuel Kant en el siglo XVIII, de cuyos autores, Rosario Cubero (2005) cita dos ideas particularmente interesantes para definir el carácter del conocimiento como construcción y como producto de la acción humana, de la forma que sigue:

*Si para Kant “el mundo que conocemos es construido por la mente humana”, para Vico, “lo verdadero es lo hecho”, o dicho de otra manera, las personas sólo pueden llegar a conocer aquello que ellas mismas han construido. (p.14)*

De esta manera, “Vico separa el conocimiento divino del humano, bajo el principio de que sólo podemos conocer lo que hemos creado. El acto de crear o de constituir algo es lo que permite llegar a la posesión de los elementos que harán posible el conocimiento. De este modo, concibe el conocimiento como una

---

<sup>29</sup> Citado por Santoianni, F. y Striano, M (2006). El constructivismo. En F. Santoianni y M. Striano. Modelos teóricos y metodológicos de la enseñanza, p.76



empresa humana y una construcción activa” (López, 2003:5). Por lo que, “esa posición conduce inevitablemente a hacer del hombre pensante el único responsable de su pensamiento, de su conocimiento y hasta de su conducta” (Glaserfeld, 1990:20).

Con base en estos planteamientos, Cubero (2005) concluye que para el constructivismo “el conocimiento es una construcción subjetiva, en la que la realidad deja de ser una entidad absoluta, como entidad independiente o externa a nosotros mismos”, por lo que “la realidad es en importante medida una construcción humana” (López, 2003: 1) y en consecuencia tiene un origen subjetivo.

En este sentido, Paul Watzlawick va más allá y afirma que la realidad es una convención interpersonal, al considerar que, “real es, al fin y al cabo lo que es denominado real por un número suficientemente grande de hombres”<sup>30</sup>. De modo que “para el constructivismo el mundo de los significados, la realidad es en suma una construcción humana y social” (López, 2003:2), producto de la interacción entre los sujetos y los objetos.

En consecuencia, “el constructivismo asume que el conocimiento supone una perspectiva *relativa* sobre la realidad” (Pozo, 1996; Pozo, Pérez y Mateos, 1997)<sup>31</sup> y al mismo tiempo podemos verlo como un intento de “reformular el conocimiento como algo provisional, que contempla múltiples construcciones y se forma a través de las negociaciones dentro de los límites de una comunidad (Popkewitz, 1998:549)”<sup>32</sup>.

En el constructivismo se distinguen dos principios esenciales:

---

<sup>30</sup> Citado por López, R. (2003). Idea de constructivismo. Revista Praxis, Facultad de Ciencias humanas y Educación. Universidad Diego Portales. Santiago de Chile, 3(5), 1-10.

<sup>31</sup> Citado por Cubero, R. (2005). Perspectivas constructivistas. La intersección entre el significado, la interacción y el discurso. España, Grao, p. 16

<sup>32</sup> *Ibíd.*, p.17

Para Ernest (1995), en la metáfora de la construcción está contenido el primer principio del constructivismo, expresado como sigue por Von Glasersfeld (1989a:182): “el conocimiento no es recibido pasivamente sino que es activamente construido por el sujeto cognoscente”, mientras que el segundo principio señala que “la función de la cognición es adaptativa y sirve para organizar las experiencias del mundo, no para descubrir la realidad ontológica”

En suma, “para los constructivistas toda concepción, todo saber y toda comprensión es siempre construcción e interpretación del sujeto viviente” (Glasersfeld, 1990:21), por ello, el constructivismo puede también ser concebido como un posible “modelo de conocimiento en seres vivos cognitivos que son capaces, en virtud de su propia experiencia, de construir un mundo más o menos digno de confianza” (Glasersfeld, 1990:36).

En esta versión relativista del conocimiento, las prácticas representativas de los sujetos constituyen los objetos del mundo, en donde el lenguaje (textos y discurso) desempeña un papel fundamental (Cubero, 2005), de modo que para la propuesta constructivista denominada *construccionismo social* las descripciones y los relatos construyen las versiones del mundo (Potter, 1996):

*“La realidad se introduce en las prácticas humanas por medio de las categorías y las descripciones que forman parte de esas prácticas. El mundo [...] se constituye de una u otra manera a medida que las personas hablan, escriben y discuten sobre él” (p.130)*

### *Constructivismo desde una dimensión psicológica*

Antes de abordar cómo se explican los procesos de construcción de conocimiento en los individuos, es importante señalar que en este trabajo, asumimos por representaciones mentales aquellas construcciones hipotéticas que tienen lugar en el sujeto para explicar o comprender un fenómeno, las cuales pueden diferir en

su contenido pero no en el proceso en que las personas las construyen o manipulan.

El uso de nuestras representaciones (sean estas proposicionales, modelos mentales o imágenes mentales) no se restringe a ámbitos específicos de nuestra vida, sino que las utilizamos para resolver todo tipo de problemas. Asimismo, hay que considerar que la construcción de estas representaciones está influida por la percepción visual, la comprensión del discurso, el razonamiento, la representación del conocimiento y la experiencia, implicándose un proceso de interacción entre el mundo de la experiencia y el de las ideas (Tamayo 2002).

Por su parte, Piaget (1926)<sup>33</sup> concluye, a partir de su estudio sobre las representaciones espontáneas de los niños, que éstos en su interacción con la realidad, construyen activamente los significados de los objetos, hechos y fenómenos que forman parte de su experiencia. Además, esta construcción es realizada en cada momento y está de acuerdo con el nivel de desarrollo cognitivo del niño. Estos planteamientos tienen implicaciones educativas importantes, porque ponen el énfasis en la participación activa del alumno en la construcción de su aprendizaje y da pauta para la organización de la enseñanza escolar en torno a las representaciones de los niños, como se verá más adelante.

Por lo que se refiere a las investigaciones que se han construido para dar cuenta de la naturaleza de los procesos que tienen lugar al interior del sujeto que conoce, encontramos, de acuerdo con Carretero (2004), que Piaget sigue ofreciendo en la actualidad la visión más completa del desarrollo cognitivo, ya que gran parte de su obra trata de explicar cómo van evolucionando los esquemas<sup>34</sup> y el conocimiento del niño a lo largo de diferentes edades, de tal forma que concibe el aprendizaje en relación íntima con el desarrollo (Zambrano, 2009).

---

<sup>33</sup> *Ibíd.*, p.40

<sup>34</sup> Para Piaget, los esquemas son marcos asimiladores que hacen posible la interpretación de la realidad, acciones que pueden realizarse sobre los objetos con los que interactuamos en nuestra experiencia cotidiana, sin embargo, estos esquemas no son realidades aisladas, sino que se relacionan entre sí, en función de ciertas reglas; son por tanto, estructuras cognoscitivas que tienen propiedad organizativa, o sea, que el conocimiento de las personas está organizado en forma de esquemas (Cubero, 2005).

Según Piaget, el conjunto de esquemas organizados da lugar a las estructuras y lo explica diciendo que, si tomamos un sujeto y analizamos sus respuestas ante determinados problemas, podemos inferir el nivel de funcionamiento cognitivo que le es característico. Este nivel de funcionamiento puede ser calificado como típico de cierto nivel estructural, y en este sentido, propuso cuatro tipos generales de estructuras. Estas estructuras cognitivas, mediante las que damos cuenta del nivel de desarrollo cognitivo, evolucionan a lo largo de la vida de un individuo, que va de la estructura sensorio-motriz a la de las operaciones concretas, y de ésta a la estructura de las operaciones formales (Cubero, 2005).

Es decir, desde el punto de vista piagetiano, el funcionamiento cognitivo, está mediatizado por la acción de los procesos de *asimilación* y *acomodación*, donde la asimilación es entendida como la incorporación de información a los esquemas (o estructuras de conocimiento) ya existentes en el sujeto, por tanto, dicha asimilación estará determinada en gran medida por los intereses, motivaciones y los conocimientos previos de quien aprende (Carretero, 2004; Cubero, 2005; Pozo, 2008).

En cuanto a la acomodación, se considera que mediante este proceso, el individuo transforma la información que ya tenía en función de la nueva. De este modo, la acomodación implica la transformación de los esquemas que se ajustan a la realidad, a nuevas situaciones y experiencias. Cuando el sujeto se encuentra ante una situación novedosa, intenta asimilar la nueva información a las estructuras de las que dispone, pero cuando esto no es posible, el sistema ha de ser transformado en otro que sea capaz de dar cuenta de la nueva experiencia de la persona (Carretero, 2004; Cubero, 2005).

Así tenemos que el desarrollo y la construcción de nuevos esquemas, y por lo tanto de nuevas estructuras, se da por un proceso de *equilibración-desequilibrio-reequilibración*, de modo que de unos estados de equilibrio se pasa a otros de equilibrio superior. Este proceso dinámico recibe el nombre de *equilibración*” (Cubero, 2005). Esta equilibración, ocurre entonces cuando se ha alcanzado un

equilibrio entre las discrepancias o contradicciones que surgen entre la información nueva que hemos asimilado y la información que ya teníamos y a la que nos hemos acomodado (Carretero, 2004). “Este acto de la inteligencia en el cual la asimilación y la acomodación se hallan en equilibrio constituye una *adaptación* intelectual” (Flavell, 2007: 67).

De hecho, como lo indica Pozo (2008), lo que define a un modelo constructivista es la *construcción dinámica* del conocimiento, es decir, son los procesos de reestructuración mediante los que el conocimiento cambia. En este sentido, admite que “las teorías constructivistas del aprendizaje asumen que éste consiste básicamente en una reestructuración de los conocimientos anteriores, más que en la sustitución de unos conocimientos por otros” (p: 139).

De este modo, el constructivismo, aplicado a la enseñanza permite colocar al alumno en el centro de la enseñanza y del aprendizaje “como sujeto *mentalmente activo* en la adquisición del conocimiento, al tiempo en que se toma como objetivo prioritario el *potenciar sus capacidades de pensamiento y de aprendizaje*” (Hernández, 1997: 285). Lo cual supone que cada sujeto *tiene* que construir sus propios conocimientos y que no los puede recibir contruidos de otros, por lo que la construcción es una acción personal, en el sentido de que tiene lugar en el interior del sujeto y sólo puede ser realizada por él mismo. No obstante, los otros pueden facilitar la construcción que cada sujeto tiene que realizar por sí mismo (Delval, 1997: 15).

Pero entonces, ¿qué papel juegan los otros y el contexto en que se desarrollan los procesos de aprendizaje? Para Piaget, los procesos sociales adquieren relevancia en la medida en que recurre al concepto de conflicto cognitivo para explicar los mecanismos por los cuales la interacción social promueve el desarrollo. De acuerdo con la teoría piagetiana, “la contradicción entre las comprensiones de las personas y las nuevas experiencias llevan a una dinámica de desequilibrios y reequilibraciones posteriores que a su vez culminan en nuevos aprendizajes” (Cubero, 2005: 42). Estas contradicciones mueven a las personas a cuestionar

sus propias ideas y buscar explicaciones alternativas. De esta manera, podemos decir que el conflicto cognitivo se convierte en un motor del aprendizaje. En este sentido, el lenguaje se convierte en el sistema de signos privilegiado para el desarrollo psicológico humano, pues el lenguaje media la relación con los otros.

De esta forma, el aprendizaje no puede ser considerado ya más como una actividad individual, sino más bien social, al reconocerse la importancia de la interacción social para el aprendizaje, pues se ha comprobado cómo el alumno aprende más eficazmente cuando lo hace en un contexto de colaboración e intercambio con sus compañeros. Igualmente, se ha observado cómo las discusiones en grupo y el poder de la argumentación en la discrepancia entre alumnos que poseen distintos grados de conocimiento sobre el tema, estimulan y favorecen el aprendizaje (Carretero, 2004).

### *Aprender y enseñar ciencias desde una perspectiva constructivista*

Como lo plantea Pozo (2004), la idea central que subyace en el enfoque constructivista es que aprender y enseñar, lejos de ser meros procesos de repetición y acumulación de conocimientos, implican transformar las representaciones de quien aprende, que debe reconstruir individualmente los productos y procesos culturales con el fin de apropiarse de ellos.

Esto indudablemente tiene aplicación en el campo de la enseñanza de las ciencias porque implica modificar la percepción que se tiene sobre la naturaleza de la ciencia y adoptar un enfoque constructivista para su enseñanza en la escuela. Por ello, es preciso alejarnos de la concepción positivista de la ciencia, según la cual la ciencia es un conjunto de conocimientos verdaderos absolutos e irrefutables que pueden descubrirse a partir de la aplicación rigurosa de un “método científico” que debe comenzar por la observación de los hechos, de la cual deben extraerse las leyes y principios teóricos que rigen a la naturaleza, ideas que aún siguen presentes en nuestras aulas y en los medios de comunicación masiva.

Esta visión se ha visto superada entre los filósofos e historiadores de la ciencia, por nuevas concepciones epistemológicas, según las cuales “el conocimiento científico no se extrae nunca de la realidad sino que procede de la mente de los científicos que elaboran modelos y teorías en el intento de dar sentido a esa realidad” (Pozo y Gómez Crespo 2004: 24).

Bajo esta argumentación, podemos afirmar que la ciencia es una construcción humana, un proceso socialmente definido de elaboración de modelos para interpretar la realidad, de tal forma que las teorías científicas no son saberes absolutos o positivos, sino aproximaciones relativas, construcciones sociales que lejos de “descubrir” la estructura del mundo, o de la naturaleza, la construyen o la modelan (Pozo y Gómez Crespo, 2004).

Desde esta perspectiva, se hace necesaria una renovación de la enseñanza de las ciencias que ponga “a los alumnos en disposición de comprender los modelos científicos (así como la naturaleza de la ciencia y sus formas de pensamiento asociados) y a la vez de manejar con sentido crítico situaciones relacionadas con la ciencias” (Justi, 2006:173), donde para aprender ciencia estén implicadas tareas de comprender, comparar y diferenciar modelos científicos escolares y no acciones encaminadas a adquirir saberes absolutos.

Además, la ciencia no sólo es un producto acumulado en forma de teorías o modelos, sino que supone dos conjuntos de procesos igualmente importantes, aquellos asociados con la generación de hipótesis (contexto de descubrimiento), que tiene que ver con el origen y la evolución de las ideas y aquéllos que se vinculan con la comprobación de hipótesis científicas (contexto de justificación) (Duschl, 1997).

Abordar desde esta perspectiva la enseñanza de las ciencias, supone reconocer a la ciencia como un cuerpo de conocimientos dinámico y en evolución, por ello, enseñar ciencias no debe tener como meta presentar a los alumnos los productos de la ciencia como saberes acabados. Esto es lo que Duschl (1997) llama “evitar la ciencia final”.

Luego entonces, la enseñanza de la ciencia ha de hacerse desde una perspectiva histórica y temporal, intentando que los alumnos comprendan que la ciencia es un proceso constructivo, interpretativo y de búsqueda de significados, lo cual requiere abordar el aprendizaje como un proceso constructivo, de búsqueda de significados e interpretación, en lugar de reducir el aprendizaje a un proceso repetitivo o reproductivo de conocimientos sin sentido.

### *Las ideas previas: Punto de partida para la enseñanza de las ciencias*

Si se da por hecho que uno de los principios básicos del constructivismo, es precisamente el papel activo que el alumno asume en el proceso de aprendizaje y por tanto es el protagonista de su propio aprendizaje, entonces también se reconoce que “el conocimiento es construido por las personas a través de la interacción social y mediante experiencias con el medio físico” (Driver y Oldham, 2000,120), donde el individuo asume un papel activo con el medio físico, para darle sentido.

Por tanto, este enfoque -ampliamente aceptado por parte de la comunidad científica especializada en la educación en ciencias- asume que el alumno no es una *hoja en blanco* cuando llega a la escuela, pues igual que todas las personas, los niños “construyen *modelos* o *esquemas*, que utilizan para interpretar sus experiencias” (Driver y Oldham, 2000:116) o para comprender el mundo que les rodea. De este modo, el alumno llega al sistema escolar formal con un conjunto de construcciones mentales sobre el mundo natural, pero que no siempre se corresponden con las explicaciones científicas.

Estas construcciones mentales son reconocidos por la didáctica de las ciencias con diferentes denominaciones, entre las que destacan: “errores conceptuales”, “preconceptos”, “concepciones espontáneas”, “miniteorías”, “teorías implícitas”, “ciencia de los niños”, entre otras. Estas designaciones obedecen a una comparación establecida entre las ideas de los niños y la ciencia “de los científicos” (Izquierdo *et al*, 1999).



Sin embargo, otras -como “ideas previas” o concepciones alternativas<sup>35</sup> se interpretan como la comprensión propia de los niños sin establecer parámetros comparativos (Zambrano, 2009) y constituyen un factor clave para el aprendizaje, ya que todas las acciones de enseñanza estarán encaminadas hacia su transformación, esperando que paulatinamente vayan acercándose a las ideas aceptadas por la ciencia. Por tanto, en este trabajo preferimos utilizar el término “ideas previas” por ser éste un término que se refiere a una concepción que no ha sido transformada por la acción escolar.

A continuación se resumen algunas características de las ideas previas, señaladas por algunos autores (Pozo, 1992; Wandersee, Novak & Mintzes, 1994; Gallegos, 1998)<sup>36</sup>:

- Son universales porque se encuentran presentes de manera semejante en diversas edades, género y culturas.
- Son de carácter implícito, implica que los estudiantes no llevan a cabo una “toma de conciencia” de sus ideas y explicaciones.
- No se modifican mediante una enseñanza tradicional de la ciencia.
- Guardan ciertas semejanzas con ideas que se han presentado en la historia de la ciencia.
- Tienen su origen en la experiencia de los sujetos con relación a los fenómenos cotidianos, en la interacción con los otros y a partir de la enseñanza escolar.
- Frecuentemente, profesores y alumnos comparten las mismas ideas previas.
- Interfieren con lo que se enseña en la escuela, dando como resultado aprendizajes deficientes.

---

<sup>35</sup> El término concepciones alternativas implica la existencia de una idea que le permite a un sujeto, interpretar un proceso o fenómeno y que cuenta, al menos, con otra idea alterna entre las que elige conscientemente la que considera la mejor explicación. (<http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048>)

<sup>36</sup> Citado en <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048>

En consecuencia, es importante señalar que el conocimiento de las ideas previas que poseen los alumnos no es un fin en sí mismo, su importancia radica no sólo en el hecho de conocer el pensamiento de los niños que puede ser presentado en un inventario de pensamientos sin una intencionalidad. Es decir, su importancia reside en que proporcionan información valiosa sobre importantes construcciones mentales, cuya naturaleza puede representar un obstáculo para el aprendizaje de los conocimientos científicos y por ello, deben ser el punto de partida para la enseñanza de saberes científicos.

## *2.2 La modelización: Una propuesta para enseñar ciencias*

Hoy en día, es ampliamente aceptado por la comunidad científica que el conocimiento científico es una construcción humana, donde la ciencia *construye* interpretaciones de los fenómenos, mediante la utilización de *modelos* y es por ello que se habla de una visión constructivista de la ciencia (Sanmartí 2004).

Desde esta perspectiva de considerar a la ciencia como una construcción de modelos (contextuados), se acepta que las interpretaciones no son la realidad sino modelos que son considerados como “objetos abstractos cuyo comportamiento se ajusta exactamente a las definiciones”, pero cuya relación con el mundo es compleja, por tanto, “el ajuste modelo-realidad no es global, sino solo relativo a aquéllos aspectos del mundo que los modelos intentan capturar” (Giere, 1999:64).

Siguiendo a Giere, un modelo teórico es cualquier representación, en cualquier medio simbólico, que permite pensar, hablar y actuar con rigor y profundidad sobre el sistema que se estudia, de este modo, son considerados modelos no sólo aquellos altamente abstractos, sino también las maquetas, las imágenes, las tablas, los grafos, las redes, las analogías... siempre que habiliten, a quien los usa, a describir, explicar, predecir e intervenir (Adúriz-Bravo, 2009).

En consecuencia, las teorías y los modelos son construcciones humanas que se ajustan más o menos a los hechos del mundo y que son representativos de ciertas

perspectivas. Sin embargo, las comunidades científicas son capaces de acordar sobre cuáles son los modelos que mejor representan la realidad, desde un determinado enfoque. Por tanto, se afirma que “el núcleo de una teoría científica no lo constituye un conjunto de axiomas o leyes sino un conjunto de modelos” (Sanmartí, 2004: 46), consensados socialmente.

Para Gilbert, Boulter y Elmer (2000)<sup>37</sup> “un modelo es una representación de una idea, objeto, acontecimiento, proceso o sistema, creado con un objetivo específico”, además contienen metáforas y analogías que sirven para conocer algo nuevo a partir de lo ya conocido, algo capaz de unir dos realidades antes desconocidas entre sí (García y Sanmartí, 2006).

Por su parte, la modelización se presenta aquí como una alternativa metodológica para planificar y desarrollar la enseñanza de las ciencias, basada en actividades de construcción de modelos representacionales por parte de los estudiantes.

Desde este enfoque, la enseñanza de las ciencias es vista como un proceso de modelización, donde hacer ciencia escolar es realizar una actividad en la que convergen las representaciones imaginadas, la experimentación y la discusión sobre ellas (Sanmartí, Márquez y García, 2002).

En palabras de Guidoni (1985)<sup>38</sup>, podríamos decir que en la actividad científica escolar confluyen las tres dimensiones del sistema cognitivo humano, aquellas que al actuar permiten la emergencia de conocimiento personal en “contexto”: lenguaje, representación mental y acción, dando lugar a un aprendizaje significativo, el cual se construye cuando hay coherencia entre estas tres dimensiones y por ello permite hacer lo que se piensa y decirlo de tal manera que transforma tanto lo que se ha hecho como lo que se ha pensado [...] para poder actuar y pensar de nuevo.

---

<sup>37</sup> Citado por Justi, R. (2006). La enseñanza de las ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias*, 24(2), 175.

<sup>38</sup> Citado por Izquierdo, M.(2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las ciencias*, 23(1), 111-122

No obstante, los modelos científicos frecuentemente son complejos o son expresados mediante representaciones complejas. Por tal razón, lo que se enseña en las clases de ciencias son simplificaciones de esos modelos (Justi, 2006), que han sido sometidos a un proceso de transposición didáctica<sup>39</sup>.

Además, la investigación en el campo (Duit y Treagust, 2003)<sup>40</sup>, ofrece testimonios a favor de propuestas que buscan promover el cambio en las ideas de los alumnos, pues no basta considerar el cambio de conceptos aislados, ya que los conceptos científicos no existen de forma aislada e independiente de contextos sociales, ambientales y tecnológicos. Asimismo, es importante atender aspectos afectivos y sociocognitivos del aprendizaje y no sólo racionales, sin olvidar que “el aprendizaje es un proceso gradual de enriquecimiento y reestructuración de las estructuras conceptuales de los alumnos (Vosniadou y Ioannides, 1998)<sup>41</sup>.

Por tanto, desde la perspectiva de la modelización, el aprendizaje es entendido como la “reconstrucción de los modelos explicativos [...] y conseguir que estos modelos [sean] coherentes, correspondientes y robustos” (Gutiérrez, 1999: 55), de tal manera que con cada aprendizaje, el sujeto es capaz de construir o reconstruir mejores modelos explicativos de la realidad.

Ante este reto, Justi (2006) ofrece tres argumentos para justificar la construcción de modelos en la enseñanza de las ciencias, al cumplir éstos las siguientes finalidades:

- *Aprender ciencia*, implica que los alumnos tengan conocimientos sobre la naturaleza, ámbito de aplicación y limitaciones de los principales modelos científicos.

---

<sup>39</sup> Se aplica a los procesos que transforman el saber científico en algo apto para ser aprendido en diferentes edades y en diferentes contextos, sin que por ello deje de ser riguroso y abstracto (Izquierdo, et al, 1999).

<sup>40</sup> Citado por Justi, R. (2006). La enseñanza de la ciencia basada en la elaboración de modelos. Enseñanza de las ciencias, p.174

<sup>41</sup> Ibíd, p.175

- *Aprender sobre ciencia*, significa que los alumnos comprendan la naturaleza de los modelos y ser capaces de evaluar su papel en el desarrollo y difusión de los resultados de la investigación científica.
- *Aprender a hacer ciencia*, se refiere a que los alumnos deben ser capaces de crear, expresar y comprobar sus propios modelos.

De esta manera, los modelos son los constructos principales del conocimiento científico escolar, siempre y cuando conecten con fenómenos que sean relevantes para los que aprenden y permitan pensar sobre ellos para poder actuar (Izquierdo *et al*, 1999).

Para la didáctica de las ciencias, lo anterior implica aprender a cambiar las formas de ver los fenómenos, de razonar, de hablar y de actuar, lo cual involucra las acciones del profesorado para favorecer el proceso de modelización de los alumnos con la finalidad de “dar sentido” a los hechos del mundo (Izquierdo *et al*, 1999), un sentido que ha de tender a ser coherente con el conocimiento científico actual (Sanmartí, Márquez y García, 2002).

En este sentido, la enseñanza de las ciencias en la escuela consiste en ayudar a los alumnos a construir modelos cercanos a la ciencia escolar que sean significativos para ellos. Estos modelos serán relevantes, siempre y cuando sean un vínculo para *pensar, hablar y actuar*.

En este contexto, se denomina “modelización al proceso de construir estas relaciones y entendemos que es clave para aprender ciencias, puesto que a través de él, los estudiantes saben dar sentido a los hechos del mundo utilizando modelos cada vez más complejos” (García y Sanmartí, 2006).

### *Pensar, hablar y actuar: Acciones implicadas en el proceso de modelización*

En efecto, en el acto de pensar quedan implicadas las acciones cognitivas que entran en juego al momento de realizar las distintas representaciones mentales,

las cuales tienen su origen en observaciones iniciales (directas o indirectas, cualitativas o cuantitativas) acerca de la entidad que está siendo modelada. De acuerdo con Tamayo (2002), dichas representaciones son construcciones que los sujetos realizan para comprender el mundo.

En el proceso de modelización, se espera que inicialmente cada alumno, de forma individual, elabore su modelo mental y posteriormente lo comunique a los compañeros del grupo y tan pronto comiencen las discusiones entre los miembros, comenzará de la misma manera un proceso de construcción de un modelo consensuado por todo el grupo (Justi, 2006), esto demanda un cambio en las formas de hablar sobre el fenómeno, por tanto habrá que pasar de un lenguaje afirmativo a un lenguaje más hipotético y argumentativo (Sanmartí, Márquez y García, 2002).

Desde la modelización, hacer ciencia en la escuela implica necesariamente llevar al aula, actividades que permitan a los estudiantes analizar la realidad, reflexionar y discutir en torno a ella para que a través de la discusión colectiva se llegue a la reconstrucción racional de los fenómenos que han de aprenderse, ya que la expresión verbal de las ideas posibilita tanto su organización como que se puedan discutir o validar, contribuyendo todo ello a la construcción del conocimiento (García, Sanmartí, 2006), pues tal como lo señala Lemke (1997), se trata de aprender a “hablar ciencia”, una “lengua” que sirve para comunicarse en el contexto científico, y que está caracterizada por su estructura lingüística, su vocabulario y una simbología propia.

Otro elemento importante a considerar en el proceso constructivo de los modelos científicos escolares, es pedir a los alumnos que comprueben o contrasten sus modelos iniciales. Para ello, es muy común que se recurra al experimento. Esto da oportunidad para mostrar al alumno que los experimentos pueden ser vistos como “una actividad esencial mediante la cual los modelos se elaboran y evalúan” (Erduran, 2001) y al mismo tiempo favorecer la comprensión de que “la actividad

cognitiva es la fundamental en el desarrollo del conocimiento científico” (Justi, 2006: 180).

De esta manera, la enseñanza científica sustentada en la modelización rompe con el modelo de transmisión de conceptos aislados e inconexos, característicos del modelo tradicional. En cambio, la enseñanza, vista como un proceso de modelización, da oportunidad a que los alumnos aporten sus propios modelos e ideas, al tiempo que da coherencia a todo lo que se va aprendiendo.

De esta forma, recobran importancia las ideas previas del niño, con las cuales llega dotado a la escuela, en las que subyace una determinada estructura conceptual, facultades cognitivas propias de un estado psicoevolutivo y un cúmulo de experiencias particulares, estrechamente relacionadas con el contexto sociocultural en el que se desenvuelve.

El reconocimiento del papel activo que las concepciones de los estudiantes tienen en el aprendizaje de los conceptos científicos ha influido, de manera significativa, en el replanteamiento y la comprensión de problemas de índole conceptual, didáctica, curricular, de evaluación, de formación docente e incluso en el campo de la investigación, las ideas previas han sugerido nuevos enfoques en torno al aprendizaje<sup>42</sup>.

Es importante tener en cuenta que la transformación de las ideas previas no es un proceso abrupto, sino por el contrario, es un proceso lento y gradual. También es necesario reconocer que las posibles transformaciones de las ideas previas no ocurren de manera aislada, esto es, la transformación de una idea previa con independencia de otras; el proceso es mucho más complejo e intervienen en él diversos factores entre los que se pueden mencionar el contexto, el nivel de comprensión de los conceptos, si se trata de relaciones causales o funcionales, sólo por mencionar algunos.

---

<sup>42</sup> Citado en <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048>

## ***CAPÍTULO 3***

### ***MARCO REFERENCIAL***

Desde la perspectiva educativa de Banet (2001), conocer cómo ha ido cambiando el pensamiento científico sobre los procesos de nutrición humana, puede tener importancia para los profesores porque supone una mejor formación (cultural e histórica) sobre la materia de estudio, pues permite interpretar correctamente el significado de los conocimientos que actualmente se tienen. Además, supone un mejor dominio de la disciplina desde el punto de vista científico y educativo, ya que posibilita: a) identificar aquellas *ideas clave* que han producido reestructuraciones importantes en este campo de estudio, b) llamar la atención sobre posibles obstáculos de aprendizaje que pudieran tener los estudiantes al estudiar el tema, como consecuencia de reconocer las principales dificultades que han tenido los investigadores a lo largo de la historia para comprender la nutrición humana y c) dar una imagen dinámica de la naturaleza del conocimiento científico, al reconocer el carácter provisional de las teorías y del método de trabajo que utilizan los científicos.

Con base en lo anterior, se presentan en el primer apartado de este capítulo, algunos datos que se consideran relevantes para comprender cómo se fue construyendo el conocimiento científico sobre el proceso digestivo y la circulación sanguínea, mientras que en el segundo se presenta una síntesis sobre el conocimiento científico actualmente aceptado sobre la digestión-circulación.

#### ***3.1 Desarrollo histórico del conocimiento sobre el proceso digestivo y la circulación sanguínea***

##### ***El proceso digestivo***

La construcción del conocimiento sobre la nutrición humana, ha sido un proceso difícil, debido a la propia complejidad de esta función vital. Las ideas fueron



evolucionando desde aquellas más simplistas e inconexas sobre las funciones vitales, centradas en el organismo, a concepciones más complejas e integradoras de la nutrición dentro del marco de la teoría celular y de su interacción en el medio. En este sentido, las distintas explicaciones sobre las transformaciones que experimentan los alimentos durante el proceso digestivo han sido un referente importante para comprender los procesos de nutrición humana.

Como lo refiere Laín Entralgo (1998)<sup>43</sup>, en las descripciones realizadas por científicos de épocas anteriores sobre el sistema digestivo, se han observado:

- Relaciones entre el tubo digestivo y la vejiga de la orina, también entre el estómago y los riñones.
- El estómago considerado por siglos como el centro del proceso digestivo.
- Confusiones entre órganos del sistema digestivo con otros del sistema respiratorio, como ha sucedido entre tráquea y esófago.

De acuerdo con Banet (2001), las explicaciones sobre el proceso digestivo han evolucionado desde interpretaciones básicamente mecánicas hasta otras básicamente químicas. Desde Hipócrates (460-377 a.C.) hasta el siglo XVI, el proceso digestivo era descrito como un proceso mecánico, realizado por los dientes, seguido de un proceso de cocción en el estómago por acción del calor, dando como resultado una separación de sustancias asimilables y útiles de aquellas no aprovechables.

Posteriormente, los científicos incluidos en el movimiento iatroquímico<sup>44</sup> atribuían a causas químicas el desarrollo de los procesos fisiológicos. Uno de sus precursores –Paracelso (1493-1591)- describió la existencia en el estómago del ácido hambriento (hoy conocido como ácido clorhídrico).

---

<sup>43</sup> Referido por Banet (2001)

<sup>44</sup> La Iatroquímica fue una rama de la química y la medicina. Tuvo sus bases en la alquimia y buscaba encontrar explicaciones químicas a los procesos patológicos y fisiológicos del cuerpo humano y, proporcionar tratamientos con sustancias químicas (fue popular entre los años 1525 y 1660). Se la puede considerar como la precursora de la bioquímica.

Según Laín Entralgo (1998), la descripción de Silvio del proceso digestivo, consistía en dos procesos de fermentación que disolverían químicamente los alimentos. El primero, ocurriría en el estómago y transformaría el alimento en *quimo*, por la acción de la sal, la parte espirituosa de la saliva, el agua de las bebidas y los alimentos y, el calor que llegaría al estómago desde el corazón. El *quimo* experimentaría una segunda fermentación en el intestino -por la acción de la bilis alcalina y el jugo pancreático, de naturaleza ácida- convirtiéndose en *quilo*. De esta manera, Silvio reconoció la intervención de distintas secreciones en la digestión. Además descartó la posibilidad de que la sangre se elaborara en el hígado a partir del alimento transformado (*el quilo*), como sostenía el modelo galénico.

Sin embargo, no hubo acuerdo para explicar el destino y utilidad de los alimentos digeridos, pues mientras Silvio señalaba que el quilo se dirigiría al bazo por medio de la circulación sanguínea para ser transformado en nutrimentos para el organismo -otro iatroquímico-Thomas Willis (1631-1675), señalaba que la sangre se produciría en los vasos sanguíneos como consecuencia de la fermentación de las sustancias nutritivas de los alimentos.

Banet (2001) señala que, a pesar de las aportaciones de los iatroquímicos, que mostraron una nueva perspectiva para interpretar la digestión, no fue sino hasta 1752 en que R.F. de Reamur, ofreció una de las primeras evidencias científicas de la naturaleza química del proceso digestivo, pues según Asimov (1973)<sup>45</sup> este científico logró identificar en sus investigaciones con halcones un líquido amarillo que disolvía los alimentos. Posteriormente, en 1777, E. Stevens comprobó que las acciones de este líquido (actualmente conocido como jugo gástrico) también sucedían fuera de los organismos.

Durante los siglos XVIII y XIX, las investigaciones pusieron en evidencia muchos detalles sobre las secreciones digestivas y naturaleza de sus acciones. Por ejemplo, los estudios de F. Tiedemann (1781-1861) y L.G. Gmelin (1788-1853) revelaron el papel de la bilis en la digestión de las grasas y las transformaciones

---

<sup>45</sup> Referido por Banet (2001).

del almidón en azúcares como consecuencia de la acción del jugo pancreático. Asimismo, las investigaciones de William Beaumont (1785-1853) mostraron la existencia de un principio activo, distinto del ácido clorhídrico, que más tarde Schwann (1835) denominó pepsina. Años después se identificó ptialina en la saliva.

Por su parte, Claude Bernard (1813-1878) llegó a establecer las acciones del jugo pancreático sobre el almidón, las grasas y las proteínas mediante sus investigaciones sobre la digestión gástrica e intestinal. Contrario a las ideas de su tiempo, concluyó que el intestino era el órgano en el que tenían lugar las acciones químicas más intensas sobre los alimentos y en el que tendría lugar la absorción de las sustancias resultantes. Además, demostró que el hígado no sólo secreta bilis, sino que participa en la formación de glucosa (proceso, conocido actualmente como glucogénesis), identificando a este órgano como fuente de azúcar para la sangre.

Es así como a partir de estas y otras aportaciones que a finales del siglo XIX, se tenía ya una explicación bastante completa del proceso digestivo. Sin embargo, el desarrollo de la bioquímica del siglo XX, dio un importante fundamento científico a las transformaciones moleculares que suceden en el tubo digestivo.

### *La circulación de la sangre*

#### Primeros modelos griegos

En la revisión realizada por Banet (2001), se señala que los médicos hipocráticos (siglo IV a.C.) consideraban que el cuerpo humano estaba formado por componentes líquidos (los humores) y partes sólidas (los órganos). En tanto que las transformaciones, mezclas, interacciones entre dichos humores eran entendidos como los procesos responsables del funcionamiento de los organismos. Por analogía a los cuatro constituyentes del mundo (agua, aire, tierra y fuego), se distinguían también cuatro humores -bilis amarilla, bilis negra, sangre y flema- producidos respectivamente, por el hígado, bazo, corazón y cerebro- de cuyo equilibrio dependería el funcionamiento adecuado del cuerpo, por tanto, los

órganos tenían una importancia secundaria al ser considerados sólo bombas, depósitos o evacuantes de los humores.

La vida dependería de la alimentación y de la producción de calor por parte del organismo (calor interno o innato), proceso que ocurriría en el corazón y tendería a elevar la temperatura; por lo que se hacía necesario un mecanismo de refrigeración del cuerpo, el cual era atribuido a la respiración. En consecuencia, el aire entraría a los pulmones y sería transportado por el sistema circulatorio al corazón para producir el enfriamiento de la sangre, indispensable para mantener la vida. Además proporcionaría *pneuma*, cuya función sería alimentar el calor interno (similar a como se insufla aire con un fuelle en una fogata).

Aristóteles (384-332 a.C.), también aceptaba la producción de calor interno en el corazón y la existencia de mecanismos de refrigeración del cuerpo, atribuyendo a la respiración una función básicamente fisiológica. No diferenciaba arterias de venas y, creía que los grandes vasos y nervios nacían del corazón.

Durante el desarrollo científico de Alejandría (siglo III a.C.) se establecieron las diferencias entre venas y arterias, proponiendo que el movimiento de la sangre por el cuerpo (ascendente y descendente) sería el responsable de la entrada y expulsión del aire del organismo, desplazando la idea del fuelle.

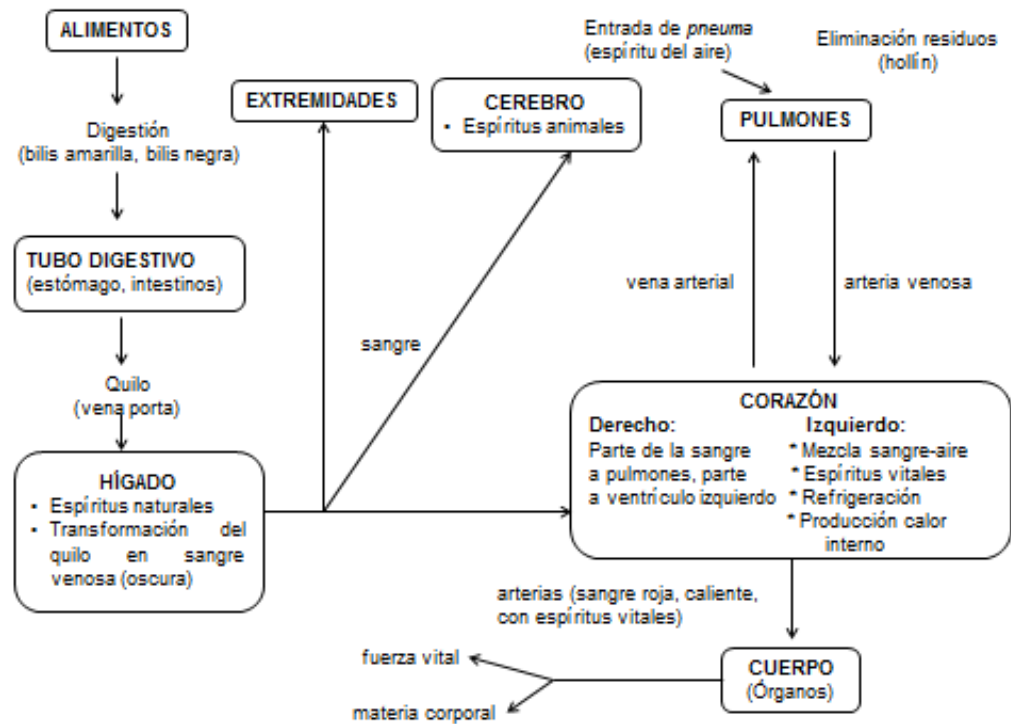
### El modelo de Galeno

Este modelo relaciona e integra las principales funciones del cuerpo humano. Como explica Crombie 1974)<sup>46</sup> para Galeno el funcionamiento del cuerpo podía explicarse a partir de los humores, los espíritus o *pneumas* y de tres órganos principales (hígado, corazón y cerebro), reconociendo así la importancia de los órganos como soportes anatómicos de las funciones vitales (figura 1).

---

<sup>46</sup> Ibíd

Según Fresquet (2006), Galeno sostenía que el alimento ingerido pasaba al estómago para convertirse en *quilo* por la acción de la bilis amarilla y la bilis negra. Posteriormente, el quilo se transformaría en sangre venosa oscura en el hígado y recibiría los espíritus naturales. Se iniciaría así la circulación de la sangre (causada por los espíritus naturales y no por la contracción del corazón) por el sistema venoso, cargada de alimentos y espíritus naturales, distribuyéndose por todo el cuerpo para ser convertida en sustancia propia de cada parte.



**Figura 1.** Modelo explicativo de Galeno sobre los procesos de nutrición humana, según Banet (2001).

La sangre venosa procedente del hígado llegaría al corazón derecho (en este tiempo se conocía que éste órgano estaba interiormente dividido por un tabique – *septum*– en dos cavidades: ventrículos derecho e izquierdo); una parte de la sangre iría a los pulmones por la vena arterial (hoy conocida como arteria pulmonar), para alimentarlos; otra parte iría al ventrículo izquierdo atravesando el septum, a través de pequeños poros.

Según Galeno, este ventrículo también conectaría con los pulmones a través de las arterias venosas (venas pulmonares) para recibir aire (cargado con *pneuma* o espíritu del aire) de los pulmones, que se mezclaría con la sangre venosa originada en el hígado, produciendo *calor innato* debido a los procesos de combustión que sucederían en el ventrículo izquierdo. Consecuentemente, la sangre se calentaría, adquiriendo un color rojo intenso y vitalizándose por los *espíritus vitales* producidos en el corazón. Posteriormente se distribuiría por todo el cuerpo a través del sistema arterial, mientras que el aire serviría para refrigerar el cuerpo. En tanto que los productos resultantes de las combustiones internas serían expulsados por los pulmones. Para mantener este proceso, la sangre debería elaborarse de forma continua en el hígado (Banet, 2001).

Las primeras objeciones al modelo galénico (que fue el referente durante más de quince siglos) se realizaron durante los siglos XVI y XVII, conforme se fueron conociendo más detalles sobre el sistema circulatorio, gracias a los trabajos de Miguel Servet (1511-1553) y William Harvey (1578-1657).

Mediante sus estudios fisiológicos, Servet logró establecer la circulación pulmonar. Algunas de sus conclusiones fueron las siguientes (Banet, 2001):

- No existían dos tipos de sangre: venosa -con espíritus naturales- y arterial -con espíritus vitales- sino sólo una.
- La vena arteriosa (arteria pulmonar) era muy ancha, por tanto su finalidad no sólo sería nutrir los pulmones, sino que sus dimensiones estarían relacionadas con el cambio de color de la sangre al pasar por los pulmones; atribuyendo dicho fenómeno a que la sangre era “nutrida por el aire inspirado” y eliminaba impurezas.
- La sangre purificada pasaría de los pulmones al ventrículo izquierdo por la arteria venosa (venas pulmonares) y no por el *septum*.
- El espíritu sanguíneo se originaría en el ventrículo izquierdo con la participación del aire, proveniente de los pulmones y se transportaría al resto del cuerpo por medio de las arterias.

Por su parte, Harvey sostuvo que la sangre era bombeada alrededor del cuerpo por el corazón en un movimiento circular, pues consideraba que el corazón era responsable de revitalizar la sangre. Por tanto, era necesario que ésta regresara a dicho órgano después de cada vuelta. De sus principales argumentos en favor de esta teoría, se mencionan los siguientes:

- Calculó que el hígado necesitaría producir 540 libras (unos 250 litros) de sangre por hora a partir de los alimentos para que el cuerpo funcionara; algo que no sería razonable. Además, este desplazamiento originaría una gran presión que produciría el estallido de las arterias, por lo que concluyó que la sangre se va reciclando.
- La presencia de válvulas tanto en el corazón como en la venas, le llevó a concluir que las primeras impedirían el regreso de la sangre que ha sido lanzada por los ventrículos a las arterias; mientras que las segundas sólo permiten que la sangre fluya hacia el corazón.
- Supuso que venas y arterias deberían estar conectadas para dar continuidad a la circulación, por lo que llegó a inferir la existencia del sistema capilar.
- Demostró la contracción simultánea de los ventrículos, lo que haría imposible que el flujo sanguíneo tomara una dirección determinada y preferente, descartando el paso de la sangre del ventrículo derecho al izquierdo a través del *septum*.

Continuando con la revisión de Banet (2001), encontramos que Harvey también consideró al corazón como un músculo hueco, atribuyendo la contracción cardiaca a una causa mecánica, responsable de la circulación sanguínea. Además, según Mason (1985)<sup>47</sup>, este notable médico también llegó a comprobar que:

---

<sup>47</sup> Ibíd

- Las arterias –especialmente las más cercanas al corazón- eran más gruesas que las venas, atribuyendo estas diferencias al hecho de que aquéllas necesitarían soportar el choque de la sangre en sus paredes.
- Cuando el corazón se contrae (sístole), éste se endurece y las arterias se expanden rápidamente debido a la expulsión de la sangre (rechazando la idea de que los impulsos fueran provocados por espíritus), seguido por un estado de reposo (diástole).
- Esta pulsación sería responsable de que la sangre fuera transportada de las venas a las arterias por los ventrículos del corazón y que por ellos es distribuida a la totalidad del cuerpo.
- Primeramente las aurículas se contraen, enviando la sangre a los ventrículos. El ventrículo derecho la envía hacia los pulmones, por la vena arteriosa (que en realidad es una arteria). Y desde el ventrículo izquierdo, la sangre es enviada por las arterias a todo el cuerpo. También explicó que la mayor delgadez del ventrículo derecho, respecto al izquierdo, se debía al menor impulso que necesita la sangre para recorrer el circuito pulmonar.

### *3.2 Descripción de la digestión-circulación como procesos implicados en la nutrición humana*

Actualmente, la nutrición es entendida en el marco de la teoría celular y es una función que tiene efectos energéticos y plásticos en el organismo. Es un proceso bioquímico complejo que tiene lugar en las células. Los procesos fisiológicos de digestión, transporte y excreción, son esenciales para la nutrición celular. Al mismo tiempo, la nutrición supone un intercambio de materia y energía del organismo con el medio y por tanto, una continua interacción con el mismo. En este sentido, el ser humano es un importante agente de cambio (Rivadulla *et al*, 2008).

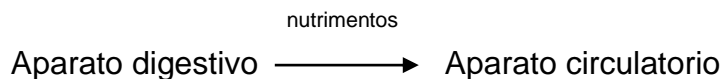
Desde esta perspectiva, se requiere comprender el organismo humano como una totalidad integrada, lo cual sólo es posible si las diversas estructuras corporales y



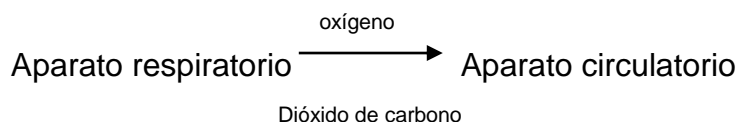
las funciones particulares que cada una de ellas realiza se interpretan y se relacionan reiteradamente con las funciones generales de nutrición, relación y reproducción que realizan todos los seres vivos, (Gómez,2004). Así por ejemplo, es indispensable que la función de nutrición humana se relacione muy estrechamente con los sistemas digestivo, respiratorio y circulatorio (Núñez y Banet, 1996).

De modo que, para entender la nutrición humana es fundamental comprender adecuadamente el papel del sistema circulatorio y sus relaciones con los demás sistemas, las cuales han sido sintetizadas por Benarroch (2008) de la forma que sigue:

*Relaciones digestión-circulación.* Las sustancias nutritivas resultantes de la digestión de los alimentos son transportadas por la sangre para ser utilizadas por las células –mínima parte viva de nuestro organismo- de nuestro cuerpo.



*Relaciones respiración-circulación.* El oxígeno recogido en los pulmones es transportado por la sangre para ser utilizado por las células de nuestro cuerpo. Además, el dióxido de carbono procedente del metabolismo celular y es transportado por la sangre para ser eliminado a través de los pulmones.



*Relaciones circulación-excreción.* Los desechos metabólicos producidos por las células en su metabolismo son transportados por la sangre hasta los riñones y las glándulas sudoríparas para ser excretados en forma de orina y sudor.

Desechos metabólicos

Aparato circulatorio → Aparato excretor

Sin embargo, dados los propósitos y extensión de este trabajo, sólo nos limitaremos a describir la relación digestión-circulación.

### *El proceso digestivo*

Según Mahan y Escott-Stump (1998), la mayoría de los nutrimentos de los alimentos se encuentran unidos en grandes moléculas que no pueden absorberse a partir del intestino debido a su tamaño o a que no son solubles. La transformación de los alimentos en sustancias utilizables por las células tiene lugar en el sistema digestivo, que es el responsable de reducir las grandes moléculas a unidades más pequeñas, fácilmente absorbibles y de la conversión de moléculas insolubles a formas solubles. La función adecuada de los mecanismos de absorción y transporte es crucial para liberar los productos de la digestión hasta las células individuales.

El sistema digestivo está conformado por un tubo muscular largo que se extiende desde la boca hasta el ano. Sus componentes son boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado e intestino grueso. Las glándulas salivales, hígado, vesícula biliar y páncreas son órganos que quedan fuera del tracto muscular gastrointestinal y ayudan a la digestión vaciando sus secreciones en el tracto. Es por esta razón que se les denomina órganos accesorios del sistema digestivo (Brady, 1991).

Para Mahan y Escott-Stump (1998) las funciones del sistema digestivo incluyen recepción, maceración y transporte de las sustancias ingeridas; secreción de enzimas digestivas, ácido, moco, bilis y otros materiales; digestión de comestibles ingeridos; absorción y transporte, almacenamiento y excreción de productos de desecho. Estas mismas autoras, describen el proceso digestivo de la siguiente manera:

La digestión se inicia en la boca, donde los dientes reducen el tamaño de las partículas mediante la masticación y los mezcla con saliva producida por las glándulas salivales. La alfa-amilasa (ptialina) contenida en la saliva inicia el proceso digestivo al transformar o hidrolizar el almidón. De esta manera, la saliva produce el primer cambio químico de los alimentos (transformándolos en moléculas más sencillas). Otro tipo de saliva contiene moco, una proteína que provoca la adhesión de las partículas de alimento y a la vez lubrica la masa de alimento masticado (bolo) para una fácil deglución.

Posteriormente la lengua empuja el bolo a la faringe (deglución), desplazándolo al interior del esófago (tubo muscular que conecta a la faringe con el estómago). Para asegurar que el bolo alimenticio penetre en el esófago, el paladar blando se desplaza hacia arriba cuando deglutimos y cierra el conducto nasal (abertura de la nariz hacia la garganta), entonces la epiglotis, ocluye automáticamente la abertura de la tráquea; al mismo tiempo se interrumpen los movimientos respiratorios, y el alimento penetra el esófago. Así la *peristalsis* mueve el alimento hacia el estómago.

La digestión química activa comienza en la porción media del estómago, donde se secreta diariamente un promedio de 2 000 y 2 500 ml de jugo gástrico. Éste contiene ácido clorhídrico, factor intrínseco, pepsinógeno, lipasa gástrica, moco y la hormona gastrointestinal gastrina. En el proceso de la digestión gástrica, el alimento se hace semilíquido (*quimo*), que contiene aproximadamente 50% de agua, el cual es impulsado al interior del intestino delgado. Se requieren cerca de 1 y 4 horas, dependiendo de la cantidad y tipo de alimento ingerido para que el estómago vacíe su contenido al intestino delgado.

El intestino delgado se divide en duodeno, yeyuno e íleon. El quimo ácido se mezcla con los jugos duodenales y las secreciones provenientes del páncreas y de las vías biliares. La mayoría de los procesos digestivos se completan en el duodeno, y el resto de la funciones se realizan principalmente durante la absorción de nutrimentos.

La bilis, es una mezcla que consiste predominantemente de agua y sales biliares, que reacciona ante la presencia de grasas y proteínas; mediante sus propiedades emulsificantes rompe las grasas en glóbulos diminutos para que las enzimas puedan digerirlas.

El páncreas secreta enzimas capaces de digerir muchas de las moléculas grandes restantes de carbohidratos, grasas y proteínas. Las enzimas proteolíticas incluyen tripsina, quimiotripsina, carboxipolipeptidas, ribonucleasa y desorribonucleasa. La tripsina y quimiotripsina se secretan en sus formas inactivas y se activan por la *enteroquinasa*, la cual se secreta en respuesta al contacto del quimo con la mucosa intestinal. La amilasa pancreática se secreta para hidrolizar el almidón. Por su parte, los líquidos que contienen grandes cantidades de bicarbonato -que se secreta bajo la influencia de la secretina- neutralizan el quimo altamente ácido.

El intestino delgado es el lugar en donde se realizan los más importantes procesos de absorción. Gracias al sistema de repliegues de la mucosa y la existencia de vellosidades. Cada vellosidad intestinal está constituida por un epitelio de revestimiento, cuyas células presentan en su cara libre numerosas expansiones citoplasmáticas que tienen forma de cepillo, lo que aumenta aún más su superficie y facilita la absorción. En el estroma de la vellosidad se encuentra una red vascular sanguínea y un vaso linfático central que reciben los productos de la digestión.

Después de que se han separado los nutrimentos, la parte restante del quimo es una mezcla acuosa que contiene principalmente material de origen vegetal no digerido. Esta mezcla penetra al intestino grueso. Aproximadamente 99% del agua en el quimo que entra al intestino grueso pasa a la corriente sanguínea, dejando así una masa semisólida de desecho llamada heces o materia fecal.

El intestino grueso tiene una longitud aproximada de 1.5 a 2 m y un diámetro de casi dos veces el del intestino delgado. En el intestino grueso se distinguen tres porciones (colón ascendente, colon transversal y colon descendente), su sección

terminal, que mide cerca de 17.5 cm., se llama recto, cuyo extremo que da al exterior del cuerpo es el ano. Después que el agua es reabsorbida del colon, la materia fecal se almacena temporalmente en el recto hasta que pasa al exterior del cuerpo por el ano, mediante el proceso conocido como defecación.

Por su parte Brady (1991) y Mahan y Escott-Stump (1998), refieren la absorción de nutrimentos como el proceso mediante el cual estas sustancias entran a la sangre circulante o a la linfa para ser llevados a todo el cuerpo. A continuación se presentan algunos elementos generales sobre dicho proceso, con base en estos mismos autores.

## Absorción de nutrimentos

### Carbohidratos

Los carbohidratos entran al duodeno en forma de polisacáridos (azúcares complejos como el almidón), disacáridos (por ejemplo la sacarosa o azúcar de caña, lactosa o azúcar de la leche) y monosacáridos (por ejemplo la fructosa o azúcar de las frutas o la miel). Los polisacáridos reaccionan con la alfa-amilasa (ptialina) contenida en la saliva y en el jugo pancreático, produciendo disacáridos que reaccionan con enzimas intestinales y producen monosacáridos (principalmente glucosa, galactosa y fructuosa), los cuales pasan a los capilares de las vellosidades intestinales, hacia el torrente sanguíneo, para ser transportados por la vena porta hacia el hígado. La glucosa y la galactosa se absorben por transporte activo gracias a un transportador que es dependiente de sodio; la fructuosa se absorbe mediante difusión facilitada.

El hígado recoge la sangre, para absorber, almacenar los nutrimentos de esta sangre gastrointestinal. Además de realizar otras transformaciones de síntesis, elimina toxinas, venenos y contaminantes. Luego, la sangre ya purificada entra en la vena cava inferior para regresar al corazón y los pulmones, para ser oxigenada y redistribuida.

## Proteínas

Las proteínas que entran en el tracto digestivo reciben primero la acción de enzimas llamadas proteasas. Las principales proteasas son la pepsina (presente en la secreción gástrica) y la tripsina (presente en la secreción pancreática). Estas enzimas provocan la hidrólisis<sup>48</sup> de las moléculas de proteínas muy grandes a compuestos intermedios (proteosas y peptonas) y subsecuentemente a aminoácidos (que constituyen la estructura fundamental de una proteína). En el proceso digestivo, la proteína se degrada en proteosas y peptonas en el estómago. Estos compuestos más simples son transformados posteriormente en polipéptidos y de ahí en aminoácidos en el intestino delgado, para después ser transportados al hígado vía vena porta para liberarse dentro de la circulación general.

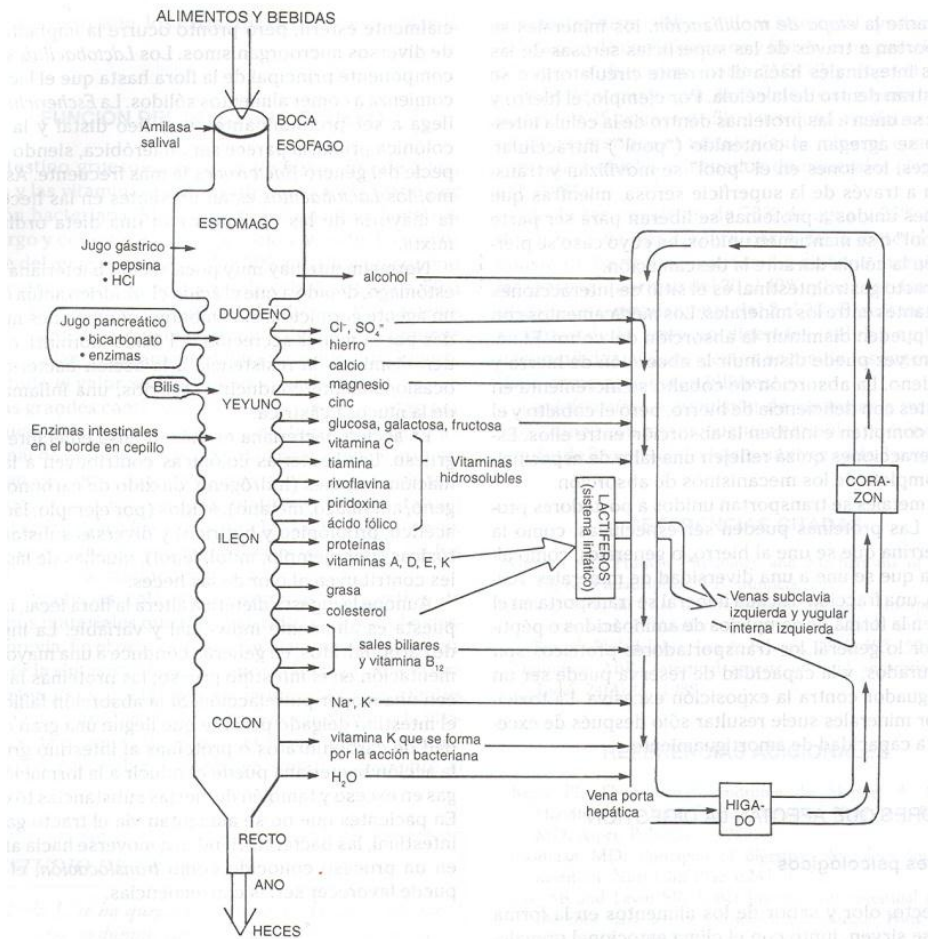
## Lípidos

Antes de que las grasas puedan ser digeridas, tienen que ser emulsificadas, es decir, dispersadas en pequeñas gotitas. Esta función es realizada en el intestino delgado por la bilis, secretada por el hígado. La emulsificación de los glóbulos de grasa ingeridos, proporciona una superficie mayor de contacto entre las moléculas de grasa y la lipasa pancreática, que es la principal enzima de la digestión de las grasas. Los productos finales de la digestión de las grasas son monoglicéridos, ácidos grasos y glicerol. Algunos ácidos grasos y el glicerol pueden ser absorbidos a la sangre a través de los vasos sanguíneos de las microvellosidades de la mucosa intestinal (Brady, 1991). No obstante, la mayoría de los ácidos grasos y de los monoglicéridos son absorbidos hacia el sistema linfático a través de los vasos quilíferos de estas mismas estructuras y transportados hacia el conducto torácico, vaciándose hacia el torrente sanguíneo en la unión de las venas yugular interna y subclavia izquierda. Después, son transportados hacia el hígado, donde los

---

<sup>48</sup> Degradación de compuestos orgánicos mediante incorporación de agua; los dos productos resultantes se reparten el agua: el grupo hidroxilo se fija a un producto y el hidrógeno al otro (Brady, 1991:64).

triglicéridos se reempaquetan y se transportan primariamente hacia el tejido adiposo (graso) para su metabolismo y almacenamiento. El colesterol se absorbe de manera similar después de hidrolizarse mediante una enzima pancreática. La figura 2 ilustra los sitios y rutas de absorción de los nutrimentos.



**Figura 2.** Diagrama que muestra los sitios de secreción y absorción en el tracto gastrointestinal. (Tomado de Mahan, K., Escott-Stump, S. (1998). Nutrición y dietoterapia de Krause. México, McGraw-Hill Interamericana).

Brady (1991) resume la digestión como el proceso mediante el cual los alimentos ingeridos pueden ser degradados a elementos más simples que pueden atravesar la mucosa intestinal y llegar a la sangre para ser utilizados por las células del cuerpo en la producción de energía y reparación de tejidos. En la digestión están implicados dos procesos, uno mecánico y el otro químico. La digestión mecánica consiste en cambiar el estado físico de la comida ingerida, reduciéndola a partículas diminutas para facilitar la digestión química. La digestión química

consiste en la hidrólisis del alimento; es decir, dividirlo en compuestos más simples para que puedan ser utilizados por el cuerpo (Brady1991).

### *La circulación sanguínea*

Según Villee (1996), el sistema circulatorio transporta elementos nutritivos y oxígeno a todos los tejidos del organismo, en tanto elimina los productos finales del metabolismo; también lleva hormonas a los órganos sobre los cuales actúan, además regula la temperatura del cuerpo. Está conformado por el corazón, vasos sanguíneos y linfáticos con su contenido de sangre, linfa, líquido cefalorraquídeo y líquido intercelular.

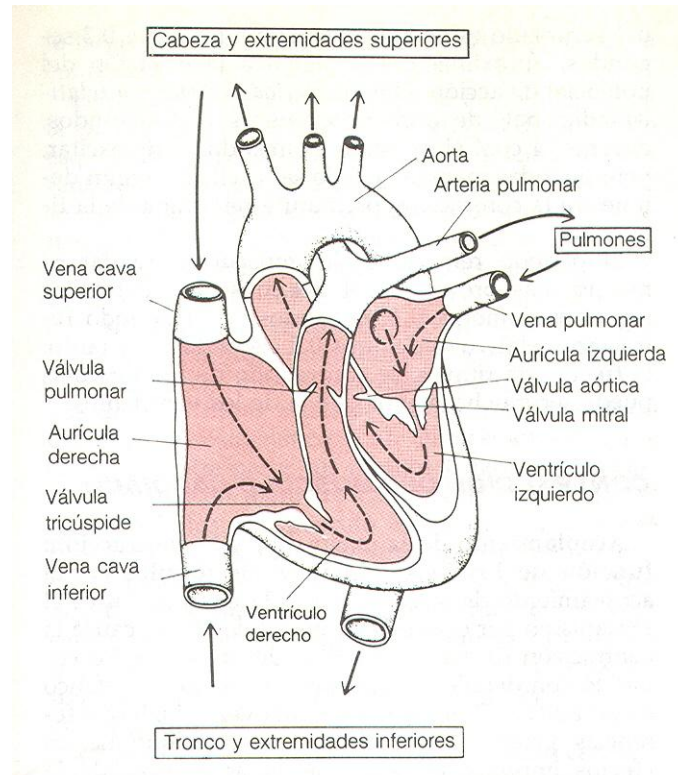
El sistema circulatorio humano tiene tres tipos de vasos sanguíneos: arterias, venas (tienen válvulas a todo lo largo de su trayecto, lo que evita el retorno de la sangre) y capilares. Las arterias llevan sangre desde el corazón hasta los tejidos, mientras que las venas la restituyen de los tejidos al corazón. Los capilares (vasos microscópicos) tienen la función de intercambiar los nutrimentos, gases y desechos entre la sangre y los tejidos.

La circulación sanguínea del cuerpo humano es cerrada porque la sangre no se pone en contacto directo con las células del organismo, sino que éstas son rodeadas por el líquido intersticial. Las sustancias deben difundirse desde la sangre por la pared de un capilar y atravesar el espacio ocupado por el líquido intersticial para llegar a las células.

El corazón (figura 3), se divide en cuatro cavidades, las superiores llamadas aurículas y las inferiores llamadas ventrículos. La aurícula derecha recibe la sangre de todo el cuerpo (excepto de los pulmones) por la vía de dos grandes venas, la vena cava superior, que reúne la sangre de la cabeza, brazos y parte superior del cuerpo, y la vena cava inferior, a la que llega la sangre de los miembros inferiores y parte inferior del cuerpo. La contracción de la aurícula derecha abre la válvula tricúspide y bombea la sangre al ventrículo derecho.



La contracción del ventrículo derecho cierra enseguida la válvula tricúspide, abre la válvula semilunar de este lado e impulsa la sangre por la arteria pulmonar hacia los pulmones para oxigenarse. La sangre regresa de éstos por las venas pulmonares, pasa a la aurícula izquierda y, por su contracción, la obliga a descender al ventrículo izquierdo previa abertura de la válvula mitral.

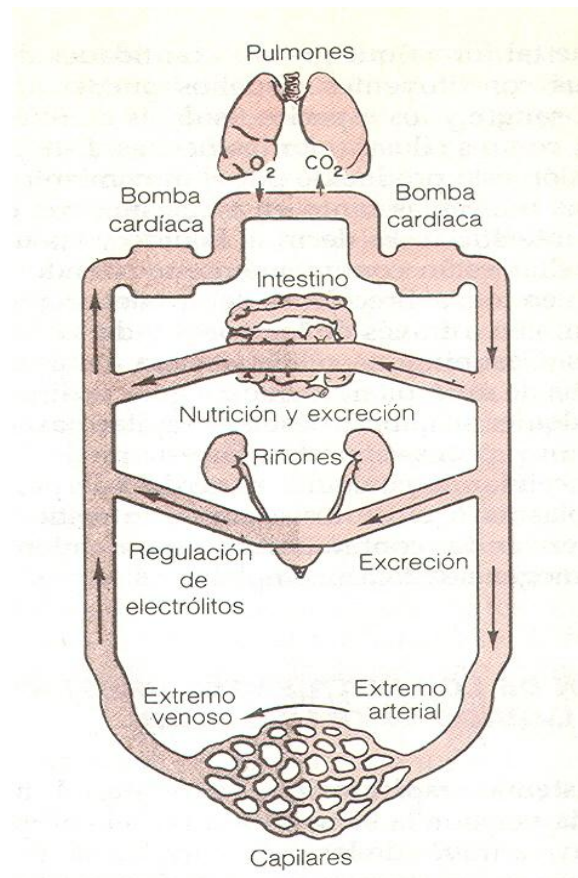


**Figura 3.** Estructura del corazón y curso del flujo sanguíneo a través de las cámaras cardíacas (Tomado de Guyton, A., 1992. Tratado de fisiología médica. Madrid. McGraw-Hill, Interamericana de España).

La contracción del ventrículo izquierdo cierra la válvula mitral, abre la semilunar y envía la sangre por la aorta a todo el sistema, menos a los pulmones. De esta manera, toda cantidad de sangre que entre en la aurícula derecha deberá dirigirse a la circulación pulmonar antes de alcanzar el ventrículo izquierdo y de ahí ser enviada a los tejidos.

La figura 4 ilustra la circulación completa de la sangre. Toda la sangre de la circulación atraviesa la totalidad del circuito un promedio de una vez cada minuto

en reposo y hasta seis veces por minuto cuando la persona se encuentra extremadamente activa (Guyton, 1992).



**Figura 4.** Diagrama que muestra la organización general del sistema circulatorio (Tomado de Guyton, A., 1992. Tratado de fisiología médica. Madrid. McGraw-Hill, Interamericana de España)

La circulación que realiza la sangre entre el corazón y los pulmones recibe el nombre de circulación menor y el recorrido que realiza entre el corazón y el resto del cuerpo recibe el nombre de circulación mayor.

Se considera que la circulación sanguínea del cuerpo humano es cerrada, doble y completa: cerrada (consiste en un sistema cerrado de conductos por los que circula la sangre: son las arterias, las venas y los capilares), porque no se comunica con el exterior; doble, porque posee dos circuitos; y completa, porque la sangre venosa y la sangre arterial no se mezclan nunca.

El sistema linfático

De acuerdo con Guyton (1992), el sistema linfático representa una vía accesoria por la cual los líquidos de los espacios intersticiales pueden llegar a la sangre, pero el hecho más importante es que los vasos linfáticos pueden extraer proteínas y partículas grandes de los espacios tisulares, cuando ninguno de estos productos puede pasar directamente por absorción hacia la sangre capilar. Esta eliminación de proteínas excedentes de los espacios tisulares es una función esencial para el mantenimiento de la vida.

Este sistema se origina en numerosos tubos cerrados que forman una red en los espacios tisulares, llamados capilares linfáticos, de calibre similar a los sanguíneos, que se unen y dan origen a vasos cada vez mayores. El sistema linfático está provisto de válvulas, que obligan a la linfa a circular en una sola dirección.

Toda la linfa procedente de la parte inferior del cuerpo, sube al conducto torácico y se vacía en el sistema venoso a nivel de la unión de la yugular interna izquierda con la subclavia.

La linfa de la mitad izquierda de la cabeza, del brazo izquierdo y partes del tórax también penetra en el conducto torácico antes de unirse al sistema venoso. La linfa de la mitad derecha de la cabeza y el cuello, del brazo derecho y algunas partes del tórax penetra en el conducto linfático derecho, que luego se vacía en el sistema venoso a nivel de la unión de la vena subclavia derecha con la vena yugular interna.

La linfa es líquido intersticial que penetra en los linfáticos. En consecuencia, su composición es casi igual a la del líquido intersticial de la parte del cuerpo de la cual proviene. Por ejemplo, la concentración proteica de la linfa que circula por el cuerpo es en promedio, de 2 g/dl, mientras que la linfa formada en el hígado y los intestinos alcanzan una concentración hasta de 6 g/dl y de 3-4 g/dl, respectivamente.

Como ya se ha señalado antes, el sistema linfático también constituye una de las vías principales de absorción de productos nutritivos desde el tubo digestivo; le corresponde principalmente la absorción de grasa. Por tanto, después de una comida rica en grasas, la linfa del conducto torácico puede llegar a contener entre 1 y 2% de lípidos.

### *3.3 Ubicación del tema en el Programa de estudio de Educación Primaria*

Este apartado alude a los referentes, que desde los programas de estudio vigentes promovidos por la Secretaría de Educación Pública enmarcan el estudio de los procesos de nutrición humana en el cuarto grado de la escuela primaria.

El enfoque del programa enfatiza que el alumno tiene un papel protagónico en el proceso educativo, esto implica que debe asumirse “como el centro de los procesos de enseñanza y aprendizaje, favoreciendo su autonomía en la construcción personal de conocimientos” (SEP, 2009: 122). Asimismo, redimensiona y fortalece el papel de los profesores, pero al mismo tiempo los hace responsables de “propiciar ambientes favorables para las situaciones de aprendizaje, con acuerdos consensuados” (SEP, 2009: 133).

De la misma forma, las consideraciones para el trabajo educativo expresadas en el propio programa reconocen el papel central de los profesores en el logro del aprendizaje de sus alumnos como coordinadores y acompañantes de los procesos didácticos, que garanticen una práctica docente estimulante, sustentada en el conocimiento de los contenidos curriculares y una formación científica sólida, pero que además sea capaz de...

*“escuchar las ideas y argumentos de los alumnos, proponer alternativas de interpretación, fomentar el trabajo en equipo, buscar en todo momento las reflexiones individuales y colectivas, ayudar a*

*proponer actividades experimentales, retos y proyectos para los alumnos en los temas del programa y en otros espacios de su interés. También se requiere fomentar que los alumnos expliquen y describan verbalmente, por escrito o por medio de dibujos, sus interpretaciones y que éstas sean comentadas” (SEP, 2009: 133)*

También, los propósitos señalados para la Educación Básica, buscan proporcionar una formación científica para que -entre otros aspectos- los alumnos:

- *Desarrollen habilidades del pensamiento científico y sus niveles de representación e interpretación acerca de los fenómenos y procesos naturales.*
- *Reconozcan la ciencia como actividad humana en permanente construcción cuyos productos son utilizados según la cultura y las necesidades de la sociedad (SEP, 2009: 124)*

Las ideas que se acaban de citar, permiten concluir que subyace en el enfoque del programa de estudio un marco teórico de corte constructivista, que es compatible con la perspectiva teórica que fundamenta la estrategia didáctica, que es motivo de este trabajo.

Igualmente, las consideraciones educativas respecto al papel del docente y del alumno en el proceso educativo, expresadas en el programa, tienen plena correspondencia con la modelización como una propuesta metodológica de carácter constructivista para la enseñanza de las ciencias, porque promueven las tres acciones implicadas en dicho proceso: pensar, hablar y actuar (García y Sanmartí, 2006).

Respecto a los propósitos de la asignatura de Ciencias Naturales contempladas para el cuarto grado de Educación Primaria, vinculados con el tema digestión-circulación, se ha identificado el siguiente:

Que los alumnos:

*Reconozcan los caracteres sexuales de hombres y mujeres, algunas relaciones del funcionamiento del cuerpo humano y acciones para promover la salud, así como el desarrollo de vacunas como aportaciones de la ciencia (SEP, 2009: 125).*

Así pues, para lograr este propósito, el programa promueve un proceso de investigación acerca de medidas de prevención y atención de envenenamientos; se estimula el manejo de información y las pláticas con especialistas para identificar aspectos que favorecen la salud a partir de la relación entre algunos aparatos y sistemas en el funcionamiento del cuerpo humano (SEP, 2009) y además ha incluido el estudio del tema titulado “Acciones para favorecer la salud”, el cual está ubicado en el apartado que a continuación se describe:

Bloque I ¿Cómo mantener la salud? Ámbito: El ambiente y la salud Tema 2: Acciones para favorecer la salud	
Aprendizajes esperados	Sugerencias didácticas
Relaciona las funciones del cuerpo humano con el mantenimiento de la salud.	Proponga la elaboración de organizadores gráficos, como mapas conceptuales y esquemas, donde los alumnos identifiquen las relaciones que se establecen entre las funciones de nutrición, respiración y circulación con la salud.

Fuente: SEP (2009). Programa de Estudio para el 4° grado de Educación Primaria. Etapa de prueba. México, SEP, CONALITEG.

Para los propósitos de la estrategia, se ha seleccionado el estudio de la nutrición, enfocado en dos de sus procesos implicados: la digestión de los alimentos y la consecuente distribución de sus productos resultantes, a través del sistema circulatorio (resumidos como digestión-circulación).

Con la puesta en práctica de la estrategia didáctica, se espera alcanzar algunos de los propósitos de estudio de las ciencias naturales en este grado escolar.

## ***CAPÍTULO 4***

### ***IDEAS PREVIAS***

En la actualidad, es ampliamente aceptado en el campo de la didáctica de las ciencias que las ideas que poseen los estudiantes sobre determinadas materias condicionan sus aprendizajes posteriores. Tomando en cuenta esta realidad, hemos iniciado el proceso de diseño de la estrategia didáctica con la investigación de las ideas previas sobre el proceso de digestión y transporte de sus productos resultantes a través de la circulación sanguínea, entendiendo que conocer previamente lo que piensan los estudiantes puede mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje (Scott et al, 1987)<sup>49</sup> porque le permite diseñar actividades más adecuadas y orientar su práctica.

En este capítulo se describe la metodología de trabajo, que incluye: la población estudiada, los instrumentos utilizados para la exploración de las ideas previas, las categorías de análisis que se establecieron para revisar las producciones de los estudiantes, así como los modelos iniciales de los estudiantes.

#### ***4.1 Población***

Estudiantes de 4º grado de las escuelas primarias de experimentación pedagógica Genoveva Cortés Valladares y Manuel M. Acosta, anexas a la Benemérita Escuela Nacional de Maestros (B.E.N.M.)

El trabajo de pilotaje y aplicación de la estrategia se realizó en la escuela primaria pública “Genoveva Cortés Valladares”, Anexa a la B.E.N.M. de la Ciudad de México. La mayoría de sus profesores frente a grupo (58.3 %) tienen la formación de normal básica. La escuela cuenta con instalaciones adecuadas y programas

---

<sup>49</sup> Referido por Membiela *et al*, 1998.

pedagógicos de apoyo como la Unidad de Servicios de Apoyo a la Educación Regular (U.S.A.E.R.). La generalidad de los estudiantes se ubica en un nivel socioeconómico bajo. La recopilación de datos sobre las ideas previas se realizó en los dos grupos de 4º grado del mismo plantel y la aplicación se realizó en uno de ellos, conformado por 22 alumnos, 11 mujeres y 11 hombres cuya edad fluctúa entre los 9 y 10 años de edad.

## *4.2 Instrumentos*

Antes de la aplicación de la estrategia se diseñaron dos instrumentos para recabar la información sobre las ideas previas, el primero de ellos consistió en una silueta infantil del cuerpo humano, impresa en una hoja de papel (anexo 1) y se les pidió a los alumnos que dibujasen lo que ellos consideraban qué le pasa a una manzana cuando la comen, además que explicaran por escrito el proceso mediante el cual, el cuerpo humano transforma y aprovecha las sustancias nutritivas contenidas en la manzana, citando los órganos que participan.

El segundo instrumento consistió en una serie de cinco preguntas relacionadas con la alimentación (anexo 2), a las cuales debían dar respuesta en forma escrita. De esta manera, obtuvimos dos representaciones que explicitaron los modelos iniciales: una escrita y otra gráfica, con el fin de poder observar la coherencia entre el texto y el dibujo.

Hay que destacar que cada estudiante resolvió individualmente la misma silueta en tres ocasiones bajo la misma consigna. La primera, antes de ser aplicada la estrategia didáctica, a la cual llamaremos Pre-test, la segunda, realizada al día siguiente de concluida la totalidad de las actividades y una tercera, que fue resuelta tres meses después; las cuales llamaremos Post-test 1º y 2º, respectivamente (Méheut, M., Psillos, D. 2004).



El propósito de que resolvieran la primera silueta fue conocer sus ideas previas en relación con el tema de estudio e inferir el modelo implícito en su estructura conceptual (modelo inicial). En consecuencia, el objetivo de la resolución de la segunda y tercera siluetas era evidenciar la efectividad de la propuesta de intervención didáctica, mediante las concepciones de los niños presentadas a corto y mediano plazo.

Todas las sesiones fueron grabadas en audio y video y se han transcrito algunos cuadros de diálogo o fragmentos de conversaciones y/o ideas, manifestadas a lo largo del trabajo.

Finalmente, destacamos que con el propósito de mantener en el anonimato la identidad de los participantes, se utilizaron nombres ficticios, manteniéndose solamente los datos relativos a la edad y sexo.

### *4.3 Análisis de datos*

Con base en algunas investigaciones que anteceden a este trabajo (Cubero, 1996; Nuñez y Banet, 1996; Garrido, et al 2005 y León-Sánchez, et al 2005) y de la interpretación de los textos y dibujos (representaciones) de los estudiantes, se elaboraron las categorías de análisis que servirían para interpretar las ideas previas sobre la digestión-circulación e identificar los modelos que presentan los niños que conforman la muestra.

A continuación se presentan los modelos, su caracterización y los indicadores desde el punto de vista anatómico y fisiológico, considerando en un primer término el aspecto anatómico ya que en el proceso histórico de la construcción de los conocimientos sobre la digestión-circulación se inicia con aspectos morfológicos -que son los perceptibles- y posteriormente se van introduciendo aspectos fisiológicos de manera paralela al avance del conocimiento de “otros microniveles de descripción: el metabólico y el celular” (León-Sánchez y Barrera, 2009).

### *Categorías de análisis*

Las categorías se establecieron de acuerdo a:

- Los órganos del sistema digestivo
- El proceso digestivo
- El funcionamiento del sistema digestivo y su relación con el sistema circulatorio: la digestión-absorción (en realidad difusión), transporte y distribución de nutrimentos en el cuerpo (fisiología).

Los modelos identificados han sido numerados en orden progresivo ascendente tomando en cuenta su grado de complejidad, cuya caracterización se presenta en las tablas 3, 4, 5 y 6, respectivamente.

**Tabla 3.** Categorías de análisis de las ideas previas sobre digestión. Modelo 1

Modelo 1	Anatomía	Fisiología
<p><b>1.</b> Tubo discontinuo cerrado/abierto, donde ocurre el tránsito de los alimentos, con/sin expulsión de desechos.</p>	<p><b>1.1 Tubo discontinuo cerrado.</b></p> <p>1.1.1.- No identifica los órganos del sistema.</p> <p>1.1.2 Identifica algunos órganos del sistema digestivo y los mezcla con otros de diferentes sistemas.</p> <p>1.1.3 Identifica algunos órganos del sistema digestivo.</p> <p><b>1.2. Tubo discontinuo abierto.</b></p> <p>1.2.1. No identifica los órganos del sistema.</p> <p>1.2.2 Dibuja algunos órganos del sistema digestivo y los mezcla con otros de diferentes sistemas.</p> <p>1.2.3 Identifica algunos órganos del sistema digestivo.</p>	<p><b>1. A</b> Reconoce que hay sustancias aprovechables y otras que no lo son.</p> <p><b>1. B</b> Reconoce el tránsito de los alimentos por los diferentes órganos <b>sin la expulsión de desechos.</b></p> <p><b>1. C</b> Reconoce el tránsito de los alimentos por los diferentes órganos <b>con expulsión de desechos.</b></p>

**Tabla 4.** Categorías de análisis de las ideas previas sobre digestión. Modelo 2

Modelo 2	Anatomía	Fisiología
<p><b>2. Tubo continuo</b> que es recorrido por los alimentos sin experimentar transformaciones.</p>	<p><b>2.1 El sistema digestivo se representa como un tubo continuo cerrado.</b></p> <p>2.1.1 No dibuja los órganos del sistema.</p> <p>2.1.2 Identifica algunos órganos y los mezcla con otros de diferentes sistemas.</p> <p>2.1.3 Dibuja algunos órganos del sistema digestivo y <b>no anota</b> sus nombres.</p> <p>2.1.4 Dibuja algunos órganos del sistema digestivo y <b>anota</b> sus nombres (esófago, estómago y/o intestinos).</p> <p><b>2.2. El sistema digestivo se representa como un tubo continuo abierto.</b></p> <p>2.2.1 No dibuja los órganos del sistema.</p> <p>2.2.2 Dibuja algunos órganos del sistema digestivo y los mezcla con otros de diferentes sistemas</p> <p>2.2.3 Dibuja algunos órganos del sistema digestivo y no anota sus nombres.</p> <p>2.2.4 Dibuja algunos órganos del sistema digestivo y anota sus nombres (boca, esófago, estómago y/o intestinos)</p>	<p><b>2. A</b> Reconoce que hay sustancias nutritivas y no nutritivas en los alimentos.</p> <p><b>2. B</b> No reconoce la eliminación de desechos.</p> <p><b>2. C</b> Reconoce la eliminación de desechos relacionando directamente los sistemas excretor y digestivo.</p> <p><b>2. D</b> Reconoce la eliminación de desechos expulsados por defecación.</p>

**Tabla 5.** Categorías de análisis de las ideas previas sobre digestión. Modelo 3

Modelo 3	Anatomía	Fisiología
<p><b>3. Tubo continuo</b> abierto formado por diferentes órganos, en donde se realiza algún proceso mecánico.</p>	<p>3.1. No diferencia entre intestino delgado y grueso.</p> <p>3.2 Sí diferencia entre intestino delgado y grueso.</p>	<p>3.A Reconoce que hay sustancias que se aprovechan con la participación de algún órgano en especial.</p> <p>3.B Reconoce que hay sustancias aprovechables o nutritivas que se distribuyen en el cuerpo y reconocen la eliminación de desechos.</p> <p>3.C Reconoce el paso de los alimentos por todos los órganos y algún proceso mecánico (masticación y/o deglución)</p>

**Tabla 6.** Categorías de análisis de las ideas previas sobre digestión. Modelo 4

Modelo 4	Anatomía	Fisiología
<p><b>4. Articulado.</b> Las sustancias obtenidas de la “digestión” pasan a la sangre para ser distribuidas.</p>	<p>4.1 Reconoce la articulación entre los sistemas digestivo y circulatorio.</p> <p>4.2 Reconoce el paso de los nutrientes y/o energía a la sangre y ésta los reparte a todo el cuerpo</p>	<p><b>4. A</b> Los alimentos pasan por los diferentes órganos y reciben algún producto glandular.</p> <p><b>4. B</b> Reconoce procesos mecánicos y/o químicos.</p> <p><b>4. C</b> Reconoce que los alimentos reciben la acción de diferentes jugos digestivos.</p> <p><b>4. D</b> Las sustancias nutritivas pasan a la sangre.</p> <p><b>4. E</b> Las sustancias nutritivas pasan a la sangre para ser distribuidas y los restos son expulsados por el ano.</p>

## ***CAPÍTULO 5***

### ***ESTRATEGIA DIDÁCTICA***

Para fines de este trabajo, entendimos por "estrategias didácticas" todas aquellas maneras de proceder docente -etapas o fases seguidas en una secuencia de enseñanza-, fundamentadas -es decir, sustentadas en desarrollos teóricos- y validadas -puestas en práctica y valoradas desde el punto de vista de los resultados obtenidos,- para temáticas contenidas en distintas disciplinas de enseñanza -biología, física y química-.<sup>50</sup>

Con base en estas ideas, se emprendió un proceso de desarrollo curricular que tuvo como finalidad el diseño, puesta en práctica y evaluación de una estrategia didáctica sobre digestión-circulación de nutrimentos en el cuerpo humano pensada para la enseñanza primaria.

Ahora bien, este apartado da cuenta únicamente del diseño de la estrategia didáctica y, por tanto, se describen primeramente los criterios y propósitos que guiaron el proyecto; enseguida se refiere su estructura general y finalmente se detallan las actividades que la integran.

#### *5.1 Criterios para el diseño*

Hoy en día, el constructivismo y la modelización son corrientes consideradas lo suficientemente sólidas para conformar el marco de referencia para la enseñanza de las ciencias, razón por la cual se han tomado como fundamento teórico para establecer los criterios empleados en el diseño de la estrategia didáctica que se presenta en este capítulo. A continuación se describen dichos criterios organizados en dos categorías: teóricos y prácticos.

---

<sup>50</sup> Tomado de: <http://ihm.ccadet.unam.mx/ideasprevias/estrategia.htm>

### *Criterios teóricos*

- Identificación, explicitación, confrontación y reestructuración de las ideas previas de los alumnos acerca de la relación fisiológica digestión-circulación, como procesos implicados en la función de nutrición.
- Construcción del modelo científico escolar de digestión-circulación, mediante la contrastación de ideas entre el alumnado y la confrontación de éstas con la observación experimental.
- Empleo de modelos diseñados para la enseñanza (dibujos, maquetas, analogías)
- Planteamiento de problemas que favorezcan el cuestionamiento, la reflexión, el diálogo, el debate, la argumentación, la formulación de hipótesis acerca del fenómeno en estudio.
- Realizar actividades de investigación que favorezcan la autonomía de los estudiantes para aprender.
- Transferencia y aplicación del modelo construido de digestión-circulación a otras situaciones o contextos.

La secuenciación de actividades obedeció a dos criterios fundamentales:

1. Partir de los aspectos anatómicos, ya que en el proceso histórico de la construcción de los conocimientos sobre la digestión-circulación se inicia con aspectos morfológicos -que son los perceptibles- y posteriormente se van introduciendo aspectos fisiológicos de manera paralela al avance del conocimiento de “otros micro-niveles de descripción: el metabólico y el celular” (León-Sánchez y Barrera, 2009).
2. Organizar la secuencia considerando que el desarrollo de las nociones que tienen los niños acerca del interior del cuerpo, sigue un patrón (León-Sánchez, 2009), que va (i) del conocimiento de los órganos a los aparatos y/o sistemas; (ii) de la no diferenciación de los elementos que lo componen y de sus funciones y, (iii) de lo perceptual a lo conceptual.

### *Criterios prácticos*

- La estrategia está conformada por 7 sesiones de clase, con una duración de 2 horas cada una, el equivalente a 14 horas de trabajo con los alumnos.
- Construcción de modelos para la enseñanza, tales como: esquemas, maquetas, dispositivos experimentales como explicaciones posibles de la realidad.
- Utilización de recursos, naturales, artificiales o tecnológicos que promuevan el reconocimiento y la reestructuración de las ideas previas de los estudiantes.
- La estrategia está orientada a lograr las competencias señaladas por el Programa de 4º grado de Educación Primaria de la SEP, respecto a la identificación de aspectos que favorecen la salud a partir de la relación entre algunos sistemas que hacen posible el funcionamiento del cuerpo humano, cuyas sugerencias didácticas están orientadas a que “los alumnos identifiquen las relaciones que se establecen entre las funciones de nutrición, respiración y circulación con la salud” (SEP, 2009: 138).

### *5.2 Propósitos*

El planteamiento presentado a lo largo de este trabajo persigue un doble propósito. Como es natural, su objetivo fundamental es propiciar la evolución del modelo inicial de los alumnos sobre la digestión-circulación de nutrimentos en el cuerpo humano, hacia el modelo científico escolar.

Sin embargo, creemos que un proceso de esta naturaleza nos permite valorar la secuencia didáctica en función de su diseño y efectividad, comparando el estado cognitivo inicial de los estudiantes con su estado cognitivo final. De modo que, hemos definido dos propósitos: por un lado el que se refiere al trabajo en su conjunto y por otro, el específico de la estrategia.

### *Propósito General*

*Diseñar, desarrollar y evaluar una estrategia didáctica fundamentada en el constructivismo y la modelización, para promover en alumnos de primaria la construcción de un modelo de digestión-circulación de nutrimentos en el cuerpo humano más próximo al modelo científico escolar.*

### *Propósitos de la estrategia didáctica*

Considerando que el diseño de esta estrategia tiene su fundamento teórico en el constructivismo y la modelización, se han tomado como punto de partida las ideas previas de los estudiantes y se ha definido como propósito general el siguiente:

*Promover en alumnos de 4º grado de primaria la construcción de un modelo de digestión-circulación de nutrimentos en el cuerpo humano más próximo al modelo científico escolar.*

### *Propósitos particulares*

- Reconocer de manera elemental la anatomía del sistema digestivo, como un tubo continuo abierto, formado por diferentes órganos y glándulas accesorias.
- Construir nociones básicas sobre los procesos digestivos que ocurren en el sistema gastrointestinal, a partir de actividades experimentales.
- Construir nociones básicas sobre la absorción de nutrimentos en el intestino delgado, articulando los sistemas digestivo y circulatorio.
- Reconocer la necesidad de nutrimentos de los distintos órganos del cuerpo.
- Identificar las funciones elementales del sistema circulatorio, en particular como sistema de transporte de nutrimentos en el cuerpo.



- Promover la transferencia de lo aprendido a otras situaciones o contextos.

### *5.3 Estructura de la Estrategia*

Las actividades se organizaron en tres etapas<sup>51</sup>, identificadas como sigue:

- Inicio: Incluye todas aquellas actividades que permitan situar al alumno cerca de la temática de estudio, así como la exploración de ideas sus previas.
- Desarrollo: Incluye actividades de introducción de nuevas ideas para la construcción de conceptos, modelización y estructuración del conocimiento. También incluye actividades de síntesis, cuya finalidad es apoyar la construcción de un nivel mayor de abstracción de las ideas y su aplicación a casos específicos (Gómez, 2006).
- Cierre: En esta etapa se presentan a los alumnos actividades de generalización para que éstos puedan transferir y aplicar lo aprendido a otras situaciones y promover la toma de decisiones de la vida cotidiana.

La tabla 7 muestra al mismo tiempo la estructura general de la estrategia didáctica y una síntesis de las sesiones de trabajo.

---

<sup>51</sup> Citado en (<http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048>)

## Síntesis de la estrategia

**Tabla 7.** Síntesis de la estrategia

Etapa	Criterio	Propósito	Sesión	Actividades
Inicio	Planteamiento de problemas.  Exploración de ideas previas.  Identificación, explicitación y confrontación de ideas previas.	Introducir y contextualizar el tema.  Identificar, explicitar y confrontar las ideas previas de los alumnos acerca de la digestión-circulación.	1. ¿Qué les pasa a los alimentos después que los comemos?  Exploración de las ideas previas acerca de la digestión-circulación.	1. Diálogo sobre una situación hipotética relacionada con la obesidad infantil en la escuela y hacer una lectura comentada acerca de una nota periodística relacionada con la misma temática.  2. Por equipos, dibujar sobre una silueta del cuerpo humano, para explicar el recorrido que hace un alimento después de que es ingerido y explicar cómo es aprovechado por el cuerpo.
	Identificación, explicitación y confrontación de ideas previas.  Realizar investigaciones escolares que favorezcan la autonomía de los estudiantes para aprender.	Identificar, explicitar y confrontar las ideas previas de los alumnos acerca de la digestión-circulación.  Introducir nuevas ideas y ampliar el modelo inicial.	2. ¿Qué hace nuestro cuerpo para aprovechar los alimentos que comemos?	3. En plenaria, los equipos exponen su trabajo realizado en la actividad 2. Confrontar las ideas, identificar acuerdos, desacuerdos, dudas. Construir mediante consenso un modelo inicial del grupo sobre digestión-circulación.  Realización de una Investigación para disipar dudas, desacuerdos y ratificar o rechazar acuerdos sobre los modelos iniciales (trabajo en casa).
Desarrollo	Construcción del modelo de digestión, contrastando las ideas del alumnado y la confrontación de éstas con la observación experimental.	Favorecer la construcción de nociones básicas sobre los procesos digestivos que suceden en la boca, mediante un dispositivo experimental.	3. ¿Qué les pasa a los alimentos dentro de nuestra boca?	4. Organizados en equipos, los alumnos expondrán los resultados de sus investigaciones mientras el resto del grupo realiza las aportaciones que considera pertinentes.

Etapa	Criterio	Propósito	Sesión	Actividades
Desarrollo	Construcción del modelo de digestión, contrastando las ideas del alumnado y la confrontación de éstas con la observación experimental.	Favorecer la construcción de nociones básicas sobre los procesos digestivos que suceden en la boca, mediante un dispositivo experimental.	3. ¿Qué les pasa a los alimentos dentro de nuestra boca?	5. Realización de una actividad experimental, para identificar la acción de la saliva sobre los alimentos.
	Uso de analogías y actividades experimentales que promuevan la construcción de nuevas ideas.	Favorecer la construcción de nociones básicas sobre los procesos digestivos que suceden en el estómago, mediante un dispositivo experimental.	4. ¿Qué les pasa a los alimentos cuando llegan al estómago?	6. Caracterización del jugo gástrico como una sustancia ácida, utilizando tiras reactivas para medir el PH.  7. Realización de una experimento, para identificar la acción del jugo gástrico sobre los alimentos.
	Construcción del modelo de digestión-circulación, a partir de la observación de un modelo diseñado para la enseñanza.	Introducir nuevas ideas sobre la anatomía y fisiología del sistema digestivo y su relación con la circulación de nutrimentos.	5. ¿Cómo es nuestro sistema digestivo y cómo funciona?	8. Observación de un video sobre el sistema digestivo que permite distinguir su anatomía y fisiología, además propicia el análisis sobre ciertos detalles anatómicos del intestino delgado relacionados con la absorción y apreciar la articulación entre los sistemas digestivo y circulatorio.
	Uso de analogías que promuevan la construcción de nuevas ideas.	Ampliar el modelo inicial de digestión-circulación construido por el grupo.		9. Construcción grupal de una maqueta del sistema digestivo maqueta, utilizando materiales reciclables y estableciendo analogías.
	Construcción del modelo de digestión-circulación, a partir de la confrontación de ideas.	Reconocer la necesidad de nutrimentos de los diferentes órganos del cuerpo.  Introducir nuevas ideas sobre las funciones elementales del sistema circulatorio, en particular como sistema de transporte de agua y sustancias nutritivas en el cuerpo.	6. ¿Qué pasa con los productos de la digestión?	10. A partir de la comparación del tamaño de las manos de niños de diferentes edades, reflexionar sobre el crecimiento y su relación con los alimentos. Comentar sobre la función que realizan diferentes órganos y reflexionar sobre cómo éstos obtienen la energía necesaria para su crecimiento y su correcto funcionamiento.

Etapa	Criterio	Propósito	Sesión	Actividades
Desarrollo	Construcción del modelo de digestión-circulación, a partir de la confrontación de ideas y de la observación de un modelo diseñado para la enseñanza.	Identificar nuevos elementos del modelo, como venas, arterias y corazón.  Identificar la relación entre sistemas digestivo y circulatorio, a través de las vellosidades intestinales.	6. ¿Qué pasa con los productos de la digestión?	11. Observar dos videos: uno donde se destaca la estructura y función de las vellosidades intestinales, relacionadas con la absorción y otro sobre la circulación sanguínea, que explica las funciones elementales del sistema circulatorio y a la vez promueve identificar la relación entre sistemas digestivo y circulatorio, mediante la absorción y circulación de nutrimentos por el cuerpo.
Cierre	Transferencia y aplicación del modelo construido de digestión-circulación a otras situaciones o contextos.  Explorar las ideas de los estudiantes acerca de la digestión-circulación después de la modelización.	Transferir y aplicar el modelo construido de digestión-circulación a otras situaciones o contextos.	7. ¿Puedo explicar qué pasa?	12. Se plantean dos situaciones hipotéticas en las cuales los alumnos deberán explicar:  a) Cómo llegan las sustancias de una pastilla hasta la parte alta del cuerpo para aliviar un dolor de cabeza.  b) Cómo llega la vitamina "A" contenida en el jugo de zanahoria para lograr un buen funcionamiento de los ojos.

#### 5.4 Descripción de las sesiones de trabajo

En este apartado se describen las actividades que se desarrollarán en cada una de las sesiones, las cuales fueron planificadas para alcanzar tres propósitos principales: interesar a los alumnos por los contenidos de estudio, promover su aprendizaje y propiciar la discusión de sus ideas sobre el tema en cuestión.

#### Sesión 1. ¿Qué les pasa a los alimentos después que los comemos?

##### Propósitos:

- Introducir y contextualizar el tema.

- Explicitar las ideas previas de los alumnos sobre aspectos generales relacionados con la alimentación.
- Identificar, explicitar y confrontar las ideas previas de los alumnos acerca de la digestión-circulación.

**Material:** Artículo periodístico, hojas de rotafolio, marcadores y cinta engomada.

La sesión se introduce con una breve presentación, invitando al grupo a participar en un ambiente armónico y respetuoso. Se mencionará que en las sesiones subsiguientes se realizarán algunas actividades que requieren seguir ciertas normas de seguridad -como el manejo cuidadoso de materiales y sustancias- por lo que en todo momento habrá que seguir las indicaciones para evitar algún accidente, daño o dispendio de material.

Posteriormente, se solicitará a los alumnos que propongan normas específicas de trabajo para hacerlo más organizado y seguro. Con estas ideas se establecerá un reglamento interno que quedará expuesto en un lugar visible del salón para que pueda ser consultado en el momento que se requiera. Finalmente se organizará al grupo en equipos de cuatro a cinco integrantes.

### **Actividad 1**

El modelo de digestión-circulación tiene un antecedente directo con los modelos de digestión y alimentación, por lo que se presentará verbalmente a los alumnos la situación hipotética que se ilustra en la figura 5. La intención es que se sientan involucrados en el problema planteado y reconozcan la importancia de estudiar el tema.

***¿Qué pasa con los alimentos que comemos y qué hace el cuerpo para aprovecharlos?***

Hace días, el director de tu escuela leyó una nota publicada en el periódico titulada “La obesidad infantil” y, después de leerla, se sintió preocupado, pues al parecer tu escuela tiene el mismo problema del que se habla en la nota. Por eso llamó a todos los maestros y les pidió que llevaran propuestas para ayudar a solucionarlo. A la reunión asistieron el director, todos los maestros, muchos padres de familia y 5 alumnos representantes de cada grupo.

Durante la asamblea, todos opinaron sobre el tema “la obesidad infantil” y propusieron realizar algunas actividades para ayudar a solucionar el problema.

Terminada la junta, el director visitó a todos los grupos para informarles los acuerdos tomados en la reunión. Cuando llegó a tu salón, les informó que durante la junta, algunos maestros opinaron que si los niños aprenden qué pasa con los alimentos dentro de su cuerpo, probablemente les ayude a comprender por qué sucede la obesidad y sepan elegir mejor los alimentos que deben comer para evitarla y así cuidar su salud.



Por eso, se ha pensado en una campaña de información, donde los niños mayores de la escuela (4°, 5° y 6°) ayuden a explicarles a los más pequeños (1°, 2° y 3°) qué les pasa a los alimentos dentro de nuestro cuerpo, puesto que ya han estudiado en años anteriores el tema sobre la nutrición del cuerpo humano.

Así que, invita a tu grupo de 4° grado a participar en la campaña y ustedes aceptan informar a sus compañeros de tercero acerca de lo que pasa con los alimentos después de que los comemos.

¿Cómo explicarían lo que sucede con los alimentos después de que los comemos y qué hace el cuerpo para aprovecharlos?

**Figura 5.** Situación hipotética que se presenta para contextualizar el tema.

Antes de dar respuesta al cuestionamiento final de la situación hipotética, se realizará con los alumnos una lectura comentada del artículo “*La obesidad infantil*” (anexo 3), utilizando la siguiente guía de preguntas:

- ¿Qué entienden por obesidad infantil?
- ¿Por qué debemos evitar la obesidad?
- ¿Creen que los alumnos de su escuela tengan problemas de obesidad? sí, no ¿por qué?
- ¿Qué soluciones darían al problema de la obesidad infantil?
- ¿Cómo puede ser que los alimentos se transformen en nuestro cuerpo y ocurran efectos como el engordar o crecer?

- ¿Creen que sea importante estudiar qué pasa con los alimentos después de que comemos? Sí, no ¿por qué?

## **Actividad 2**

Continuando con la situación hipotética, nuevamente se les planteará la siguiente situación: Si decidieran hacer un dibujo para explicar a sus compañeros de 3º las cuestiones que abajo se expresan. ¿Qué elementos deberían integrar en su dibujo?

- ¿Qué recorrido –de principio a fin- sigue una manzana desde de que la comemos?
- ¿Cómo se llaman las partes del cuerpo por donde pasa la manzana?
- ¿Qué hace el cuerpo para aprovechar las sustancias que hay en la manzana?

Entonces se les pedirá que por equipos elijan a un compañero o compañera y dibujen su silueta sobre papel bond extendido. Una vez trazada la silueta, se les pedirá que dibujen lo necesario para tratar de explicar las cuatro preguntas anteriores. Estas dos actividades cubrirán aproximadamente la primera sesión de trabajo y permitirá la preparación del material necesario para continuar con la segunda sesión.

## **Sesión 2. *¿Qué hace nuestro cuerpo para aprovechar los alimentos que comemos?***

### **Propósitos:**

- Identificar, explicitar y confrontar las ideas previas de los alumnos acerca de la digestión-circulación, como procesos involucrados en la función de nutrición-circulación.
- Construir un modelo grupal de digestión-circulación y contrastarlo con los resultados de una investigación.
- Introducir nuevas ideas al modelo grupal de digestión-circulación a partir de los resultados de la investigación.

**Material:** Siluetas realizadas en la actividad 2, hojas de rotafolio, marcadores, cinta engomada y “foquitos” hechos con papel de colores.

### **Actividad 3**

Se iniciará la actividad con las siluetas que dibujaron los alumnos en la actividad 2 y se les pedirá que se sienten de tal forma, que puedan escucharse fácilmente para comenzar la discusión. Durante la discusión se pretende que los estudiantes, orientados por el profesor(a), logren establecer acuerdos sobre las ideas que permiten explicar qué hace el cuerpo para aprovechar los nutrimentos contenidos en los alimentos y los órganos que intervienen en el proceso.

Los alumnos, organizados por equipos (de 4 a 5 integrantes) explicarán al grupo su dibujo, simultáneamente –con ayuda del docente- se irán recuperando en hojas de rotafolio, las ideas sobre la secuencia anatómica de los órganos mencionados como los detalles fisiológicos que mencione cada equipo, por lo que se obtendrá una descripción del proceso por cada exposición. Al término de cada presentación, se realizará una ronda de preguntas y respuestas para ampliar o aclarar la explicación del equipo.

Al final de las exposiciones, se colocarán las láminas del tal forma que puedan ser observadas por todo el grupo, con el propósito de comparar las siluetas e identificar coincidencias, discrepancias y/o dudas en torno a los modelos construidos.

A partir de las coincidencias encontradas, se procederá a construir el *modelo grupal* de digestión-circulación, con ayuda de un alumno elegido democráticamente, quien dibujará en una nueva silueta los elementos anatómicos, mientras que los aspectos fisiológicos se registrarán en forma de mapa conceptual. Los desacuerdos y las dudas quedarán anotados en una hoja aparte y colocados en un lugar visible.



Los *modelos grupales* quedarán expuestos en el salón, de manera que puedan ir modificándose a medida que se vayan introduciendo nuevas ideas (cada transformación que se realice a cualquiera de los modelos, se señalará con un “foquito” sobre el esquema, para indicar que se trata de una “*nueva idea*”, producto del consenso grupal).

Enseguida, se invitará a los alumnos realizar una investigación (como actividad extraescolar), que tendrá como propósito resolver las discrepancias y/o dudas presentadas durante el debate; por tanto, no se dará respuesta a sus preguntas sino se alentará la búsqueda de información para propiciar que los estudiantes asuman un papel activo como responsables de su propia formación.

Se orientará a los alumnos sobre diferentes formas de socializar el resultado de sus investigaciones (exposición, cartel, mapa conceptual, conferencia u otra forma de comunicación que ellos elijan) para presentar su trabajo en la siguiente sesión.

### **Sesión 3. *¿Qué les pasa a los alimentos dentro de nuestra boca?***

#### **Propósitos**

- Confrontar los modelos iniciales sobre digestión-circulación con los resultados de la investigación.
- Ampliar el modelo grupal de digestión-circulación a partir de los resultados de una investigación y una actividad experimental.
- Reconocer de manera muy elemental las acciones digestivas que la saliva ejerce sobre los alimentos.
- Reconocer que el estómago no es el centro de la digestión.
- Favorecer el diálogo, la discusión, la argumentación, la formulación de hipótesis y la elaboración de conclusiones escritas, en torno a la construcción del modelo en estudio.

**Material:** Hoja de trabajo (anexo 4), cuatro vasos desechables (numerados del 1 al 4 con marcador indeleble), agua, “caldo de arroz” (obtenido de arroz cocido en agua)<sup>52</sup>, tintura de yodo, una cucharita de plástico, un palito de plástico y saliva dos personas que recolectarán en el vaso 4.

#### **Actividad 4**

Organizados en equipos, los alumnos expondrán los resultados de sus investigaciones mientras el resto del grupo realiza las aportaciones que considere pertinentes. Con base en lo presentado, el grupo decidirá si modifica o no su modelo inicial y procederán a realizar las acciones convenidas.

#### **Actividad 5**

Organizados en equipos de 4 a 5 elementos y utilizando la hoja de trabajo que se muestra en el anexo 4, los alumnos realizarán el siguiente procedimiento.

#### **Procedimiento:**

1. En el **vaso 1** colocarán la mitad de agua y agregarán dos gotas de tintura de yodo, mezclando con el palito y se les pedirá que contesten por equipo las siguientes preguntas de su hoja de trabajo, como se muestra en la figura 6.

a) Antes de realizar la actividad responderán por equipo las siguientes preguntas de su hoja de trabajo:

- ¿Qué creen que va a pasar en el **vaso 1**?
- ¿Por qué creen que va a pasar eso?

**agua + yodo**



**Figura 6.** Vaso 1 con solución de agua con yodo

---

<sup>52</sup> El “caldo de arroz” se obtiene hirviendo en agua aproximadamente 50 g de arroz durante 15 minutos (en esta ocasión se llevará ya preparado para evitar riesgos por el uso del fuego o material caliente y para abreviar tiempo).

b) Después de realizar la actividad responderán por equipo en su hoja de trabajo, si acertaron o no en su predicción.

- ¿Acertaron? Sí, no.
- ¿Qué sucedió?
- ¿Por qué creen que sucedió eso?

2. En el **vaso 2** colocar la mitad de agua, agregar cinco cucharaditas de “caldo de arroz”, después añadir dos gotas de tinte de yodo y mezclar con el palito, como se muestra en la figura 7.

a) Antes de realizar la actividad responderán por equipo las siguientes preguntas de su hoja de trabajo.

- ¿Qué creen que va a pasar en el **vaso 2**?
- ¿Por qué creen que va a pasar eso?

**agua + arroz + yodo**



**Figura 7.** Vaso 2 con “caldo de arroz”, diluido en agua, al que se ha agregado yodo.

b) Después de realizar la actividad responderán por equipo en su hoja de trabajo, si acertaron o no en su predicción.

- ¿Acertaste? Sí, no.
- ¿Qué sucedió?
- ¿Por qué crees que sucedió eso?

3. En el **vaso 3** colocar la mitad del contenido del vaso 2 (agua+arroz+yodo), luego agregar la saliva y mezclar con el palito, como se muestra en la figura 8.

a) Antes de realizar la actividad responderán por equipo las siguientes preguntas de su hoja de trabajo:

- ¿Qué creen que va a pasar en el **vaso 3**?
- ¿Por qué creen que va a pasar eso?

**agua + arroz + yodo + saliva**



**Figura 8.** Vaso 3 con “caldo de arroz”, diluido en agua, al que se ha agregado yodo y saliva.

b) Después de realizar la actividad responderán por equipo en su hoja de trabajo, si acertaron o no en su predicción.

- ¿Acertaron? Sí, no.
- ¿Qué sucedió?
- ¿Por qué creen que sucedió eso?

4. En su hoja de trabajo, los alumnos dibujarán los tres vasos, utilizando colores y señalando su contenido, tal como se observa en la figura 9.

**agua + yodo**

**agua + arroz + yodo**

**agua + arroz + yodo + saliva**



**Figura 9.** Muestra los tres vasos del experimento con sus diferentes contenidos.

a) En sesión plenaria, se les pedirá que contesten y argumenten sus respuestas a las siguientes preguntas.

- ¿Cómo explicarías las diferencias de lo que ha pasado en cada vaso?
- ¿Este experimento nos proporciona alguna información? ¿Cuál?
- ¿Qué creen que les pase a los alimentos cuando se mezclan con la saliva?

b) Los equipos escribirán sus conclusiones y las presentarán en sesión plenaria.

A partir de los argumentos expresados los estudiantes, se orientará la discusión para tratar de identificar qué elementos del modelo han reconocido los estudiantes e indagar qué relaciones están estableciendo entre ellos. Se buscará propiciar la

argumentación, la discusión, el debate, la confrontación de ideas, la formulación de hipótesis y la elaboración de conclusiones escritas.

Finalmente, el grupo decidirá si modifica o no su modelo inicial y procederá a realizar las acciones convenidas.

#### **Sesión 4. *¿Qué les pasa a los alimentos cuando llegan al estómago?***

##### **Propósitos**

- Identificar el jugo gástrico como una sustancia ácida, capaz de producir transformaciones en los alimentos.
- Promover la construcción de nociones básicas sobre los procesos digestivos que suceden en el estómago.
- Favorecer la construcción de nociones elementales sobre el cambio químico a partir de la acción digestiva de los jugos gástricos sobre los alimentos.
- Promover el diálogo, la discusión, la argumentación, la formulación de hipótesis y la elaboración de conclusiones escritas, en torno a la construcción del modelo en estudio.

**Material para Actividad 6:** Hojas de trabajo (anexo 5), seis tiras reactivas para medir PH, una escala cromática para comparar PH, seis vasos desechables, seis etiquetas y seis sustancias a analizar: solución semejante al jugo gástrico (en adelante “jugo gástrico”<sup>53</sup>), solución de agua con bicarbonato de sodio, jugo de limón, saliva (recolectada en el equipo), vinagre y agua.

**Material para Actividad 7:** Matraz balón de fondo plano con tapón de hule, una porción pequeña de carne molida cruda (del tamaño de una nuez) y 50 ml de “jugo gástrico”.

---

<sup>53</sup> La solución se preparó en el laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la Universidad Nacional Autónoma de México, con la asesoría de la Dra. Patricia Miranda Castro, Coordinadora de Posgrado, utilizando como referencia teórica el trabajo de Hurdzan (2008).

## **Actividad 6**

Se organizará al grupo en equipos de 4 a 5 elementos. Enseguida se les mostrarán las tiras para medir PH, informándoles cómo funcionan y la manera de usarlas junto con la escala cromática que se usa para medir el PH. Para ejemplificar el procedimiento se determinará el PH del agua junto con los alumnos.

Cabe aclarar que el término PH no se usará con los alumnos, sólo nos limitaremos a diferenciar entre: neutro, ácido y alcalino.

### **Procedimiento:**

Utilizando la hoja de trabajo (anexo 5), realizarán el siguiente procedimiento:

1. Colocar en cada vaso por separado las 6 sustancias a analizar y rotularlos de acuerdo a su contenido (utilizando las etiquetas).
2. Sumergir una tira reactiva en el vaso que contiene agua y esperar un minuto.
3. Transcurrido el tiempo, retirar la tira y determinar el PH del agua, comparándola con la escala cromática.
4. Realizar por equipo el registro de sus observaciones, utilizando la hoja de trabajo.
5. Repetir los pasos del 2 al 4 para determinar el PH de cada sustancia.

En sesión plenaria, los equipos presentarán los resultados sobre la naturaleza de las sustancias analizadas, tratando de alcanzar consenso, especialmente sobre las características del “jugo gástrico”. Después se les solicitará que imaginen y respondan en su hoja de trabajo (Anexo 5-B) la siguiente pregunta:

- ¿Qué creen que les pase a los alimentos cuando llegan al estómago y se mezclan con los jugos gástricos?

## Actividad 7

En plenaria se presentarán las respuestas a la última pregunta de la actividad anterior y se les invitará a realizar un experimento para encontrar una posible respuesta, cuyos registros se harán en su hoja de trabajo (anexo 6). Organizados en equipos de 4 a 5 estudiantes, describirán verbalmente las características de la carne (color, olor, textura) y la representarán con dibujos. Enseguida contestarán las siguientes preguntas y el procedimiento que abajo se describe.

- ¿Qué le pasará a la carne si la dejamos reposar en el “jugo gástrico” durante un día?
- ¿Por qué creen que pasará eso?

### Procedimiento:

1. Colocar el “jugo gástrico” en el matraz.
2. Introducir la carne en el matraz, verificando que quede cubierta con el “jugo gástrico” y sellar con el tapón.
3. Agitar varias veces y dejar reposar 24 horas.

Después de 24 horas, responderán por equipo lo siguiente en su hoja de trabajo:

- ¿Qué sucedió?, ¿Por qué crees que ha sucedido?
- ¿Qué podemos pensar sobre el jugo gástrico después de este experimento?
- ¿Qué crees que le pase a la carne que comemos cuando llegan al estómago? ¿por qué?
- ¿Qué podemos demostrar con este experimento?

Con base en las respuestas y argumentos presentados en sesión plenaria, se analizan las relaciones que los estudiantes establecen entre los elementos involucrados (alimentos y “jugo gástrico”), con la intención de consensar ideas y llamar a este proceso digestión. Finalmente, el grupo revisará su modelo inicial y procederá a realizar las acciones convenidas.

## Sesión 5. ¿Cómo es nuestro sistema digestivo y cómo funciona?

### Propósitos

- Introducir nuevas ideas sobre la anatomía y fisiología del sistema digestivo y su relación con la circulación de nutrimentos.

**Material: Actividad 8.-** Video, computadora, video-proyector y pantalla.

**Actividad 9.-** Tubo de cartón o cartulina de aprox. 25 cm. de largo, tres botellas desechables de plástico (una grande con perforación en el fondo y dos chicas, un tubo de 7 m de largo y 2.5-3.0 cm. de diámetro formado con hojas de papel o papel manila, un tubo de 2 m de largo y 6-7 cm. de diámetro formado con papel manila, dos popotes, tarjetas y marcadores y silueta en blanco del tamaño de un adulto.

### Actividad 8

Se retoman las conclusiones obtenidas a partir de su investigación y de las tres actividades experimentales. Posteriormente se les invita a observar la proyección de un video didáctico sobre la anatomía y fisiología del sistema digestivo, donde se distinguen las vellosidades intestinales, cuya estructura y función permite apreciar la articulación anatómica y fisiológica entre los sistemas digestivo y circulatorio. Se ha elegido el video titulado “El aparato digestivo” (duración: 5:05 minutos), ubicado en la siguiente página web.

[http://www.youtube.com/watch?v=7FveU\\_xDF5w&NR=1](http://www.youtube.com/watch?v=7FveU_xDF5w&NR=1)

Para la visualización de los videos, se utilizará una guía de observación diseñada previamente -como lo recomienda Banet (2001)- para orientar la atención de los alumnos sobre ciertos detalles anatómicos del sistema digestivo, que faciliten una comprensión adecuada de su funcionamiento. Por ello, se hará énfasis en la



importancia del intestino delgado y hacer unas sencillas referencias a su estructura, que promueva la comprensión de los procesos de absorción.

A continuación se presenta la guía de observación que se utilizará para facilitar y orientar el desarrollo de la actividad.

- ¿Qué forma tiene nuestro sistema digestivo?
- ¿Cuáles son sus principales órganos?
- ¿En qué orden están situados esos órganos?
- ¿A qué intestino se conectan el hígado y el páncreas?, ¿a qué se debe esto? y ¿cuál es su función?
- ¿En qué orden están acomodados los intestinos?, ¿cuál va primero? y ¿cuál va después?  
¿Por qué crees que esto es así?
- ¿Cómo es por dentro el intestino delgado? ¿A qué se debe su forma?

### **Actividad 9**

En plenaria se presentarán las respuestas a las preguntas planteadas en la actividad anterior (guía de observación), tratando de establecer consensos y se les invitará a construir de manera grupal un modelo tamaño natural del sistema digestivo. Para ello se les hará reflexionar sobre lo siguiente:

- ¿Qué forma tiene nuestro aparato digestivo?
- ¿Qué materiales podríamos utilizar si quisiéramos construir un modelo que lo represente?  
¿por qué?
- ¿Qué objeto utilizarías para representar el esófago?, ¿cuál al estómago?, ¿cuál para los intestinos? ¿por qué?

Se presentarán los materiales propuestos para esta actividad y se pedirá a los alumnos que traten de establecer analogías entre los materiales y los órganos del sistema digestivo, por ejemplo: ¿Qué órgano puedo representar con el tubo largo y cuál con el más corto?, ¿cuál con la botella? etc. Posteriormente, con apoyo de una serie de diapositivas que muestren el tubo digestivo extendido, los alumnos

irán construyendo el “tubo digestivo”, utilizando los materiales conforme se muestra en la tabla 8.

**Tabla 8.** Propuesta de uso para elaborar el modelo de sistema digestivo

Material	Órgano (s) que representa
Tubo de cartón o cartulina de aprox. 25 cm. de largo	Esófago
Botella de plástico desechable con perforación en el fondo	Estómago
Dos popotes	Conductos hepático y pancreático
Dos botellas chicas de plástico desechable	Hígado y páncreas
Un tubo de 7 m de largo y 2.5-3.0 cm. de diámetro formado con hojas de papel.	Intestino delgado
Un tubo de aproximadamente 2 m de largo y 6-7 cm. de diámetro formado con hojas de papel.	Intestino grueso

Utilizando tarjetas con los nombres de los órganos, que los mismos estudiantes escribirán, se organizará un juego donde cada equipo tratará de identificar los diferentes órganos, colocando el letrero junto al órgano representado lo más rápido posible pero sin equivocarse, mientras tanto, el grupo evalúa.

Se promoverá la reflexión mediante la pregunta ¿Cómo es posible que un tubo tan grande se encuentre dentro de nuestro cuerpo?, ¿qué tendría que suceder para que este tubo tan largo esté muy bien acomodado dentro de nuestro cuerpo? Se solicitará a los alumnos que den soluciones a estos cuestionamientos y lo peguen sobre una nueva silueta en blanco.

También se consultarán las láminas donde se registraron las dudas y los desacuerdos (sesión 2), para acordar si con la información presentada serán o no modificados. Finalmente, el grupo analizará su modelo inicial para que decidan si hacer o no algún cambio en él y, justifiquen sus decisiones.

## Sesión 6. ¿Qué pasa con los productos de la digestión?

### Propósitos:

- Reconocer a todos los órganos del cuerpo como el lugar en que son utilizados los nutrimentos provenientes de la digestión.
- Propiciar el análisis sobre ciertos detalles anatómicos del intestino delgado relacionados con la absorción.
- Identificar el papel de la sangre como medio de transporte de nutrimentos.
- Establecer relaciones entre el proceso digestivo y la necesidad de nutrimentos en el cuerpo y, en consecuencia, con el sistema circulatorio como medio de transporte.
- Introducir algunas ideas sobre las funciones elementales del sistema circulatorio, en particular como sistema de transporte de agua y sustancias nutritivas en el cuerpo.
- Introducir nuevos elementos al modelo de digestión-circulación, tales como corazón, venas y arterias.

**Material:** Cartulina, marcadores, hoja de trabajo (anexo 7), dos videos (vellosidades intestinales y circulación sanguínea), computadora, video-proyector, pantalla y una diapositiva donde se muestra la red hidráulica de una casa y un esquema del sistema circulatorio.

### Actividad 10

Se intentará relacionar la alimentación y la digestión, tomando como ejemplo los procesos de crecimiento que resultan tan evidentes para los niños. Explicitar las ideas previas de los alumnos para indagar en qué medida ellos consideran que los productos de la digestión son necesarios para todos los órganos.

Se invitará a los alumnos a resolver primero individualmente la hoja de trabajo (anexo 7), luego por equipos revisan sus respuestas, para indagar en qué medida reconocen que las sustancias nutritivas obtenidas en la digestión son transportados por la sangre a todos los órganos para su aprovechamiento. Los equipos presentarán sus respuestas y las justificarán en sesión plenaria. Aquí, se

retomarán algunas ideas discutidas en la primera sesión cuando los niños respondieron a la pregunta: ¿Por qué y para qué comemos?

La siguiente tarea consiste en solicitar a los niños que, organizados en equipos, marquen sobre un cartulina la silueta de la mano derecha de varios niños que se encuentren en diferentes etapas de desarrollo, (por ejemplo: la de un niño de 1° grado, la de un compañero de 6° grado y la de un alumno de 4° grado), distribuyéndolas en el papel, de tal manera que puedan compararlas fácilmente. Después, observarán las siluetas que acaban de trazar y contesten las siguientes cuestiones:

- ¿Todas las manos tienen el mismo tamaño?, ¿a qué se deben las diferencias?
- Cuando una persona crece ¿qué partes de su cuerpo aumentan de tamaño?
- ¿Cuál es la causa principal de que las personas crezcan?

Se tratará de construir consensos a partir de las respuestas de los alumnos.

Posteriormente, se retomará la ficha de trabajo ya resuelta y se les pedirá que mencionen la función de cada órgano y expliquen cómo obtienen la energía necesaria para su crecimiento y su correcto funcionamiento. Se promoverá el diálogo, la discusión, la argumentación y la elaboración de conclusiones.

### **Actividad 11**

Retomando las conclusiones de la actividad anterior, se les hará el siguiente cuestionamiento.

- Si los diferentes órganos necesitan nutrirse ¿Cómo es posible que las sustancias nutritivas lleguen a ellos?

A partir de las respuestas acordadas a la pregunta anterior, se invitará a los alumnos a observar dos videos didácticos. El primero aborda principalmente la

estructura y función de las vellosidades intestinales (duración 1:14 minutos) y está disponible en el siguiente portal de internet:

<http://www.youtube.com/watch?v=vLB5nniNhmU&feature=related>

Para dar continuidad a la primera proyección, se propondrá a los alumnos que observen el video didáctico titulado “El aparato circulatorio” (duración 9:56 minutos), el cual aborda de manera general la fisiología del sistema circulatorio, el cual se encuentra disponible en el siguiente portal de internet:

<http://www.youtube.com/watch?v=j2hLvAcmwss&feature=related>

Para la visualización del video se utilizará un guión de observación (diseñado con anticipación) para orientar el análisis de los alumnos durante la actividad. Se espera que los estudiantes reflexionen sobre el transporte de agua y sustancias nutritivas en el cuerpo humano a través de la circulación sanguínea y reconozcan el papel que juegan el corazón, las venas y las arterias durante el proceso.

A continuación se presenta la guía de observación que se utilizará para facilitar y orientar la visualización del video con la finalidad de ayudar a los estudiantes a organizar sus ideas que les permitan explicar cómo ocurre el proceso de transporte de nutrientes, o bien, les permitan identificar nuevos elementos del modelo (por ejemplo venas, arterias, corazón), así como identificar la relación entre sistemas digestivo y circulatorio.

Guía de observación

- ¿Por qué se dice que el circulatorio es el sistema de transporte de nuestro cuerpo?
- ¿Qué transporta el sistema circulatorio?
- ¿De dónde vienen las sustancias nutritivas que son transportadas por la sangre?

A partir de las respuestas y argumentos, se presentará simultáneamente a los alumnos una diapositiva donde se muestra un esquema del sistema circulatorio y la red hidráulica de una casa, para que traten de encontrar semejanzas entre

ambos. Con esta actividad, se espera promover entre los estudiantes el establecimiento de relaciones analógicas entre la fisiología del sistema circulatorio y el funcionamiento de una red hidráulica para facilitar la comprensión del modelo. De esta manera se espera que los alumnos relacionen los conceptos y contenidos abstractos (circulación sanguínea) con su realidad cotidiana (red hidráulica) y así favorecer la construcción de nuevas ideas.

Una vez observado el video y establecidas las relaciones analógicas entre el sistema circulatorio y una red hidráulica, se pedirá a los alumnos que recurran nuevamente a su modelo grupal para –en su caso- realicen las modificaciones que consideren pertinentes y las justifiquen. Posteriormente por equipos resolverán la pregunta ¿Qué función tiene el intestino delgado? (anexo 8).

## **Sesión 7. ¿Puedo explicar qué pasa?**

### **Propósitos**

- Transferir y aplicar el modelo construido de digestión-circulación a otras situaciones o contextos.

**Material:** Hoja de trabajo (anexo 9)

### **Actividad 12**

Se plantean dos situaciones hipotéticas señaladas (anexo 9), en las cuales los alumnos deberán explicar:

- a) Cómo llegan las sustancias de una pastilla hasta la parte alta del cuerpo para aliviar un dolor de cabeza.
- b) Cómo llega la vitamina “A” contenida en el jugo de zanahoria para lograr un buen funcionamiento de los ojos.

Se discutirá qué es lo que sucede dentro del cuerpo cuando se presentan las situaciones anteriores. ¿Cómo llegan sus componentes hasta el ojo o la cabeza

después de que entran por la boca? Utilizando una silueta representativa del cuerpo humano explicarán con un dibujo cualquiera de estos procesos y responderán su hoja de trabajo.

Se organizará una sesión plenaria para que los niños presenten sus trabajos y expresen sus puntos de vista, acuerdos y desacuerdos; tratando de formular algún consenso. Posteriormente evaluarán el dibujo que mejor explique el fenómeno elegido.

Finalmente reflexionarán con relación a lo aprendido durante el desarrollo de la intervención didáctica y externarán sus opiniones.

## ***CAPÍTULO 6***

### ***ANÁLISIS DE RESULTADOS***

En este capítulo se reportan los resultados obtenidos a lo largo de distintos momentos del proceso didáctico, comprendidos en la estrategia, los que referiremos en cuatro apartados, a fin de proporcionar una mayor organización y facilitar su comprensión.

El primero de ellos aborda las ideas previas presentes en los alumnos del grupo de trabajo con relación a la alimentación y al proceso de digestión-circulación y cómo este conjunto de ideas constituyen modelos conceptuales, con los cuales los alumnos enfrentan el abordaje del tema en la escuela.

Un segundo apartado describe el proceso constructivo de los estudiantes en términos de evolución de sus modelos iniciales a partir de la instrumentación de las actividades propuestas en el proceso de intervención didáctica.

El tercer apartado da cuenta de los modelos escolares construidos por los alumnos, comparando su estado cognitivo final con su estado cognitivo inicial, mediante los procedimientos de Pre-test/Post-test (Méheut, M., Psillos, D. 2004). Finalmente, se realiza el proceso de evaluación de la secuencia didáctica en función de su diseño y efectividad.

La organización del capítulo intenta informar cómo los alumnos conciben la digestión-circulación antes y después de la intervención didáctica y, más allá, qué conclusiones o puntos de discusión podemos extraer sobre la efectividad y pertinencia de las actividades de enseñanza que hemos propuesto para su aprendizaje en el contexto escolar y, estar en posibilidad de apreciar el papel mediador de la escuela en la construcción del modelo en estudio.



## *6.1 Los modelos iniciales*

### Pre-test

Después de la sistematización y análisis de los datos, provenientes del instrumento de exploración (anexo 1), se detectaron y tipificaron cuatro modelos diferentes de sistema digestivo y del proceso digestión-circulación como representaciones de los niños del grupo de trabajo. Se insiste en que son modelos que se infieren a partir de sus producciones iconográficas y escritas. Estos modelos se numeran en orden progresivo ascendente, atendiendo a su grado de complejidad y se caracterizan como sigue:

- Modelo 1: Tubo discontinuo cerrado/abierto, donde ocurre el tránsito de los alimentos, con/sin expulsión de desechos.
- Modelo 2: Tubo continuo cerrado/abierto formado por algunos órganos, que es recorrido por los alimentos con/sin experimentación de transformaciones.
- Modelo 3: Tubo continuo abierto formado por diferentes órganos (boca, esófago, estómago, intestinos y ano), con diferenciación entre los intestinos, en donde se realizan procesos mecánicos.
- Modelo 4: Tubo continuo abierto formado por distintos órganos (boca, esófago, estómago, intestinos, ano y alguna glándula accesoria: glándulas salivales/hígado/páncreas), en donde se realizan procesos mecánicos y/o químicos con la acción de alguna secreción digestiva y se encuentra articulado con el sistema circulatorio.

Se presentan a continuación algunos datos que nos pueden aproximar a las ideas previas de los estudiantes, dependiendo del modelo en el que fueron ubicados. La tabla 9 muestra las categorías que caracterizan el Modelo 1.

## Modelo I: Tubo discontinuo

**Tabla 9.** Categorías que distinguen el Modelo 1

Anatomía			Fisiología
Modelo	Nivel	%	Indicadores
1. Tubo discontinuo cerrado/abierto, donde ocurre el tránsito de los alimentos, con/sin expulsión de desechos.	1.1 Cerrado	0%	<b>1.A</b> Reconoce que hay sustancias aprovechables y otras que no lo son (4.5%) <b>1.B</b> Reconoce el tránsito de los alimentos por los diferentes órganos sin la expulsión de desechos (0%).
	1.2 Abierto	4.5%	<b>1.C</b> Reconoce el tránsito de los alimentos por los diferentes órganos con expulsión de desechos (4.5%)

Es importante mencionar que con relación a la fisiología se ha considerado cada indicador como independiente, por lo que cada uno se ha graficado con relación al total de alumnos.

### Con relación a la anatomía

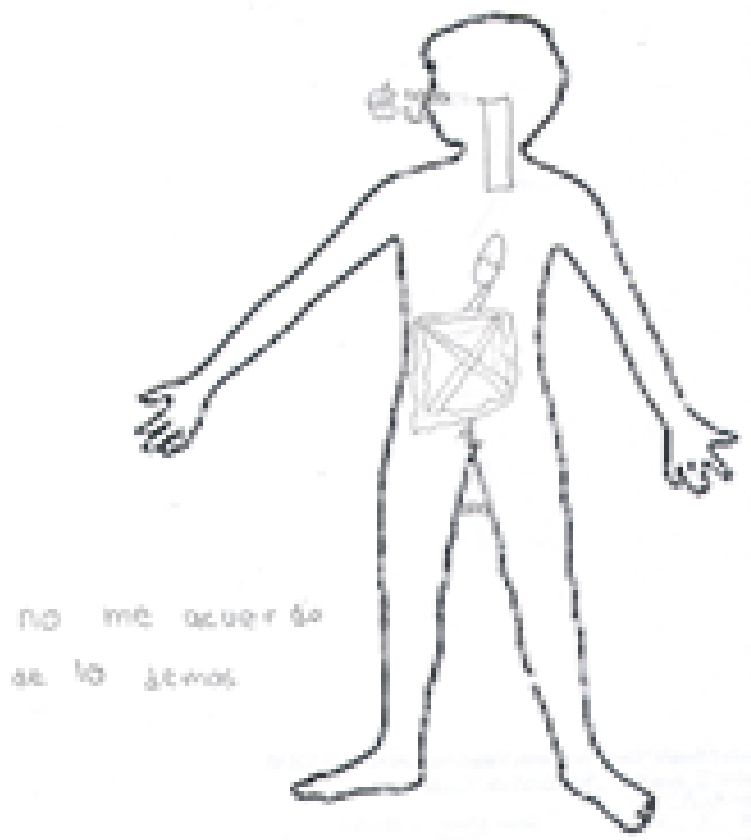
Sólo un alumno de los 22 que integran el grupo (4.5%), fue ubicada en el Modelo 1, en el cual, el sistema digestivo es conceptualizado como un tubo discontinuo abierto (figura 10); discontinuidad que también ha sido observada por Núñez y Banet (1988) en estudiantes de diferentes niveles educativos.

Aún y cuando este modelo es incompleto, se observa un incrementado en el conocimiento sobre la estructura corporal, en contraste con niños preescolares, para quienes “comer” involucra únicamente la boca y los dientes (Carey, 1985, en León-Sánchez 2009), o para los niños de 7 años, quienes reconocen menor número de órganos como componentes del sistema digestivo (Cubero, 1996; Garrido et al, 2005).

Este dato confirma los hallazgos de Munari *et al* (en León-Sánchez & Barrera, 2009) y Cubero (1996), quienes sostienen que a medida que avanza el desarrollo

cognitivo de los niños, la cantidad de órganos representados y de sus conexiones para conformar sistemas va aumentando.

La figura 10 ilustra la representación caracterizada como Modelo 1, en ella podemos observar que si bien, no se designa a los órganos con sus nombres científicos, es notoria la inclusión iconográfica de varios de ellos en el acto de comer y el concomitante proceso digestivo.



**Figura 10.** Modelo 1 Tubo discontinuo cerrado/abierto, donde ocurre el tránsito de los alimentos, con/sin expulsión de desechos.

Por otra parte, aunque en la representación gráfica observamos discontinuidad en el tubo y falta de conexión entre algunos órganos, distinguimos que el escrito denota cierto grado de integración entre los órganos, pues describe la trayectoria del alimento desde la boca hasta el ano.

## Con relación a la fisiología

Antes de introducirnos al análisis de esta sección, en la que pretendemos dar cuenta de los modelos que sobre digestión han construido los alumnos del grupo de estudio, creemos importante precisar que para efectos de este trabajo, entenderemos por digestión como el “conjunto de operaciones mecánicas, químicas y enzimáticas, realizadas en el aparato gastrointestinal y que tienen por objeto el convertir los alimentos consumidos en nutrimentos simples, absorbibles por la mucosa intestinal” (Fajardo *et al*, 1999:145) y de esta manera hacerlas disponibles para el metabolismo celular.

Con relación al Modelo 1, tenemos que el proceso digestivo es entendido como la separación de las sustancias “buenas” de las “malas” contenidas en los alimentos, resultado que ha sido igualmente confirmado por diferentes estudios (Banet & Núñez, 1989; Núñez & Banet, 1996; Banet, 2001; Cubero, 1996; Teixeira, 2000).

De acuerdo con León-Sánchez (2009), es evidente que en este modelo, el funcionamiento de los órganos es conceptualizado en términos del movimiento de sustancias tangibles, en donde los órganos son concebidos como recipientes con canales que sirven para conectarlos y el alimento pueda ser transportado a través de ellos.

Esto pone de manifiesto la presencia de un “modelo fisiológico”, que aunque incipiente (incompleto y parcial), explica un fenómeno biológico. Así se muestra al revisar lo expresado por la alumna clasificada en el Modelo 1, en torno a la explicación que ofrece sobre qué hace el cuerpo para aprovechar las sustancias contenidas en los alimentos:

*“[...] lo bueno se queda en el intestino delgado y lo malo va para el intestino grueso y luego [...] se va al ano”*

Si bien, en este modelo los órganos son considerados como “estaciones de paso” de las sustancias, a los cuales no se les asigna un papel transformador, queda establecido que alguna parte de la comida permanece en el cuerpo mientras que

el resto se elimina, lo cual, a nuestro juicio, es un referente de que la alumna que sostiene este modelo está en posibilidades de construir una explicación causal a este hecho y sobre el destino final de dichas sustancias, pues piensa que el cuerpo toma aquello que es *bueno* y lo guarda, mientras que expulsa lo que es *malo* (Cubero).

### Modelo 2 Tubo continuo

Como puede observarse en la tabla 10, son 10/22 alumnos los que quedaron ubicados en el Modelo 2 (45.5% del grupo). Este hecho muy probablemente es un indicativo del nivel de desarrollo cognitivo que han alcanzado una proporción importante de los alumnos, ya que de acuerdo con León-Sánchez (2009), una de las características de los niños que se encuentran en el periodo de las operaciones concretas (9-11 años de edad) es que tienden a conocer más componentes orgánicos y al mismo tiempo comienzan a integrarlos o conectarlos para explicar su funcionamiento.

### Con relación a la anatomía (Modelo 2)

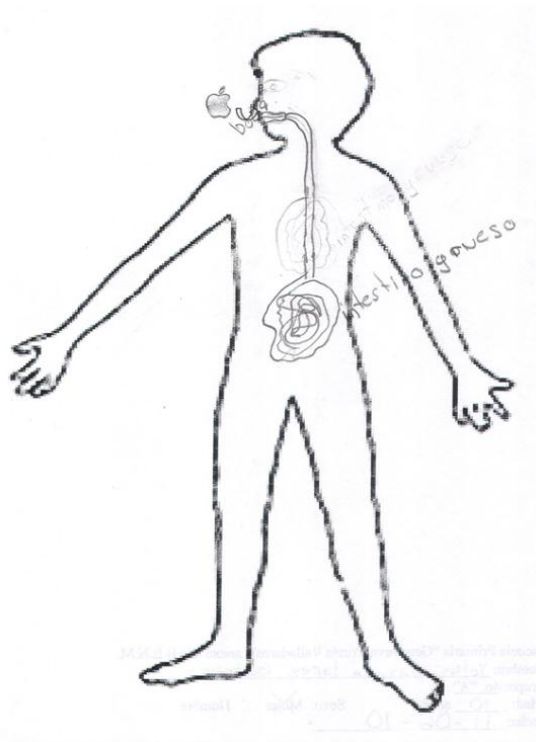
Por lo que respecta al conocimiento del sistema gastrointestinal, se identificaron dos niveles, el primero de ellos caracterizado como tubo continuo cerrado, construido por 2/10 alumnos clasificados en este modelo (9.1% del grupo) y el segundo, como un tubo continuo abierto representado por 8/10 (36.4% del grupo).

**Tabla 10.** Porcentaje de estudiantes clasificados en el Modelo 2

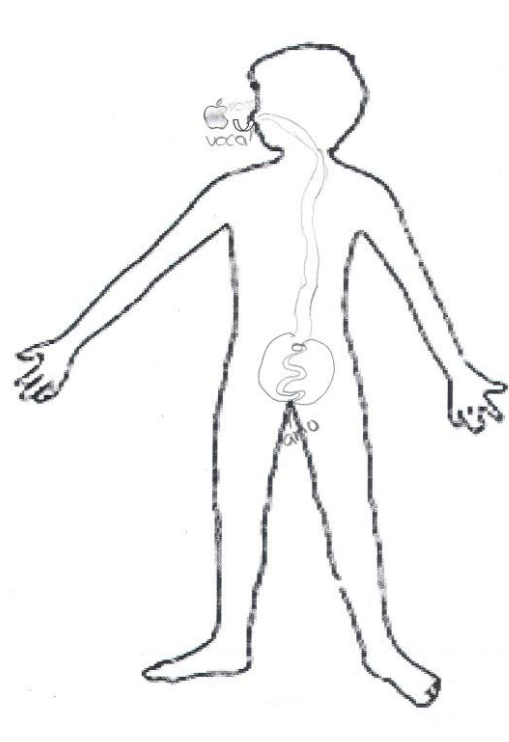
Anatomía			Fisiología
Modelo	Nivel	%	Indicadores
2.Tubo continuo que es recorrido por los alimentos sin experimentar transformaciones.	2.1 Cerrado	9.1%	<p><b>2.A</b> Reconoce que hay sustancias nutritivas y no nutritivas en los alimentos (9.1%).</p> <p><b>2.B</b> No reconoce la eliminación de desechos (9.1%).</p> <p><b>2.C</b> Reconoce la eliminación de desechos mezclando los sistemas excretor y digestivo (4.50%).</p>
	2.2 Abierto	36.4%	<p><b>2.D</b> Reconoce la eliminación de desechos expulsados por defecación (31.80%)</p>

Aunque es notorio que en el Modelo 2 (figura 11) hay mayor cantidad de órganos referidos (Gráfica 1), en relación al Modelo 1, y que a partir de la continuidad en el tubo existe una integración entre ellos, los alumnos siguen mostrando poco conocimiento acerca de la morfología general del sistema, pues todavía persisten representaciones de tubo cerrado (9.1% del grupo), con o sin representación de órganos.

2.1 Tubo continuo cerrado



2.2 Tubo continuo abierto



**Figura 11.** Representaciones características del Modelo 2

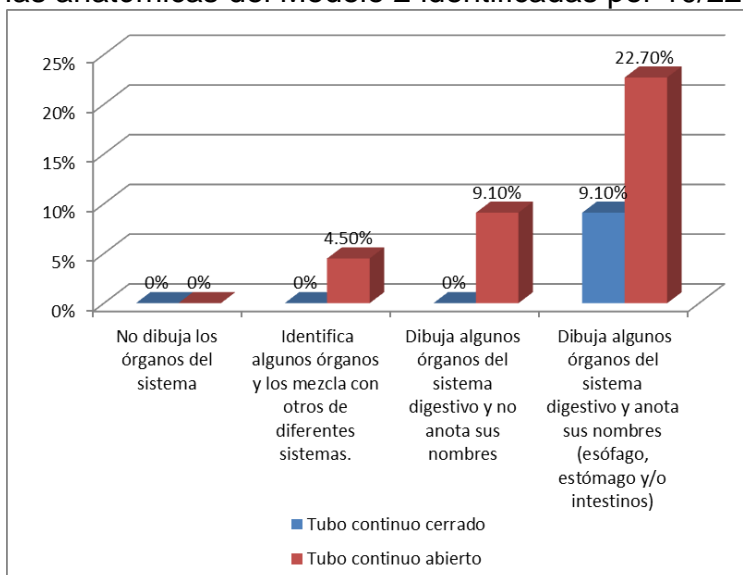
Es decir, en este modelo se observa un ligero aumento en el número de órganos dibujados y sus interconexiones, así como un cambio cualitativo en la forma de concebir las funciones de los órganos, como se verá más adelante.

Los resultados de este análisis, parecen evidenciar que los estudiantes que dibujan un tubo continuo abierto identifican mayor número de órganos y reconocen más nombres científicos que aquellos que dibujan un tubo continuo cerrado (Gráfica 1). A partir de estos datos y en congruencia con lo expuesto por León Sánchez (2009), suponemos que el aumento en las interconexiones está

relacionado con un aumento en el nivel de comprensión del funcionamiento, sea éste promovido por la educación escolar o a partir de la experiencia personal construida con la participación de otros mediadores sociales.

**Gráfica 1. Pre-test**

Categorías anatómicas del Modelo 2 identificadas por 10/22 alumnos



Como puede apreciarse en la tabla 11, los alumnos clasificados en el Modelo 2 siguen teniendo un conocimiento limitado de la ubicación y denominación científica de los órganos del sistema gastrointestinal.

**Tabla 11.** Órganos identificados por los estudiantes clasificados en el Modelo 2

Dibujos	Tubo continuo Cerrado (%)	Tubo continuo Abierto (%)	Total (%)
Boca	4.5	13.5	18.2
Faringe	0	0	0
Esófago	0	13.6	13.6
Estómago	4.5	18.2	22.7
Intestinos en general	0	13.6	13.6
Intestino delgado	0	22.7	22.7
Intestino grueso	9.1	22.7	31.8
Ano	0	36.4	36.4
Hígado	0	4.5	4.5
Páncreas	0	0	0
Glándulas salivales	0	0	0

En concordancia con lo anterior, un hecho notable es que la totalidad de alumnos asignados al Modelo 2 no reconocen el trayecto que va desde la boca al estómago, por el desconocimiento de la faringe y/o del esófago, pues hay un desconocimiento total de la faringe y sólo 3/10 alumnos ubicados en el Modelo 2 identifican el esófago (13.6% del grupo).

En este sentido es pertinente aclarar que 3/10 identifican al esófago como “traquia” o tráquea (aunque no se precisó si los alumnos consideran a la tráquea como vía común de las funciones digestivas y respiratorias), esto nos hace suponer que la denominación “traquia”/tráquea podría deberse a un intercambio del término pero no de la función. Del mismo modo, 4/10 dibujan una estructura en forma de tubo que comunica la boca con el estómago, a cuyo nombre no se hace alusión en el texto ni tampoco se explicita en el dibujo (que corresponden al 18.2% del grupo).

Si bien es cierto que existe una tendencia bastante generalizada para reconocer al estómago como el órgano central del proceso digestivo, como ha sido confirmado en diversas investigaciones (Banet & Núñez, 1989; Cubero, 1996; Carvalho, 2008; León-Sánchez, 2005), tenemos que sólo 5/10 alumnos clasificados en este modelo (que corresponden al 22.75% del grupo) identifican el estómago como parte del tracto digestivo, incluso un alumno llegó el término coloquial “panza”, que es mayormente utilizado por niños de menor edad (Garrido *et al* , 2005; Cubero 1996); sin embargo, no se aclara si tal expresión se utilizó de manera intercambiable para referirse al estómago o si se hizo pensando en una zona más amplia del cuerpo y no a un órgano concreto.

Asimismo, 4/10 (que corresponden al 18.2% del grupo) sitúan al intestino grueso entre el estómago y el intestino delgado, esta alteración en el orden, concuerda con los hallazgos de Banet y Núñez (1988), quienes sostienen que esta idea tiene implicaciones que afectan la noción de conjunto del proceso digestivo y de la absorción.



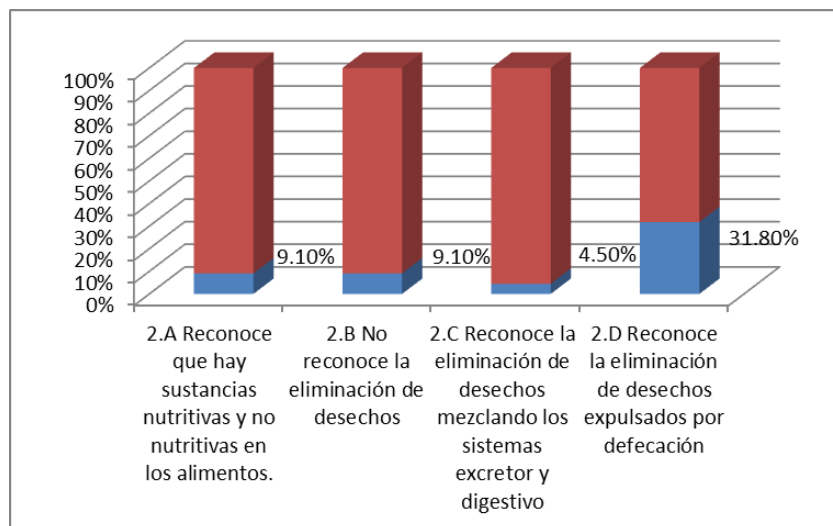
Por lo que se refiere al hígado y al páncreas, tenemos que sólo 1/10 considera el hígado como parte del sistema digestivo. Estos resultados son ejemplos de que es casi nulo (hígado) o nulo (páncreas) el reconocimiento de ambos órganos en este modelo.

En consecuencia, este desconocimiento tiene, desde nuestra perspectiva, implicaciones que también afectan la noción del proceso digestivo por la no consideración de las secreciones digestivas vertidas por dichos órganos y que resultan esenciales para la comprensión global del proceso digestivo.

### Con relación a la fisiología (Modelo 2)

En cuanto a las interconexiones entre órganos y relaciones fisiológicas que hacen los niños considerados en este modelo, tenemos que, la totalidad de ellos (10/10) reconocen el recorrido de los alimentos por los diferentes órganos del tracto digestivo, con o sin experimentación de transformaciones, incluso 2/10 no reconocen la expulsión de desechos y que corresponden al 9.1% del grupo (Gráfica 2).

**Gráfica 2. Pre-test**  
Categorías fisiológicas del Modelo 2 identificadas por 10/22 alumnos



Asimismo, 4/10 alumnos identificados en este modelo (18.2% del grupo), basan sus explicaciones del proceso digestivo únicamente en relaciones de entrada-

salida; en tanto que otros 4/10, entiende la digestión como un proceso principalmente mecánico, así se manifiesta al constatar las expresiones de los alumnos: “[...]después en la panza [la manzana] se revuelve”; “los dientes aplastan la manzana hasta convertirla en algo llamado papilla”.

De los 8/10 alumnos identificados en el Modelo 2, que reconocen la expulsión de desechos (36.3% del grupo), la mayoría lo hace pensando en un proceso de separación de sustancias: apartar lo “bueno” de lo “malo”, lo que sirve de lo que no sirve, o retirar lo que sobra. Además es importante mencionar que para 1/10 alumno con Modelo 2 (4.5% del grupo), los desechos obtenidos como producto de la digestión son expulsados a través de la orina.

Esta confusión entre el sistema digestivo y el sistema excretor, queda manifiesta en la siguiente expresión: “el [alimento] sobrante pasa al intestino grueso y [éste] lo pasa a la orina”, de manera que se establece una relación inexistente entre ambos sistemas y, aunque gráficamente no se representa, hace pensar en una doble vía de circulación de materiales de desecho al interior del cuerpo, una que transporta los líquidos por un lado y los sólidos por otro, y terminan, respectivamente, uno en el orificio urinario y otro en el ano, sin que se mencione la intervención de la sangre.

Evidentemente, esta forma de entender la digestión, por parte de los alumnos incluidos en el Modelo 2, supone una visión incompleta del proceso, pues según las evidencias señaladas parece innegable que los alumnos piensen que los desechos del organismo provienen directamente de los alimentos, y no del metabolismo celular, por ello, como lo menciona Cubero (1998), mientras no se comprenda la digestión como un proceso por el que se producen cambios en la naturaleza química de los alimentos, y no se establezca una adecuada explicación de la circulación y la distribución de nutrimentos como mecanismo que hace posible el metabolismo celular, no se podrá comprender la excreción y la defecación como procesos de origen y naturaleza diferente.

### Modelo 3. Tubo continuo abierto

Como se muestra en la tabla 12, casi la mitad del grupo (45.5%), es decir, 10/22 alumnos han quedado clasificados en el Modelo 3, el cual se caracteriza por concebir el sistema digestivo como un tubo continuo abierto, formado por diferentes órganos (boca, esófago, estómago, intestinos y ano), en cuyo discurrir se realiza algún proceso mecánico que transforma los alimentos. En la tabla 12 se muestra la caracterización de este modelo y el porcentaje de alumnos del grupo que quedó clasificado en él.

**Tabla 12.** Porcentaje de estudiantes clasificados en el Modelo 3

Anatomía			Fisiología
Modelo	Nivel	%	Indicadores
3.Tubo continuo abierto formado por diferentes órganos, en donde se realiza algún proceso mecánico.	3.1 No diferencia intestinos	9.10	<b>3.A</b> Reconoce que hay sustancias que se aprovechan con la participación de algún órgano en especial (13.60%). <b>3.B</b> Reconoce que hay sustancias aprovechables o nutritivas que se distribuyen en el cuerpo y reconocen la eliminación de desechos (4.50%). <b>3.C</b> Reconoce el paso de los alimentos por todos los órganos y algún proceso mecánico como masticación y/o deglución. (45.5%)
	3.2 Sí diferencia intestinos	36.40	

#### Con relación a la anatomía

Como puede observarse en la tabla 12, se distinguieron dos niveles, el primero de ellos se caracteriza por no hacer una distinción entre los intestinos delgado y grueso y, un segundo nivel, donde se hace tal diferenciación. Sin embargo, es pertinente señalar que dicha diferenciación se hace solamente a nivel anatómico, no fisiológico.

En la tabla 13 se detalla la cantidad y tipo de órganos que fueron identificados por los alumnos asignados en este modelo.

Así, tenemos que, de los 10 alumnos que sostienen este modelo, todos consideran la boca como única vía de entrada de los alimentos, pero desconocen el trayecto que discurre entre ésta y el esófago, dada la ausencia de faringe. Con

relación a esta comunicación, encontramos que 4/10 alumnos adscritos al Modelo 3 (18.2% del grupo) dibujan una estructura tubular que comunica la boca con el estómago, a la que nombran tráquea/“traquia”/“tranquia” (aunque no se precisó si los alumnos consideran a la tráquea como vía común de las funciones digestivas y respiratorias), esto hace suponer que tales denominaciones utilizadas para nombrar al conducto que comunica boca y estómago corresponde más a un intercambio del término que de la función. Sin embargo, se presentó un único caso en el que se sitúa a la tráquea antes del esófago, formando un tubo continuo.

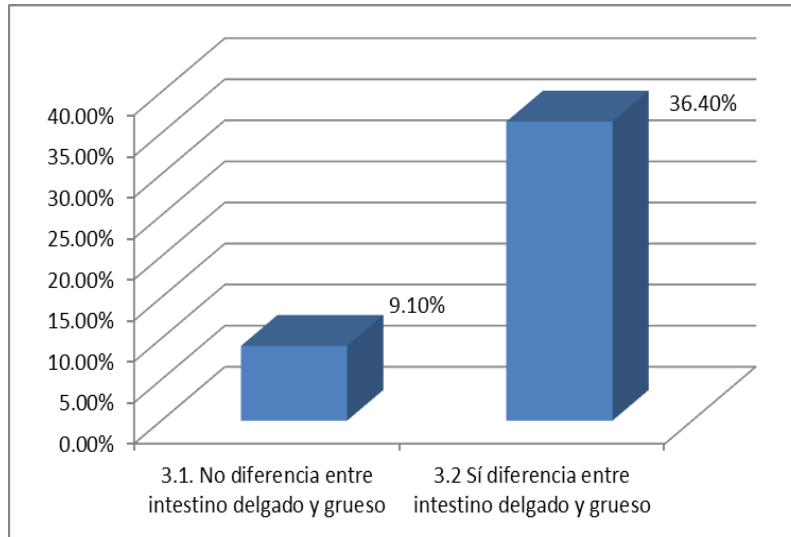
**Tabla 13.** Órganos del sistema digestivo identificados por los estudiantes clasificados en el Modelo 3 (% de alumnos del grupo).

Respuestas	No diferencia intestinos (%)	Sí diferencia intestinos (%)	Total (%)
Boca	9.1	36.4	45.5
Faringe	0	0	0
Esófago	4.5	18.2	22.7
Estómago	9.1	36.4	45.5
Intestinos en general	9.1	0	9.1
Intestino delgado	0	36.4	36.4
Intestino grueso	0	36.4	36.4
Ano	9.1	36.4	45.5
Hígado	0	4.5	4.5
Páncreas	0	0	0
Glándulas salivales	0	0	0

Con respecto al estómago y los intestinos, observamos que estos órganos son reconocidos por todos los alumnos como parte del sistema. Sin embargo, 8/10 ubicados en este modelo (36.4% del grupo) hace una distinción entre intestino delgado y grueso (Gráfica 3), mientras que 2/10 no lo hacen. De los estudiantes que hacen dicha diferenciación, 2/10 invierten el orden entre ambos órganos, lo que - según Banet y Núñez (1988)- tiene implicaciones que afectan la noción de conjunto del proceso digestivo.

### Gráfica 3. Pre-test

Categorías anatómicas del Modelo 3 identificadas por 10/22 alumnos



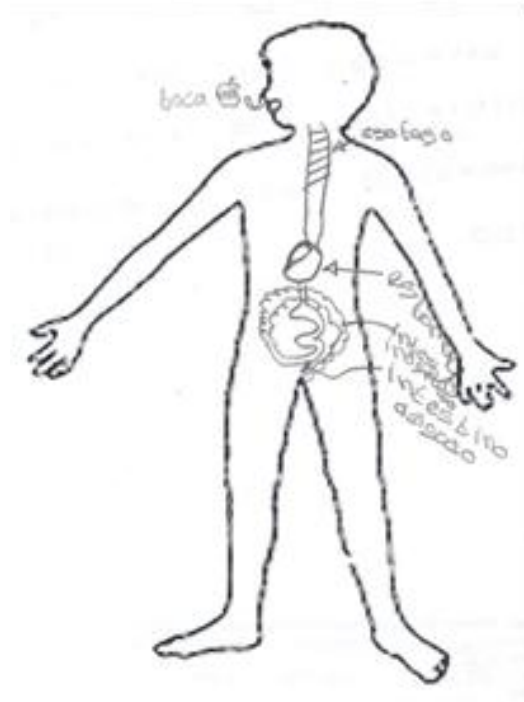
Otro hecho a destacar es que, los alumnos consignados en el Modelo 3 tienen un desconocimiento total o casi total de las glándulas salivales, del hígado y del páncreas como parte del sistema digestivo, lo que nos hace suponer, que la acción secretora de dichas glándulas no es considerada como parte fundamental de la digestión y, por tanto, es de esperarse que los alumnos adscritos a este modelo tendrán una visión igualmente incompleta o parcial del proceso digestivo.

Asimismo, tenemos que de los 10 alumnos ubicados en este modelo (45.5% del grupo) todos reconocen la eliminación de desechos expulsados por defecación. Sin embargo, un único caso incluyó la vejiga como parte del sistema digestivo manteniendo comunicación con el intestino grueso. “Ello puede estar relacionado con la noción, sostenida por determinados alumnos, que consideran la existencia de comunicación directa entre ambos aparatos, de tal forma que a partir de un determinado nivel del tubo [...], los sólidos y el agua seguirán caminos diferentes, los líquidos lógicamente hacia el aparato excretor renal” (Banet & Núñez, 1988:34).

Esta confusión entre el aparato digestivo y el excretor, que consiste en considerarlos como un único tubo continuo desde la entrada de la comida hasta su expulsión, ha sido confirmada en alumnos de niveles superiores, e incluso en

adultos (Tunnicliffe, 2004). Estos datos sugieren nuevamente que hay desconocimiento respecto a los procesos que dan origen a los desechos del organismo y se piense que éstos provienen directamente de los alimentos.

En términos generales, podemos decir que la continuidad del tubo digestivo presente en este modelo, en la que también se manifiesta una “conexión del estómago con la boca y los intestinos, así como la presencia de mayor número de órganos, anuncia el inicio de un sistema gastrointestinal” (León-Sánchez, 2009: 79), que empieza a hacerse presente en la estructura conceptual de estos alumnos y hace suponer que en este nivel pueden existir explicaciones más completas en torno al proceso digestivo. La figura 12 muestra un ejemplo de las representaciones clasificadas en el Modelo 3.



**Figura 12.** Modelo 3 Tubo continuo abierto formado por diferentes órganos, donde ocurre algún proceso mecánico en los alimentos.

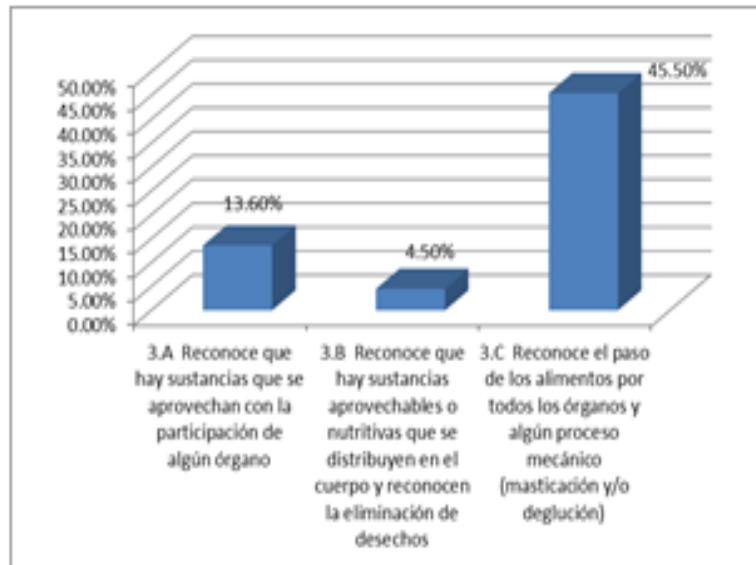
### **Con relación a la fisiología (Modelo 3)**

De los 10/22 alumnos considerados en el Modelo 3 (45.5% del grupo), reconoce el tránsito de los alimentos por el interior del sistema digestivo, después de haber

sufrido alguna transformación como la masticación (Gráfica 4) y la consecuente formación y expulsión de desechos mediante la defecación (productos que son reconocidos como “lo que no sirve”, “lo que sobra” o “lo malo”).

#### Gráfica 4. Pre-test

Categorías fisiológicas del Modelo 3 identificadas por 10/22 alumnos



Aún y cuando dicha transformación sigue siendo de naturaleza física, 2/10 clasificados en este modelo (9.1% del grupo) ya hablan de la presencia de ciertas sustancias como la saliva, los “jugos alimenticios” o el jugo gástrico que se mezclan con el alimento, ya sea en la boca o en el estómago según sea el caso. Así se demuestra al analizar las expresiones de los alumnos en relación a qué le sucede a una manzana dentro del cuerpo después que la ingerimos.

*“La manzana entra primero por la boca donde es masticada y se mezcla con la saliva y forma el bolo alimenticio”*

*“[la manzana] pasa por el estómago y es disuelta (sic) con jugo gástrico”*

*“[la manzana] pasa hacia el estómago y se mezcla con los jugos alimenticios”.*

Aunque, estas concepciones no explican el proceso digestivo propiamente dicho, y tampoco manifiesten de manera precisa la acción de los jugos digestivos,

representa un punto de partida importante para introducir nuevas ideas sobre la acción que ejercen estas secreciones.

Por otra parte, también en este modelo se empieza a esbozar una noción de lo que pudiera ser el proceso de absorción de los productos provenientes de la digestión, ya que 3/10 alumnos de este modelo (13.60% del grupo) refieren la participación de algún órgano, encargado de “retener” los nutrimentos en el interior del cuerpo, atribuyendo indistintamente esta función a alguno de los intestinos. En este sentido, encontramos expresiones como:

*“en el intestino hay como unos deditos diminutos que agarran los nutrientes”*

*“el intestino grueso (...) atrapa lo bueno de la comida”*

*“el intestino grueso tiene unos como hoyitos y por ahí pasan las sustancias nutritivas, lo demás se va al ano”*

En el Modelo 3, también se encontró un único caso que se hace referencia escrita al paso de nutrientes a la sangre a través del intestino delgado pero no de su distribución en el cuerpo.

Si bien, estas ideas no corresponden precisamente a los conceptos de digestión y absorción que la ciencia escolar propone, se manifiesta ya una comprensión de que la comida (en realidad, los nutrimentos) es algo que el cuerpo es capaz de asimilar con la participación de algún órgano en particular. Estos elementos recobran particular importancia porque muestran -aunque de manera incipiente- la presencia de algunos elementos que pudieran ser la base para la construcción de un modelo de digestión-circulación de nutrientes más cercano al modelo científico escolar.

#### **Modelo 4 Tubo continuo abierto, articulado con el sistema circulatorio**

Como se muestra en la tabla 14, un solo caso quedó clasificado en el Modelo 4, que corresponde al 4.5% del grupo, en donde el sistema digestivo se concibe

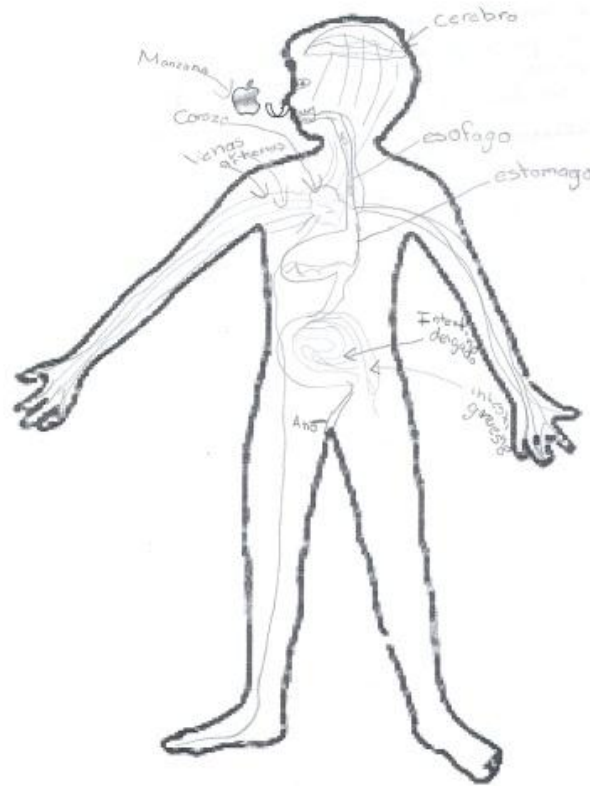


como un tubo continuo abierto, formado por diferentes órganos (boca, esófago, estómago, intestinos, ano y alguna glándula accesoria: glándulas salivales, hígado y/o páncreas) y en cuyo discurrir se realiza algún proceso mecánico y/o químico que transforma los alimentos, mediante la acción de alguna secreción digestiva y se encuentra articulado con el sistema circulatorio. Además, la expulsión de desechos es entendida como defecación y producto final del proceso. En la tabla 14 se recogen los datos relativos a este modelo.

**Tabla 14.** Porcentaje de estudiantes clasificados en el Modelo 4

Anatomía			Fisiología
Modelo	Nivel	%	Indicadores
4.Las sustancias obtenidas de la "digestión" pasan a la sangre para ser distribuidas.	4.1 Reconoce la articulación entre los sistemas digestivo y circulatorio.	4.5	<b>4.A</b> Los alimentos pasan por los diferentes órganos y reciben algún producto glandular (0%). <b>4.B</b> Reconoce procesos mecánicos y/o químicos de la digestión (4.5%). <b>4.C</b> Reconoce que los alimentos reciben la acción de diferentes jugos digestivos (0%). <b>4.D</b> Las sustancias nutritivas pasan a la sangre (4.5%). <b>4.E</b> Las sustancias nutritivas pasan a la sangre para ser distribuidas y los restos son expulsados por el ano (0%).
	4.2 Reconoce el paso de los nutrientes y/o energía a la sangre y ésta los reparte a todo el cuerpo.	0	

Se distinguieron dos niveles en este modelo, en función de cuál era considerado el destino de las sustancias resultantes de la digestión. El primero de ellos reconoce la articulación entre los sistemas digestivo y circulatorio, mediante la idea de que los alimentos sufren transformaciones después de recorrer el tracto digestivo para obtener las sustancias nutritivas que serán recogidas por la sangre, pero sin considerar su transporte y distribución. Es decir, lo representativo de este nivel es que se concibe el paso de los nutrimentos resultantes de la "digestión" a la sangre, estableciéndose una visión más integral de estos procesos que explican la nutrición humana. Un ejemplo de esta representación se ilustra en la figura 13.



**Figura 13.** Modelo 4 Articulación digestión-circulación

El segundo nivel alcanza un grado de complejidad mayor, ya que en él se reconoce no sólo la obtención de nutrimentos como productos de la “digestión”, sino también su absorción (en realidad la difusión), transporte y distribución a todos los órganos del cuerpo. Proceso en el cual, se encuentran involucrados un mayor número de órganos.

Aunque hay un mayor conocimiento anatómico del sistema digestivo en este modelo; órganos como la faringe, el hígado, el páncreas y las glándulas salivales siguen sin ser reconocidos, lo que habla de una concepción limitada de la comunicación entre la boca y el esófago, así como de la ausencia de secreciones necesarias para hacer posible el proceso digestivo.

De cualquier forma, es evidente que la alumna que sostiene este modelo tiene una visión más integral del funcionamiento del cuerpo para explicar el proceso de nutrición, pues ha comenzado a “comprender la ocurrencia de cierto tipo de

fenómenos que tienen como finalidad la conservación de la vida: el proceso digestivo y la circulación de los nutrientes alrededor del cuerpo por medio de la sangre” (Carey, 1985, en León Sánchez, 2009:65).

En este único caso, se ha comenzado a explicar el proceso digestivo no ya como un simple tránsito de los alimentos a través de los distintos órganos constituyentes del sistema digestivo, sino mediante la ocurrencia de cambios y transformaciones en lo que se ingiere, aunque estos cambios sean exclusivamente de naturaleza física-mecánica, no química (Cubero, 1996), estableciendo con ello una adecuada relación entre digestión y circulación.

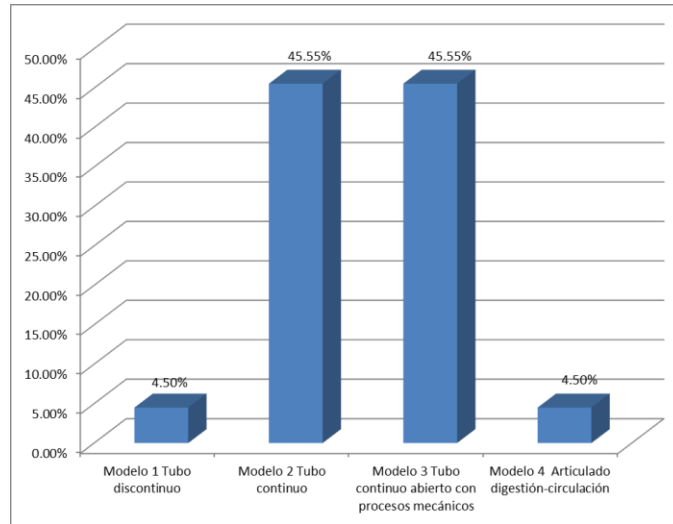
Como habrá podido constatarse, en la muestra no se encontró que los alumnos conceptualizaran la digestión como un proceso de cambio químico. Por tanto las acciones de masticar la comida, “*revolverla*”, “*deshacerla*” y/o “*disolverla*”, con el fin de hacerla más pequeña, son los únicos procesos mencionados. Por tanto, la acción de la saliva o de cualquier otra secreción digestiva (cuando se identifican), es reconocida solamente por su acción física sobre los alimentos (ablandar, deshacer, disolver...).

Es importante destacar que en esta primera exploración tampoco se identificó algún caso que hiciera referencia a la obtención de energía a partir de los productos resultantes de la digestión, esto quizá era de esperarse, pues según León-Sánchez (2009: 74), “el hecho de que la comida pueda transformarse en energía sólo se menciona a partir de los 13 años de edad”.

La Gráfica 5 indica la distribución de la muestra en los cuatro modelos identificados en el Pre-test. Se encontró que 1/22 de los alumnos participantes (4.5%) fue asignado al Modelo 1, mientras 10/22 fueron clasificados en el Modelo 2 (45.5%), otros 10/22 fueron considerados en el Modelo 3 (45.5%) y el restante 4.5% en el Modelo 4, que corresponde a 1/22 (Gráfica 5).

### Gráfica 5. Pre-test

Distribución de la muestra en los cuatro modelos identificados



Estos datos nos permiten apreciar que de acuerdo con Núñez y Banet (1996), mayoritariamente (95.5%) los alumnos sostienen un modelo “no relacionado”, ya que no tienen establecidas las relaciones entre el proceso digestivo y la circulación sanguínea. Es decir, los alumnos aún no reconocen el papel de la sangre en el transporte de sustancias nutritivas procedentes de los alimentos.

Asimismo, estos hallazgos son coincidentes con los reportados por León Sánchez, et al (2005), en el sentido de que mientras los niños, por un lado, sostienen explicaciones “mecánicas” (cortar, moler, romper, etc.) para dar cuenta de las transformaciones que sufre el alimento y asumen un *modelo mecánico de trituración/partición*, por otro lado mantienen un *modelo vitalista* cuando tratan de explicar la presencia de energía en los alimentos y su efecto en el cuerpo (fuerza, energía, crecimiento, salud, mantenimiento de la vida), como se puede ver en la tabla 15, cuyos datos provienen del segundo instrumento empleado para detectar ideas previas (anexo 2).

**Tabla 15.** Tipos de respuesta acerca de la alimentación

Pregunta	Categoría de respuesta	Porcentajes
¿Para qué utilizamos los alimentos que comemos?	Para tener fuerza/trabajar/aprender	31.8 %
	Para darnos energía	27.3%
	Para crecer	18.2%
	Para estar sanos/no enfermarse	13.6%
	Para vivir/no morirnos	9.1%

## *6.2 Proceso constructivo de los modelos sobre digestión-circulación*

### **Con relación a la anatomía**

Durante el desarrollo de las actividades 2 y 3 propuestas en la estrategia didáctica que tuvo como propósito la explicitación y confrontación de las ideas previas relacionadas con los aspectos anatómicos y fisiológicos, se logró un consenso del 100% de los alumnos en considerar a la boca como la única vía de acceso de los alimentos, agregando la saliva (no las glándulas salivales), los dientes y la lengua como parte del sistema.

En esa misma sesión plenaria, hubo un acuerdo total del grupo en considerar a la tráquea como parte del tracto digestivo, ubicándola entre la boca y el esófago. De igual forma, se consideró que la laringe también debía formar parte del tracto, sólo que al no haber acuerdo en su ubicación, se optó por anotarlo como duda, dando lugar a una actividad de investigación ulterior.

De lo expuesto, podemos derivar que algunas ideas previas de los alumnos están guiadas por un pensamiento dirigido por la percepción, esto supone que los alumnos tienen una tendencia a basar inicialmente su razonamiento en las características observables de los fenómenos, como lo sostienen Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (1986), por ello, muy probablemente les resulte más próximo pensar en la estructura y función de la boca que en la de la faringe o la tráquea, pues el conocimiento del interior del cuerpo no resulta asequible a la percepción del niño.

En cuanto a la ubicación del estómago y su interconexión con otros órganos, el 100% de los alumnos estuvo de acuerdo en que el estómago debería estar ubicado entre el esófago y los intestinos. Sin existir acuerdo en el orden de éstos últimos, como se puede observar en el siguiente cuadro de diálogo:

*Profesora: Estamos de acuerdo en que después del estómago van los intestinos, pero todavía no nos ponemos de acuerdo cuál de los dos va primero: el grueso o el delgado.*

*Carolina. Yo pienso que está primero acomodado el grueso y luego el delgado, porque primero el grueso saca los desechos y luego el delgado se queda con los nutrientes y el grueso ayuda a sacar la orina y el excremento.*

*Pedro: Yo pienso que no tienes razón Carolina porque tú dices que por el ano se va, no tienes razón porque no sale la pipí por el ano, sale nada más la popó. Además porque el intestino delgado no es como lo acomodemos, sino porque el intestino delgado absorbe los nutrientes y el intestino grueso ya va transformando lo que ya no sirve, lo que ya está en heces fecales para sacarlo de nuestro cuerpo.*

*Carolina: No, yo pienso que es ilógico, que va primero el grueso porque primero se deben eliminar los desechos.*

*Profesora: ¿Qué te pareció ilógico?*

*Carolina. Sí, ¿cómo sacas después lo que ya no sirve?*

*Pedro: Es que... aparte aquí está maestra (muestra a la profesora su diccionario con el esquema del sistema digestivo), por el intestino grueso ya pasa todo y está conectado al ano, entonces significa que primero va el delgado y después el grueso.*

*Francisco: A ver (pidiendo ver el dibujo)*

*Profesora: Bueno Pedro, ¿qué te parece si mantienes un ratito tu diccionario ahí y escuchamos a Osvaldo que está levantando la mano? A ver Osvaldo, ¿tú qué opinas?*

*Osvaldo: Que es cierto*

*Profesora: ¿Qué es cierto?*

*Osvaldo: Que va primero el delgado porque absorbe los nutrientes y va haciendo como un laberinto y luego sigue el grueso y saca la popó pero la pipí sale por otro lado.*

*Profesora: Gracias ... Bueno, aquí ya tenemos a varios niños que ya han opinado, y los demás ¿qué piensan de lo que están diciendo sus compañeros?*

*Katya: Pará mí, la lógica es la de Carolina porque es que el intestino grueso está conectado con el estómago y absorbe los nutrientes y lo que ya no sirve se lo pasa al delgado y luego al ano.*

*Profesora. Gracias Katya. A ver este equipo, ¿puede opinar algo? ¿Con qué opinión están de acuerdo?*

*(No hay respuesta)*

*Pedro: Maestra, yo creo que algunos se equivocaron al ver cuál va primero porque se guiaron por el dibujo por eso ella dice [Carolina] que primero va el intestino grueso y después el delgado.*

*Profesora. Sí Carolina, dinos.*

*Carolina. Maestra, yo no me estoy guiando por el dibujo ajá... ¿por qué yo pienso que el intestino grueso va primero y el delgado después? Yo me acuerdo que una vez dibujé más grande el grueso. Entonces a lo que yo llego... como el intestino grueso está por afuera del delgado, se puede conectar con las vías urinarias o por la vejiga.*

*Profesora: Bueno, tú dices que el intestino grueso está conectado con la vejiga, entonces ¿eso quiere decir que la orina y las heces fecales salen por el mismo orificio?*

*Carolina: No, lo que pasa es que el grueso está conectado con la vejiga y por un lado sale la pipí y por otro sale la popó, o sea, de un lado está la vejiga y del otro lado está el ano.*

*Leticia: Yo digo, ¿entonces para qué sirven los riñones?, se supone que los riñones están conectados con la vejiga.*

*Pedro: Maestra, otra vez yo estoy en desacuerdo con Carolina porque es que, no importa que el intestino grueso esté cubriendo al delgado... es que el grueso se ve más para afuera que el delgado, pero el delgado está conectado con el estómago. No tiene qué ver en qué forma estén acomodados, si el cuadrado ese que forma [el intestino grueso] está adentro o afuera del intestino delgado...pero que el intestino delgado yo digo que está conectado con el estómago.*

*Profesora: Tú sigues insistiendo en que el intestino delgado es el que sigue del estómago.*

*Pedro: Sí*

*Profesora. Bueno, al parecer no logramos ponernos de acuerdo cuál de los intestinos sigue después del estómago, ¿qué les parece si todos pensamos en una forma para salir de esta duda?*

Como puede apreciarse, en este debate no sólo quedó de manifiesto el desacuerdo en el orden de los intestinos, sino también en la integración o no de la vejiga y de los riñones como parte del sistema digestivo. Además se hizo patente la confusión que ciertas ilustraciones de los libros pueden generar en los niños, inconvenientes que también han sido reportados en diferentes estudios (Carvalho & Silva, 2004; Carvalho, 2007). Aunque algunos alumnos identificaron el hígado, no hubo acuerdo en considerarlo como parte del sistema, motivo por el cual también esta duda quedó sujeta a investigación. En tanto que el páncreas no fue mencionado.

Igualmente, hubo un acuerdo unánime por parte de los alumnos en considerar al ano como órgano del tracto digestivo y como vía de expulsión de desechos (aunque no la única).

## Con relación a la fisiología

Hubo consenso grupal en explicar el proceso digestivo como un tránsito de la comida a través de los distintos órganos, aceptando la ocurrencia de transformaciones de naturaleza física. Sólo tres equipos (63.6% del grupo) consideraron la masticación, atribuyéndole exclusivamente acciones mecánicas con participación de la saliva, asignándole la función de “convertir el alimento en partes más pequeñas” para hacer posible su paso a otros órganos, pero sin llegar a mencionar la intervención de la saliva en dicha transformación.

Asimismo, sólo dos de cinco equipos (40.9% del grupo) reconocieron que en el estómago también suceden transformaciones, aunque sólo fueron identificadas como una acción física de “disolver los alimentos”, sin mencionar la presencia de alguna secreción digestiva. Igualmente, ningún equipo hizo referencia a las secreciones hepáticas, intestinales ni pancreáticas.

En cuanto a la noción de absorción de los productos resultantes de la digestión, encontramos que un equipo (18.2% del grupo) identificó el intestino delgado como el órgano poseedor de estructuras (“deditos”) que “*agarran* las sustancias nutritivas de los alimentos”, otro equipo (22.7% del grupo) reconoció al intestino grueso como el encargado de “atrapar los nutrientes” y uno más refirió que el intestino delgado absorbe las sustancias nutritivas y hace posible su paso a la sangre para su ulterior distribución a los órganos del cuerpo (18.2%). El resto de los equipos no hicieron referencia al proceso de absorción (40.9%).

Sobre la eliminación de desechos, encontramos que un solo equipo (22.7%) dibujó la vejiga como parte del sistema digestivo, idea que también ha sido reportada por Banet y Núñez (1988), dando lugar a la discusión que a continuación se ilustra:

*Alan: Y la vejiga, ¿qué tiene que ver ahí?, ¿por qué la dibujaron?*

*Carlos: Porque el ano es igual que la vejiga, suelta lo que no sirve*

*Profesora: ¿Escucharon la respuesta?, ¿están de acuerdo con esa respuesta?*

*Varios alumnos: Sí (contestan simultáneamente)*



*Profesora: ¿De dónde vienen los desechos que saca la vejiga?*

*Carlos: Del intestino delgado, de lo que ya no sirve.*

*Profesora: Y el ano, ¿que saca entonces?*

*Carlos: Excremento, con lo que ya no sirve.*

*Profesora: Y, ¿de dónde viene entonces el excremento?*

*Carlos: Del intestino grueso.*

*Profesora: Entonces, ¿nos estás tratando de decir que el intestino delgado saca sus desechos [líquidos] por la vejiga y que el grueso los saca por el ano?*

*Carlos: Sí*

*Profesora: (Dirigiéndose a todo el grupo) ¿Todos están de acuerdo en la explicación que da su compañero? ¿Todos aquí piensan que por la vejiga salen los desechos del intestino delgado y el ano saca los desechos del intestino grueso?*

*Algunos niños: Sí*

*Alan: No. La vejiga y los riñones no tienen nada que ver con los intestinos grueso y delgado. La vejiga sólo saca desechos líquidos.*

*Profesora: Bien, ¿entonces esos desechos líquidos venían de dónde?*

*Alan: De los riñones*

*Profesora: Y ¿cómo les llegan esos desechos a los riñones?*

*Alan: Mmmm (Sin respuesta, haciendo una mueca que al parecer significa que no tiene la respuesta)*

*Profesora: Bueno, vamos a dejarle hasta ahí y ya veremos si investigando o en las clases que vienen podemos despejar esa duda.*

Aunque no se llegó a contabilizar el porcentaje exacto de niños que se adhirió a esta postura, aproximadamente cerca del 25% del grupo (un equipo, más los alumnos que estuvieron de acuerdo) que tiende a establecer una comunicación directa entre los sistemas digestivo y excretor.

A partir de esta elicitación<sup>54</sup> de ideas, se desprendieron preguntas de investigación, las cuales estuvieron centradas en aspectos anatómicos y que los alumnos se dieron a la tarea de resolver como actividad extraescolar. A continuación se presentan algunos ejemplos:

---

<sup>54</sup> La elicitación equivale a convertir conocimiento tácito en explícito (Valhondo, 2002)

- ¿Cuál es la localización anatómica y función de la faringe, laringe, tráquea y el esófago?
- ¿En qué orden están dispuestos los intestinos?
- ¿El hígado es parte del sistema digestivo?
- ¿La vejiga y los riñones forman parte del sistema digestivo?
- Reconocimiento del órgano de absorción.

Derivado de los resultados de las investigaciones (actividad 4), el grupo decidió modificar su modelo colectivo inicial con base en los siguientes acuerdos:

- Retirar la tráquea y la laringe como órganos del sistema.
- Incluir el hígado y el páncreas como parte del sistema.
- Diferenciar los intestinos en delgado y grueso, colocando el delgado entre el estómago y el intestino grueso.
- No incluir la vejiga como parte del sistema

Cabe aclarar que no todos los equipos realizaron su investigación, razón por la cual la participación estuvo un tanto limitada.

Por otro lado, es importante mencionar que los dibujos realizados a raíz de las investigaciones fueron suficientes para que los alumnos reconstruyeran el trayecto que discurre desde la boca al estómago a partir de los órganos involucrados, pues consideramos que el nivel de abstracción que se exige a los niños es elevado, sobre todo si se pretende utilizar los esquemas en corte sagital que aparecen en la mayoría de los libros, razón por la que creemos que tal vez la elaboración de un modelo tridimensional (maqueta) hubiese sido de mayor utilidad para tal propósito. Además, el gran parecido fonético de los términos laringe y faringe, genera una dificultad adicional para los niños.

Aunque se consideró que la vejiga y los riñones no debían formar parte del sistema, sólo se dieron razones descriptivas, no explicativas, para dejar de incluirlos. Por ejemplo, el argumento central para no considerar la vejiga y los

riñones como parte del sistema digestivo fue que en las ilustraciones dedicadas a dicho sistema, la vejiga y los riñones no aparecen dibujadas.

### ***Sobre la modelización del proceso digestivo. Las actividades experimentales***

La modelización del proceso digestivo se realizó a partir de dos analogías presentadas como dispositivos experimentales (actividades 4 y 6), la primera con el propósito de que los niños construyeran un modelo explicativo sobre la digestión de los alimentos en la boca y, el segundo para explicar el proceso de transformación en el estómago.

A continuación presentamos algunos datos sobre el proceso de modelización realizado por los estudiantes acerca de la digestión de los alimentos en la boca, los cuales fueron recuperados a partir del instrumento utilizando en clase (anexo 4). Para la identificación de los elementos y relaciones que conforman el modelo de “digestión”, se solicitó a los alumnos que contestaran verbalmente y por equipos las preguntas: ¿qué tengo?, ¿qué hice? y ¿qué sucedió? (propuestas por Sanmartí, Izquierdo y Espinet, 1999) y registraran por escrito sólo la tercera. Además se les preguntó ¿por qué crees que sucedió eso? con el fin de que externaran una explicación de lo observado.

En la tabla 16 se recogen las respuestas expresadas por los estudiantes; en ellas se infiere que hubo una identificación de los elementos del modelo (“caldo de arroz”, saliva) por parte de los estudiantes. Además, hay evidencias de que logran establecer relaciones entre esos elementos porque pueden reconocer un agente causal (la saliva) y su efecto (cambio de color en la solución de arroz con yodo). Sin embargo, este hecho nos permite apreciar que aunque los niños vislumbran ciertas transformaciones, no las asocian con cambios químicos. Esto queda corroborado cuando en el proceso de explicar lo sucedido, gran parte de los alumnos (40%) lo hacen con base a la acción de diluir, donde la saliva es identificada como el elemento causal que disminuye la intensidad del color de la mezcla (tabla 16), de manera similar a como el agua lo hace cuando es añadida a una solución teñida (diluir).

**Tabla 16.** Respuestas para la identificación del modelo digestión (boca) y sus relaciones

Pregunta	Categoría de respuesta	Porcentaje
¿Qué tengo?	“Caldo de arroz”, yodo y saliva	100%
¿Qué hice?	Mezclé el “caldo de arroz”, el yodo y la saliva	100%
¿Qué sucedió?	Cambió de color/se aclaró el color	80%
	Salieron burbujas/espuma	20%
¿Por qué crees que sucedió eso?	Porque la saliva es: clara/ como agua/ blanca/	40%
	Por la saliva	50%
	Porque la saliva absorbió la tinta	5%
	Porque la saliva es ácida	5%

Asimismo, de los datos mostrados en la tabla 16 se destacan dos cuestiones más: la primera es que los alumnos continúan explicando el fenómeno a partir de lo que observan a simple vista y la segunda es atribuir a la saliva propiedades ácidas, (5%) como causante del cambio, respuesta que -aunque alejada del conocimiento científico- puede ayudar a los alumnos a construir un modelo de digestión diferente al físico/mecánico, dado que una sustancia ácida puede ser relacionada eventualmente con procesos de transformación. Sin embargo, es importante tomar cierta distancia con lo anterior, pues la saliva no es una sustancia ácida, sino neutra o ligeramente alcalina que hace posible –entre otras cosas- el desdoblamiento de los almidones.

Conviene mencionar que durante la discusión, la mayoría de los alumnos (85%) sólo aludieron a transformaciones físicas causadas por la saliva, por lo que podríamos pensar que la digestión se siguió identificando, con un modelo físico, no químico, debido a que la saliva no fue considerada como una secreción con funciones digestivas sino como un agente responsable de cambios físicos, como se puede observar en el tipo de respuestas que se concentran en la tabla 17.

**Tabla 17.** Acción de la saliva sobre los alimentos

Pregunta	Categoría de respuesta	Porcentaje
¿Qué crees que les pase a los alimentos cuando se mezclan con la saliva?	Absorben la saliva	20%
	Se disuelven	25%
	Cambian de color y textura	25%
	Se hacen más pequeños/se cortan	20%
	Se hacen ácidos	5%
	Sin respuesta	10%

Otro elemento a destacar es que, a partir de esta discusión se puso en duda la naturaleza ácida de la saliva y se puso de manifiesto la existencia de ácidos gástricos propios del estómago. De esta manera la actividad experimental se convirtió en un elemento de investigación (Justi, 2006), dando origen a otra actividad experimental para indagar el grado de acidez/alcalinidad de ciertas sustancias, entre ellas la saliva y el “jugo gástrico”.

A continuación se presentan en la tabla 18 algunos datos de esta actividad experimental, los cuales fueron recuperados a partir del instrumento utilizando en clase (anexo 5).

**Tabla 18.** Respuestas de la actividad ¿Qué tan ácidas son algunas sustancias?

Pregunta	Categoría de respuesta	Porcentaje
¿Qué tipo de sustancia es la saliva?	básica	80%
	ácida	5%
	Sin respuesta	15%
¿Qué tipo de sustancia es el “jugo gástrico”?	ácida	95%
	Sin respuesta	5%

Como puede observarse en los datos que se muestran en la tabla 18, los alumnos identificaron al “jugo gástrico” como una sustancia ácida. Esta evidencia condujo también a plantear el siguiente experimento (actividad 7), que tuvo como propósito que los alumnos construyeran un modelo explicativo acerca de la digestión gástrica de los alimentos, a partir de una analogía. Los datos resultantes fueron recuperados a partir de grabaciones y de la hoja de trabajo utilizada en clase (anexo 6).

Para la identificación de los elementos y relaciones que conforman el modelo de “digestión gástrica”, se pidió a los alumnos que contestaran verbalmente y por equipos las preguntas: ¿qué tengo?, ¿qué hice? y ¿qué sucedió? (propuestas por Sanmartí, Izquierdo y Espinet, 1999) y registraran por escrito sólo la tercera. Además se les preguntó ¿por qué creen que sucedió eso? con el fin de que dieran una explicación de lo observado.

En la tabla 19 se sistematizan las respuestas expresadas por los estudiantes; en ellas se infiere que hubo una identificación de los elementos del modelo (carne y “jugo gástrico”) por parte de los estudiantes. También, lograron establecer relaciones entre esos elementos porque reconocieron un agente causal (el “jugo gástrico”) y su efecto (cambios en la carne).

**Tabla 19.** Acción que ejerce el “jugo gástrico” sobre la carne

Pregunta	Categoría de respuesta	Porcentaje
¿Qué tengo?	Carne y “jugo gástrico”	100%
¿Qué hice?	Mezclamos la carne con el “jugo gástrico”	100%
¿Qué sucedió?	La carne cambió de color	31.8%
	La carne cambió de color y se deshizo	68.2%
¿Por qué crees que sucedió eso?	Porque el jugo gástrico es ácido	90.9%
	Sin respuesta	9.1%
¿Qué crees que le pase a la carne cuando llega al estómago?	Se deshace por el jugo gástrico	40.9%
	Se deshace/rompe para seguir su recorrido	27.3%
	Se disuelve	31.8%

Sin embargo, este hecho nos permite apreciar que aunque los niños vislumbran ciertas transformaciones causadas por la acidez del “jugo gástrico” éstas implican solamente cambios físicos para ellos. Esto lo podemos distinguir en sus respuestas cuando explican qué le sucede a la carne cuando llega al estómago: *“Se deshacen y se hace una mezcla como de licuado”, “se deshacen, cambian de color y se hacen pequeños” y “se deshacen por lo ácido del jugo gástrico”.*

### **Sobre la incorporación de elementos nuevos**

Al finalizar la sexta sesión, se pidió a los alumnos que por equipos resolvieran la pregunta: ¿Qué función tiene el intestino delgado? (anexo 8), con el propósito de apreciar qué elementos del modelo habían sido incorporados hasta ese momento. La información obtenida de dicha actividad ha sido sistematizada en la tabla 20, aunque para su análisis es importante considerar que los porcentajes son relativos ya que –como se mencionó- la actividad fue resuelta por equipos.

**Tabla 20.** Elementos referidos del modelo digestión-circulación concluida la sexta sesión de la propuesta didáctica.

Anatómicos	%	Fisiológicos	%
<u>Órganos: Sistema digestivo</u>		<u>Procesos</u>	
Boca	100	“Digestión” en la boca	100
Faringe	0	gástrica	31.8
Esófago	55	Absorción (en realidad la difusión)	68.2
Estómago	60	Transporte	72.7
Intestino delgado	100	<u>Jugos digestivos</u>	
Vellosidades intestinales	59.1	Saliva	100
Intestino grueso	35	Jugo gástrico	31.8
Ano	31.8	Jugo pancreático	0
Hígado	68.2	Bilis	0
Páncreas	0	Jugo intestinal	0
Glándulas salivales	0		
<u>Órganos: Sistema circulatorio</u>			
Corazón	100		
Venas/arterias	72.7		

A partir de estos datos podemos suponer que los alumnos han empezado a incorporar nuevos elementos para explicar el proceso digestión-circulación. Sobre el proceso digestivo, podemos apreciar que en esta actividad el 100% de los alumnos identifica a la saliva como partícipe del proceso “digestivo”, mientras que el 31.8% reconoce tanto la acción de la saliva como del jugo gástrico, lo cual representa sólo un enriquecimiento del modelo y no una reestructuración, sobre todo si consideramos que las transformaciones atribuidas a dichas secreciones no van más allá de una modificación física de los alimentos, tal como lo observamos en estas declaraciones:

*“la saliva disuelve los alimentos y ayuda a pasar más rápido la comida, [después] pasa al estómago, ahí están los jugos gástricos que hacen como una pasta la comida...”*

*“en la boca [el alimento] se mastica y con la saliva se hace en pedazos más pequeños, luego pasa por el esófago y de ahí pasa al estómago [donde] hay un jugo gástrico que convierte la comida en pedazos más pequeños...”*

Respecto a la anatomía, tenemos que el porcentaje de alumnos que reconoce el intestino delgado se ha incrementado al 100%, de los cuales el 59.1% identifica las vellosidades intestinales, lo que puede explicar que una proporción importante de los alumnos (68.2%) comienza a advertir el proceso de absorción de nutrimentos que se da a nivel intestinal, su paso a la sangre y el consecuente transporte a todos los órganos del cuerpo (72.7%).

Aunque, hasta este momento los alumnos aún no han construido el modelo científico escolar propuesto en la estrategia, hay indicios de una ligera aproximación hacia él, ya que empiezan a reconocer el papel integrativo del sistema circulatorio en la fase de absorción de nutrimentos (al identificar tanto la estructura y función de vellosidades intestinales), así como el transporte de nutrimentos por el sistema porta-hepático y, la identificación de venas, arterias y el corazón como elementos del modelo digestión-circulación.

Hay que hacer notar que un porcentaje importante de alumnos (68.2%) ha identificado al hígado como parte del sistema digestivo, pero sin reconocerle la función secretora de sustancias digestivas, antes bien, lo perciben como un órgano “de paso” que recibe del intestino los nutrimentos absorbidos, para su posterior envío al corazón. En otras palabras, al parecer, el hígado ha sido identificado más como parte del sistema porta-hepático que como glándula secretora. Esto nos hace conjeturar que a los alumnos quizá les resulta más fácil describir la “ruta” que siguen los nutrimentos en el cuerpo que explicar los procesos de transformación química que deben ocurrir para su obtención, que es algo mucho más abstracto.

Para Contento (1981)<sup>55</sup>, desde el punto de vista de la teoría piagetiana, estos resultados no son sorprendentes puesto que para los niños de la etapa

---

<sup>55</sup> Referido por León-Sánchez y Barrera (2009).



operacional (en la cual se encuentran los alumnos del estudio) creen que la comida permanece igual en cuanto a su composición, independientemente de su transformación física, por ello no entienden cómo entidades abstractas y no visibles, llamados nutrimentos pueden afectar el cuerpo, de manera que sólo en la etapa del pensamiento lógico formal existe la habilidad para entender este tipo de conceptos.

Con base en lo anterior, se puede decir que –hacia el final de la sexta sesión de la estrategia didáctica- los niños habían enriquecido sus modelos iniciales de digestión-circulación, incorporando más elementos anatómicos que fisiológicos, hecho que los hace más descriptivos que explicativos.

A continuación presentamos algunos datos extraídos de la hoja de trabajo, resuelta individualmente, durante el desarrollo de la última actividad de la secuencia didáctica (anexo 9), con el propósito de conocer qué elementos del modelo construido de digestión-circulación fueron utilizados por los estudiantes para transferir y aplicar lo aprendido a otras situaciones o contextos.

De esta manera, se pudo observar que el 88.8% de los estudiantes describen el sistema digestivo como un tubo continuo abierto, en el que distinguen boca (100%), esófago (72.2%), estómago (100%), intestino delgado (83.3%), hígado (72.2%), intestino grueso (72.2%) y ano (44.4%). Con base en estos datos podemos distinguir ciertos indicios de que una proporción importantes de alumnos han incorporado nuevos elementos a sus modelos iniciales, especialmente desde el punto de vista anatómico.

Asimismo, se encontró que el 66.7% vislumbra, de manera muy elemental, la relación anatómica y fisiológica que se establece entre los sistemas digestivo y circulatorio, ya que reconocen la absorción de sustancias en el intestino delgado y su paso a la sangre, incluso algunos alumnos (55.6%) llegaron a precisar este proceso a través de las vellosidades intestinales.

Lo anterior resulta significativo debido a que estos alumnos, al explicar el proceso de absorción como la incorporación de sustancias a la sangre, manifiestan cierta

progresión en su modelo digestión-circulación, ya que existe un reconocimiento del papel de la sangre como medio de transporte de nutrimentos y de otras sustancias (como los medicamentos).

En forma similar, el 50% de los alumnos identificó los vasos sanguíneos (venas/arterias) como las vías mediante las cuales, la sangre recibe y transporta las sustancias resultantes de la “digestión”, facilitando su paso por el hígado para de ahí llegar al corazón para su posterior distribución; aproximándose a una integración anatómica y fisiológica entre los sistemas digestivo y circulatorio.

Estos datos, permiten suponer que durante el desarrollo de la estrategia didáctica, el modelo digestión-circulación de estos alumnos fue adquiriendo nuevos elementos, entre ellos, la idea de que los nutrimentos pasan a la sangre es un elemento fundamental del modelo porque permite explicar los procesos que hacen posible la nutrición del cuerpo y el mantenimiento de la vida.

### *6.3 Modelos escolares contruidos sobre digestión-circulación*

Para valorar la progresión de los modelos, se pidió nuevamente a los alumnos que resolvieran individualmente la hoja de trabajo que se presenta en el anexo 1. Hay que recordar que cada estudiante resolvió individualmente la misma silueta en tres ocasiones bajo la misma consigna. La primera, antes de ser aplicada la estrategia didáctica (Pre-test), para conocer sus ideas previas e inferir el modelo implícito en su estructura conceptual (modelo inicial), una segunda, realizada al finalizar la estrategia (Post-test 1°) y la tercera (Post-test 2°), efectuada tres meses después de la intervención didáctica. El objetivo de resolver las dos últimas fue valorar los resultados de aprendizaje, comparando el estado cognitivo inicial (Pre-test) de los alumnos con su estado cognitivo final (Post-test 1° y 2°).

Haciendo uso de las categorías de análisis presentadas en el apartado de Metodología, se identificó un modelo subyacente a todas y cada una de las producciones icónicas y escritas que los estudiantes. Los resultados de dicha identificación y caracterización se presentan en la tabla 21.

## Pre-test

Como generalizaciones destacables de los resultados obtenidos, puede deducirse que en la silueta y el texto inicial, de los 22 alumnos que conformaron el grupo de trabajo, todos ellos hacen los dibujos requeridos; una alumna hace un diseño que se considera como producto de un Modelo 1, 10/22 realizan sus modelos interpretados como consecuencia de un Modelo 2, otros 19/22, elaboran representaciones coincidentes con un Modelo 3 y un único caso (1/22) realiza un trabajo tipificado en el Modelo 4. El análisis de los resultados obtenidos en este momento de la evaluación ya fue presentados en el apartado 6.1 de este capítulo.

**Tabla 21.** Resultados individuales obtenidos en la determinación y tipificación de los modelos subyacentes a las tareas icónicas y escritas demandadas.

Alumno			Pre-test	Post-test	
Folio	Nombre	Edad (años)	Modelo	1° Modelo	2° Modelo
01	Osvaldo	9	3	3	3
02	Bruno	10	3	3	3
03	Julieta	9	2	3	3
04	Brenda	10	3	4	3
05	Ignacio	10	2	4	3
06	Carolina	9	3	4	4
07	Rosa María	9	2	4	4
08	Samantha	9	1	NP	NP
09	Leticia	10	3	4	4
10	Héctor	9	2	4	3
11	Yaxaira	10	2	3	2
12	Pedro	9	3	4	4
13	Alfredo	10	2	3	3
14	Francisco	9	2	4	4
15	Ingrid	10	4	4	4
16	Carlos	9	3	4	3
17	Katya	10	3	4	4
18	Alan	10	3	4	4
19	René	10	3	4	3
20	Ana	10	2	4	3
21	César	10	2	2	2
22	Vanessa	9	2	3	NP

NP: No presentó

## Post-test 1°

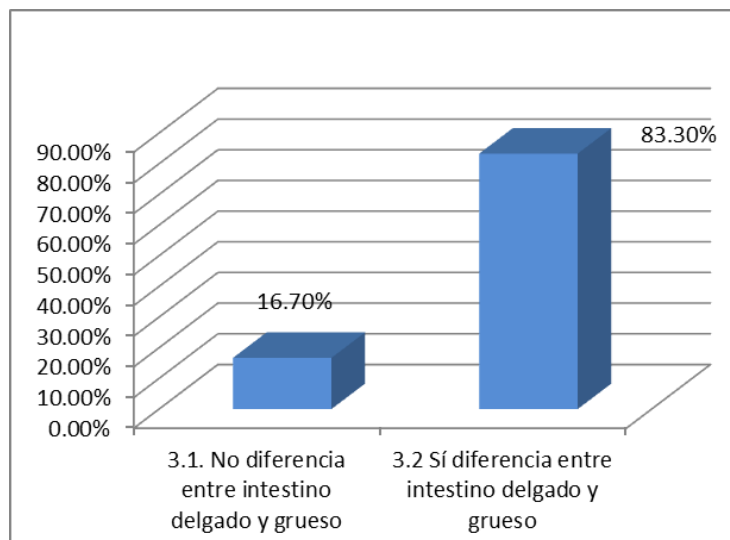
**Modelos 1 y 2.** Como se observa en los datos de la tabla 21, ya no hay alumnos que hagan representaciones caracterizados con el Modelo 1 (aunque esto no

puede darse por descartado, ya que la única alumna que había elaborado en el Pre-test, el Modelo 1, no concluyó el proceso), 1/21 alumno hace su dibujo y texto explicativo atribuido a un Modelo 2, 6/21 lo hacen con base al Modelo 3 y 14/21 con características del Modelo 4.

**Modelo 3.** Aunque 2/21 casos se mantienen en el Modelo 3, se observa una cierta progresión, ya que 4/21 avanzan del Modelo 2 al Modelo 3, lo que suma un total de 6/21 alumnos ubicados en este modelo (28.6% del grupo). Esto implica que estos 6 alumnos tienen un conocimiento anatómico más amplio del sistema gastrointestinal (al reconocerlo como un tubo continuo abierto formado por boca, esófago, estómago, intestinos y ano), incluso 5 de ellos hace la diferenciación entre los intestinos. Además 5/6 identifican que los alimentos sufren transformaciones físico-mecánicas en su interior y que son aprovechadas mediante la participación de algún órgano (ya sea el intestino o el estómago), incluso hay indicios de que 3/6 eventualmente piensan que en los alimentos hay sustancias nutritivas que se distribuyen por todo el cuerpo. Los detalles de este modelo se muestran en las Gráficas 6 y 7.

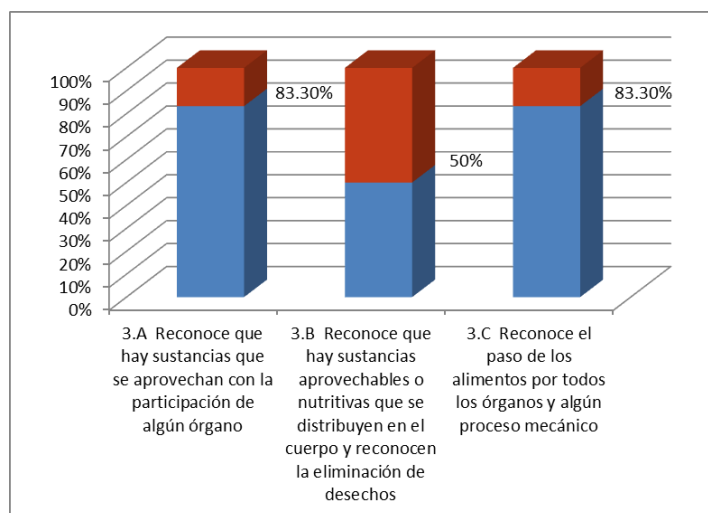
**Gráfica 6. Post-test 1°**

Categorías anatómicas del Modelo 3 identificadas por 6/21 alumnos



### Gráfica 7. Post-test 1°

Categorías fisiológicas del Modelo 3 identificadas por 6/21 alumnos



**Modelo 4.** Como se aprecia en la tabla 21, 5/21 alumnos han avanzado del Modelo 2 al Modelo 4, 8/21 han pasado del Modelo 3 al Modelo 4, en tanto que la única alumna ubicada desde el inicio en el Modelo 4, lo mantiene al final de la estrategia. Esto suma 14/21 alumnos (66.7% del grupo) ubicados en el modelo 4, lo cual es un indicio de que dichos alumnos, presumiblemente piensen la digestión-circulación como procesos anatómica y fisiológicamente articulados y, al mismo tiempo implicados en la función de nutrición.

Lo anterior, debido a que de los catorce casos clasificados en el Modelo 4 (Post-test 1°), la totalidad de ellos consideran todos los elementos anatómicos que demanda el modelo, pues en su dibujo y texto representan el sistema gastrointestinal formado por boca, esófago, estómago, intestinos (diferenciados), ano y alguna glándula accesoria como las glándulas salivales, el hígado y/o el páncreas (en ningún caso las glándulas salivales fueron dibujadas).

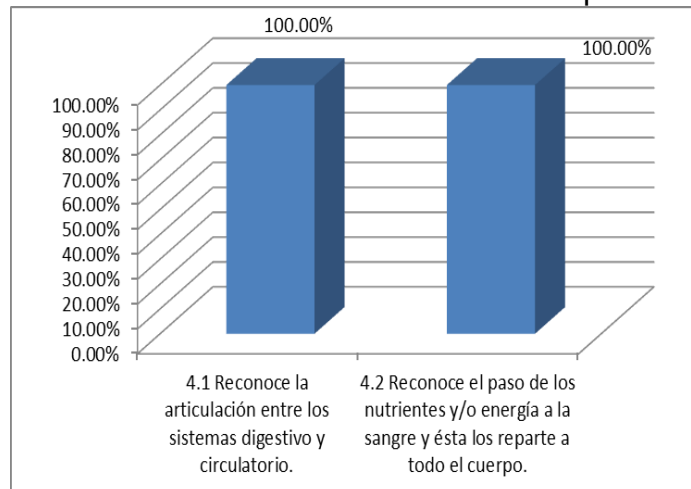
Sin embargo, no ocurre lo mismo con los indicadores fisiológicos (Gráfica 9), ya que 9/14 (42.9% del grupo) reconocen la acción de algún producto glandular, 12/14 (57.10% del grupo) reconocen procesos mecánicos de la digestión y el paso de sus productos a la sangre para su posterior distribución. Un dato interesante es que todos los alumnos clasificados en este modelo reconocen que las sustancias nutritivas provenientes de la digestión pasan a la sangre. Por otra parte, 10/14 alumnos

clasificados en este modelo describen -aunque muy elementalmente- el transporte de nutrimentos por el sistema porta-hepático (después de que son absorbidos por el intestino delgado) hasta su arribo al corazón, para su posterior distribución en el organismo.

Finalmente es importante precisar que sólo 5/14 refieren todos los elementos (tanto anatómicos como fisiológicos) de dicho modelo, por lo que puede decirse que cerca de la cuarta parte del grupo (23.8%) logra construir al final de la estrategia el modelo 4. Sus atributos anatómicos y fisiológicos específicos se presentan apoyados en los gráficos 8 y 9, respectivamente.

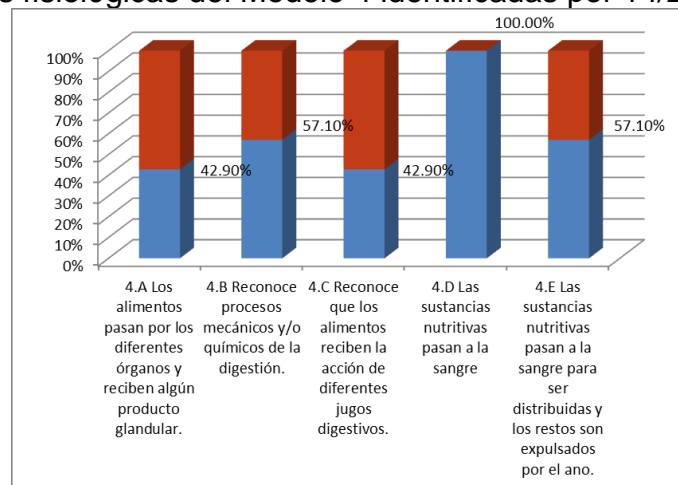
**Gráfica 8. Post-test 1°**

Categorías anatómicas del Modelo 4 identificadas por 14/21 alumnos



**Gráfica 9. Post-test 1°**

Categorías fisiológicas del Modelo 4 identificadas por 14/21 alumnos



## Post-test 2°

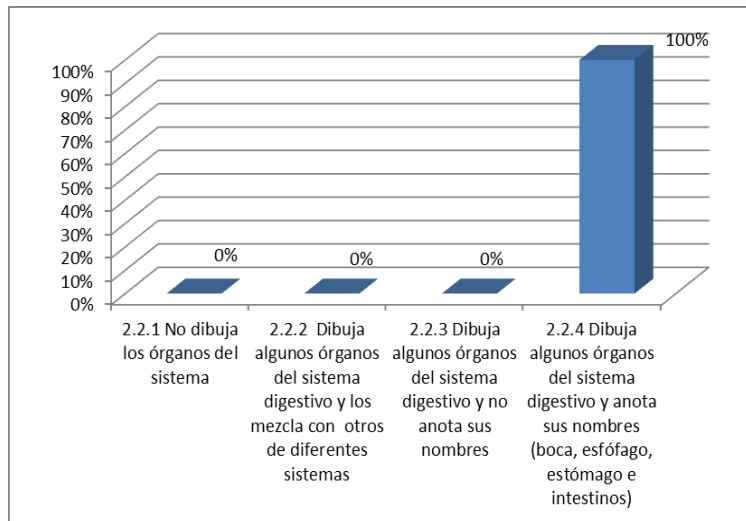
**Modelos 1 y 2.** En este momento de la exploración, el Modelo 1 ya no tuvo representantes (el único caso identificado en el Pre-test, ya no concluyó el proceso), mientras que muy pocos alumnos (2/20) conservan el Modelo 2; 1/20 lo mantuvo desde el inicio de la estrategia y 1/20 había transitado temporalmente al Modelo 3 sólo con representación gráfica del sistema circulatorio.

Una diferencia importante de este modelo, con relación a las dos evaluaciones anteriores (Pre-test y Post-test 1°) es que los 2 alumnos ubicados aquí, reconocen el sistema digestivo como un tubo continuo abierto, en el que se identifican la mayoría de los órganos (boca, esófago, estómago e intestinos). Aunque identifican la separación entre sustancias aprovechables y los desechos no llegan a establecer relación alguna entre los sistemas digestivo y circulatorio. Sin embargo, 1/2 estableció una relación directa entre el sistema digestivo y el excretor pero sin hacer referencia escrita a algún otro proceso orgánico.

La especificación de los atributos anatómicos y fisiológicos del Modelo 2 (Post-test 2°), se presentan mediante los gráficos 10 y 11, respectivamente.

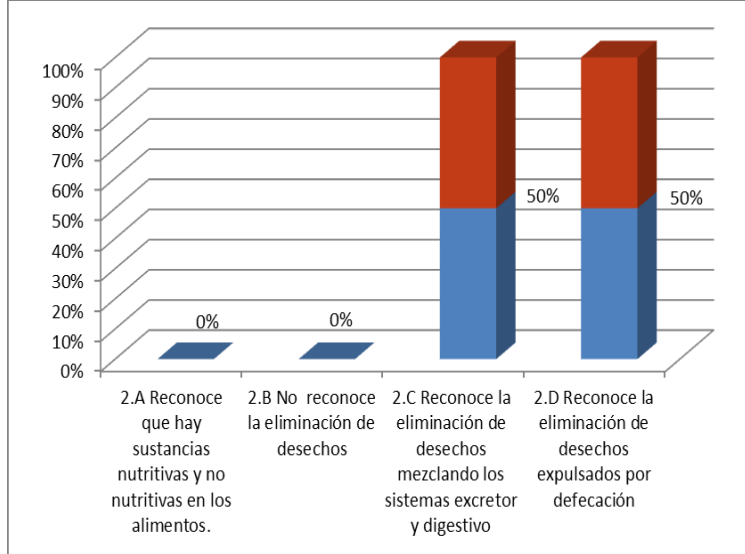
### Gráfica 10. Post-test 2°

Categorías anatómicas del Modelo 2 identificadas por 2/20 alumnos



### Gráfica 11. Post-test 2°

Categorías fisiológicas del Modelo 2 identificadas por 2/20 alumnos



**Modelo 3.** Se observa que 10/20 alumnos (50% del grupo), terminan asumiendo el Modelo 3, de los cuales, 6 de ellos habían construido tres meses antes el Modelo 4, lo que indica que aún y cuando habían alcanzado un modelo explicativo considerablemente superior y establecido relaciones más complejas; al pasar el tiempo regresan al Modelo 3, principalmente porque en su representación escrita solamente refieren la transformación física de los alimentos a través del tubo gastrointestinal y la absorción de sustancias aprovechables o la acción de alguna secreción glandular, sin mencionar el paso de sustancias nutritivas a la sangre, omitiendo así la articulación entre los sistemas digestivo y circulatorio digestión-circulación. Sin embargo, todos los alumnos asignados en el modelo (10/20 alumnos) logran representar en sus dibujos el papel integrativo del sistema circulatorio, al dibujar venas, arterias y/o corazón.

Estos datos en cierta medida confirman el dato expresado por León-Sánchez (2009), quien considera que una integración entre los órganos del cuerpo y la comprensión de que dichos órganos causan un desplazamiento o transformación de las sustancias corporales que transitan en su interior, sólo está presente en un tercio de los niños de 10-11 años de edad. Lo que nos hace suponer que esta oscilación entre un modelo y otro, son indicios de que este proceso constructivo resulta difícil para los alumnos de entre 9 y 10 años de edad. Por otro lado, quizá

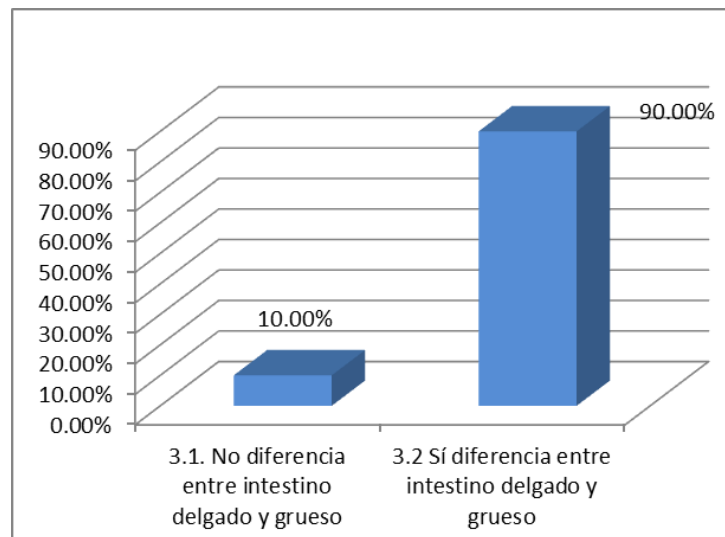


también haya influido el hecho de que al utilizar simultáneamente dos lenguajes distintos para representar sus ideas, les resulte más fácil realizar un dibujo que elaborar un texto explicativo, que requiere de la estructuración de ideas.

En las Gráficas 12 y 13 se especifican los atributos anatómicos y fisiológicos que caracterizan el Modelo 3, construido por 10/20 alumnos del grupo, tres meses después de aplicada la estrategia.

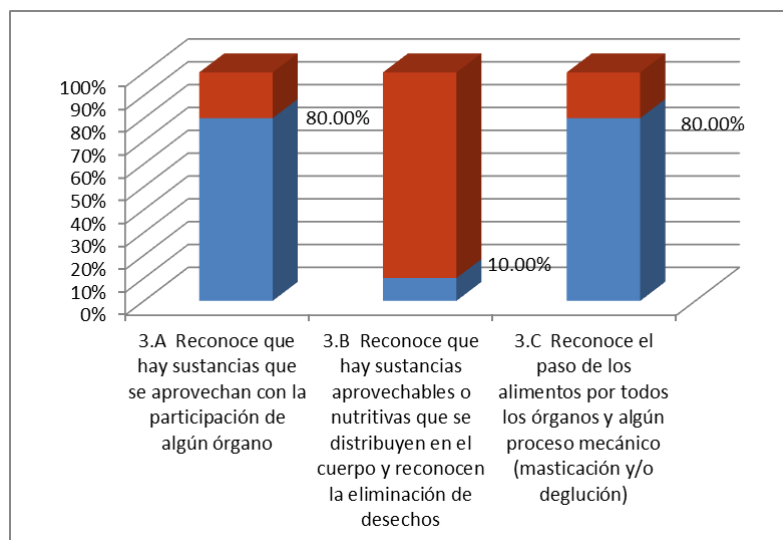
**Gráfica 12. Post-test 2°**

Categorías anatómicas del Modelo 3 identificadas por 10/20 alumnos



**Gráfica 13. Post-test 2°**

Categorías fisiológicas del Modelo 3 identificadas por 10/20 alumnos



**Modelo 4.** En este momento de la evaluación, encontramos que de los 14/21 alumnos (66.7%) que habían construido el Modelo 4 al final de la estrategia (Post-test 1°), sólo 8/20 de ellos (40%) consiguen mantenerlo tres meses después de la intervención didáctica.

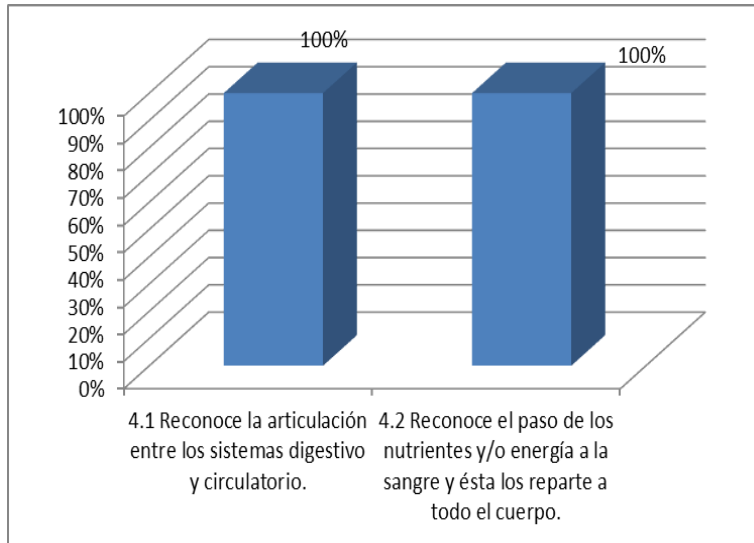
Esto significa que seis alumnos que habían alcanzado el Modelo 4 regresan al Modelo 3, como ya apuntábamos antes, debido a que en su representación escrita no refieren relaciones entre los sistemas digestivo y circulatorio, aunque sí reconocen que hay sustancias aprovechables en los alimentos, la cual se hace posible mediante la participación de algún órgano (principalmente por la absorción intestinal). Sin embargo, en su dibujo y texto todos ellos representan elementos del sistema circulatorio, tales como: corazón, venas y arterias.

También, es importante precisar que 8/20 alumnos que logran mantener el Modelo 4 (40% del grupo), todos identifican el sistema digestivo como un tubo continuo abierto, formado por boca, esófago, estómago, intestinos (delgado y grueso dispuestos en orden correcto), ano. Además, 7/8 casos clasificados en el modelo reconocen el hígado como parte del sistema (aunque sólo tres de ellos reconocen a la bilis como sustancia secretada), mientras que una alumna también logra integrar el páncreas con sus funciones secretoras. En este sentido, es importante aclarar que aunque se distingue la participación de secreciones digestivas, sólo se les atribuye transformaciones físicas (disolver, fragmentar, revolver, ablandar).

Las gráficas 14 y 15 muestran el porcentaje de indicadores anatómicos y fisiológicos identificados por los 8/20 alumnos clasificados en este modelo.

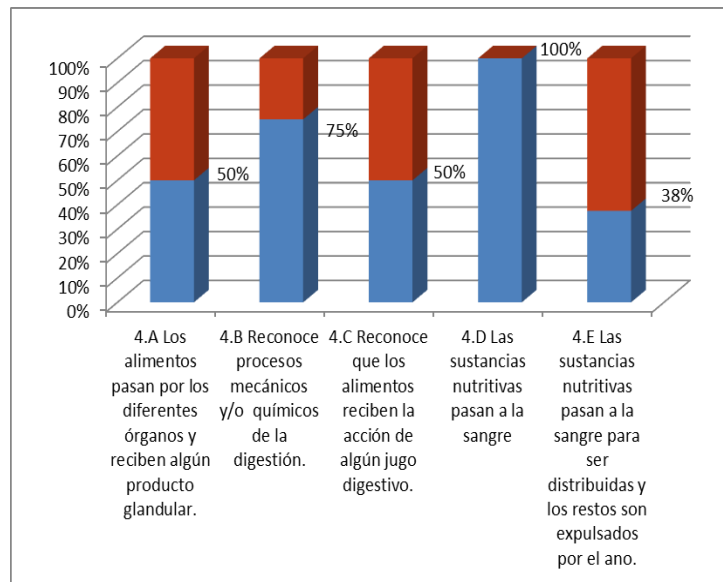
### Gráfica 14. Post-test 2°

Categorías anatómicas del Modelo 4 identificadas por 8/20 alumnos



### Gráfica 15. Post-test 2°

Categorías fisiológicas del Modelo 4 identificadas por 8/20 alumnos



Respecto a ciertos rasgos fisiológicos identificados, se encontró que, 3/8 alumnos clasificados en este modelo, describen elementos del sistema porta-hepático como vía de transporte de los nutrimentos provenientes del intestino hasta su arribo al corazón, para su posterior distribución al resto de los órganos.

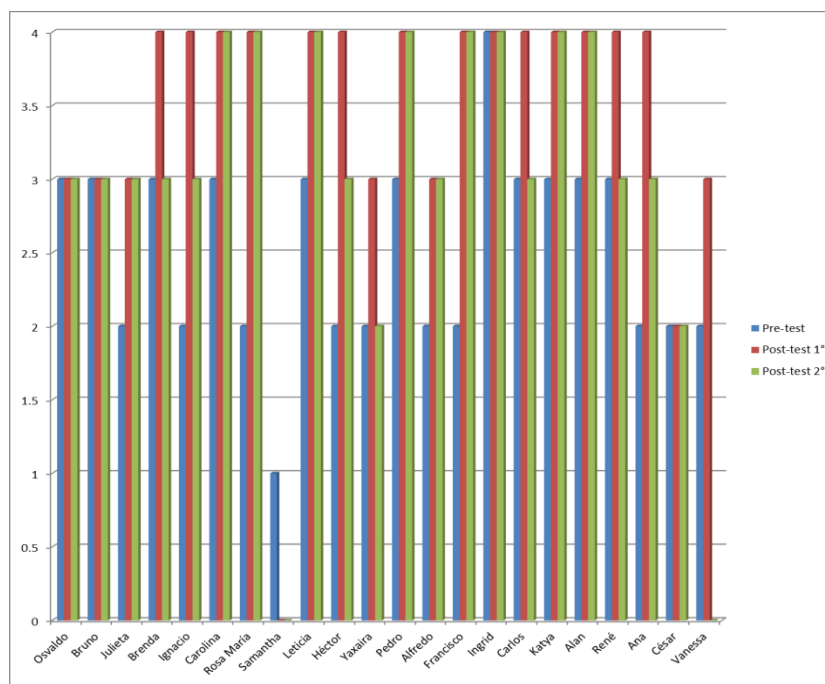
Otro elemento destacable es el hecho de que 4/8 alumnos ubicados en el modelo, establecieron una relación directa entre el sistema digestivo y el excretor para explicar la eliminación de desechos de la digestión. Esto parece evidenciar que los alumnos piensan que los desechos provienen directamente de los alimentos, y no del metabolismo celular, por tanto, les resulta difícil comprender que la excreción y la defecación son cosas diferentes. En consecuencia, para que los alumnos lleguen a diferenciar dichos procesos, no sólo es necesario que comprendan la digestión como un proceso de transformación química de los alimentos sino que amplíen su esquema conceptual sobre las funciones del sistema circulatorio (como medio de transporte de elementos nutritivos y oxígeno a todos los tejidos del organismo y mecanismo de eliminación de los productos finales del metabolismo, principalmente).

Ahora bien, aunque no todos los alumnos construyeron el modelo 4 y no todos los que llegaron a él lo mantuvieron, hay indicios de que los 8 alumnos que logran mantenerse en él, a meses después de la estrategia (40% del grupo) reconocen la digestión-circulación como procesos implicados en la nutrición humana, desde una perspectiva más integrada de órganos y sistemas. Además, dicho dato sugiere cambios importantes sobre todo, si consideramos que antes de la estrategia sólo un 1/22 alumno (4.5% del grupo) fue clasificado en este modelo, mientras que al final, eran ya 14/21 alumnos (66.7% del grupo), aunque después de tres meses 8/20 alumnos (40% del grupo) lograron mantenerse en él.

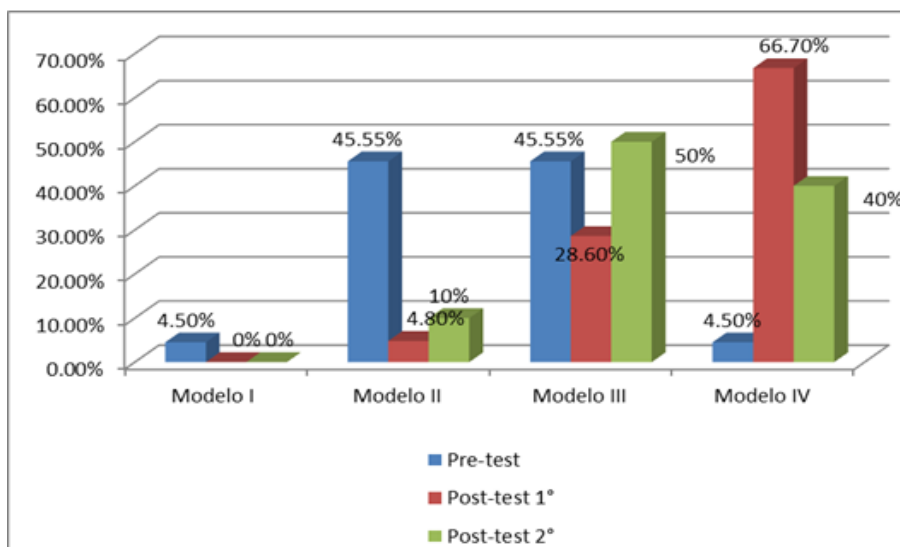
Finalmente vemos que, de los alumnos investigados, tres de ellos elaboran dibujos y textos que corresponden al mismo modelo en las tres ocasiones (dos en el Modelo 3 y uno en el Modelo 2), aunque no se precisó si lograron incorporar algún nuevo elemento dentro de su mismo modelo, que pudiese dar cuenta de la construcción de un modelo intermedio entre su modelo inicial y final.

Por otra parte, las gráficas 16 y 17 muestran la distribución de la muestra en los modelos de digestión-circulación de los alumnos participantes en el estudio, antes y después de aplicada la estrategia.

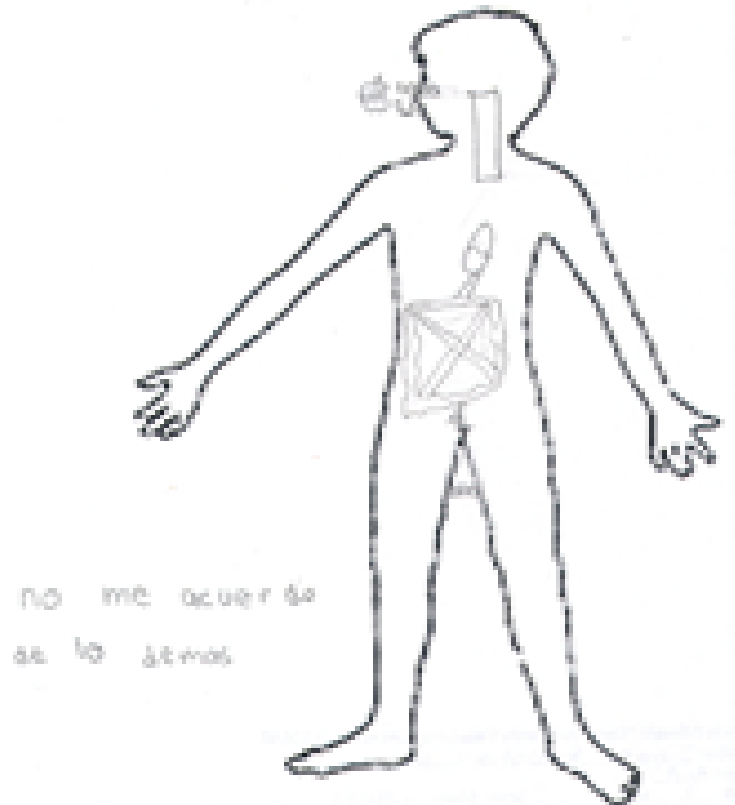
**Grafica 16.** Evolución de los modelos individuales de digestión-circulación de los alumnos participantes en el estudio.



**Grafica 17.** Evolución de los modelos de digestión-circulación antes y después de la intervención didáctica

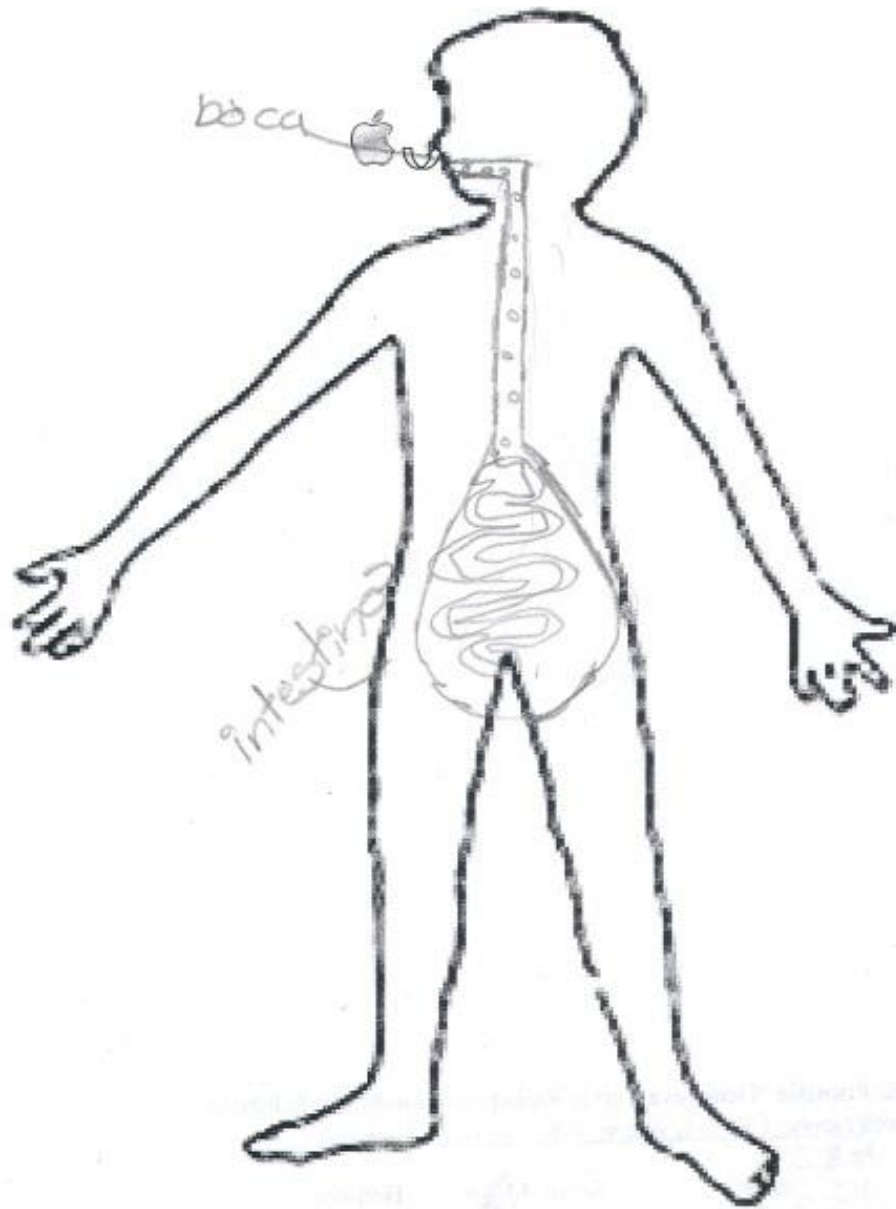


En las figuras, 14, 15, 16 y 17 se ilustran algunos ejemplos de las representaciones elaboradas por los estudiantes como consecuencia de su modelo mental subyacente. Han sido seleccionadas como muestras de los cuatro modos diferentes de representar la digestión-circulación, encontrados en el grupo de trabajo. Se insiste en que se ha hecho un trabajo de inferencia y de deducción partiendo de las producciones escritas e iconográficas de los estudiantes.



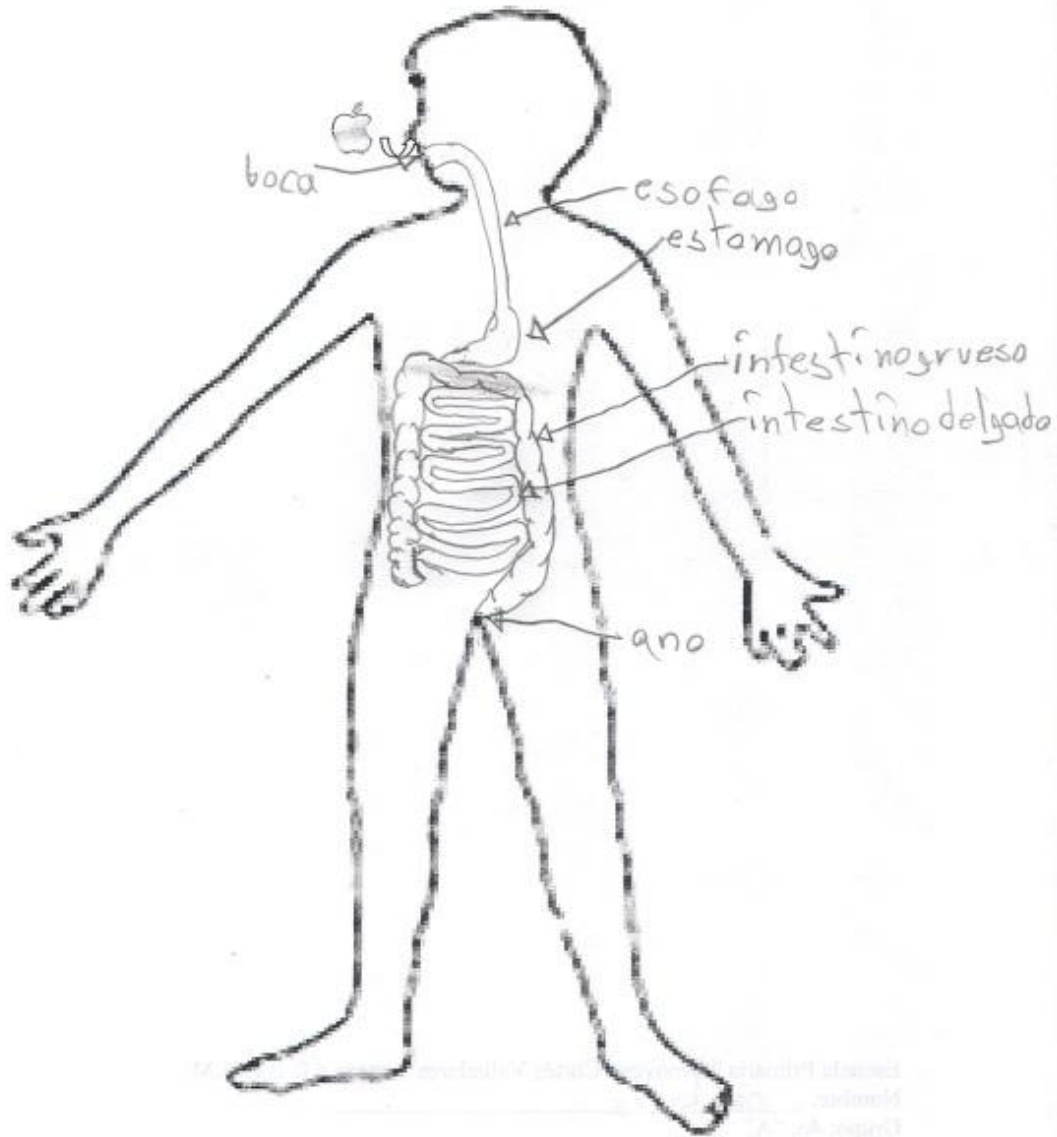
cuando te comes una manzana prime se  
disuelve y luego pasa por la traquea de a x  
pa sa al estomago tu vveno se que en el  
intestino delgado x lo malo da para el intestino  
gruego y luego del gruesa se aba al ano

**Figura 14.** Ejemplo de un dibujo considerado como consecuencia del Modelo 1



el vocado pasa por la boca y despues pasa por la boca  
del estomago, por el intestino grueso y por ultimo el  
intestino delgado luego lo que sobra se puede  
aser una maga muy dura y luego sale por el ano.

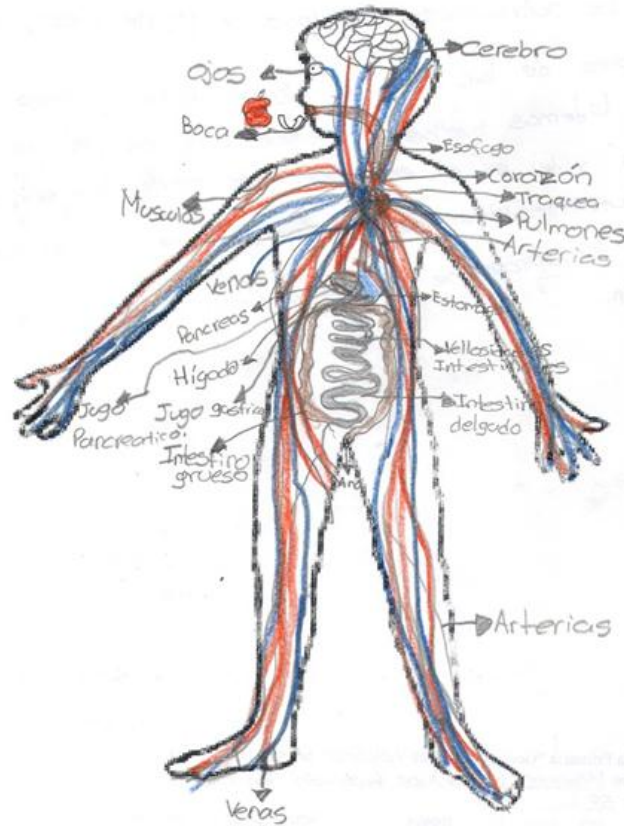
Figura 15. Ejemplo de un diseño caracterizado como producto de un Modelo 2.



primero la comida es masticada y se convierte en lo que se llama papilla luego pasa por el esofago hasta llegar al estomago donde estan los jugos gastricos de ahi pasa al intestino delgado donde los nutrientes se quitan y todo lo demas pasa al intestino grueso despues sale por el ano

**Figura 16.** Ejemplo de un dibujo tipificado como expresión de un Modelo 3.





Primero empieza por la boca donde es masticada, de ahí pasa por el esófago, hasta llegar al estómago donde la comida se convierte en pedacitos más pequeños por el jugo gástrico y por el jugo pancreático, luego pasan al intestino delgado donde las vellosidades intestinales absorben los nutrientes, vitaminas y minerales, de ahí pasan a través de las venas al hígado donde guarda un tiempo y luego vuelve a pasar a través de las venas al corazón y él es el encargado de enviar la sangre con los nutrientes, vitaminas y minerales a todo el cuerpo para que la aproveche y las arterias regresan la sangre al corazón.

**Figura 17.** Ejemplo de un dibujo clasificado como representación de un Modelo 4.

## *6.4 Análisis de la estrategia didáctica*

En este apartado se examina la estrategia didáctica en su conjunto, considerando su diseño, la selección y secuencia de actividades, así como los materiales utilizados, para tratar de ofrecer puntos de reflexión sobre estos rubros, ya que en gran medida determinaron los resultados obtenidos por los alumnos.

### *Sobre el diseño*

Como ya se mencionó en otro apartado, el Constructivismo y la Modelización son los referentes teóricos que fundamentan y guían el diseño de la estrategia didáctica.

### *Sobre los criterios teóricos*

La selección de la relación digestión-circulación como elementos involucrados en la función de nutrición del cuerpo humano contribuye a la formación de una visión integral del cuerpo humano, que si se abordan como procesos separados.

Esto permitió definir las cinco ideas centrales que subyacen en el modelo esperado, a saber: a) el sistema digestivo es un tubo continuo abierto formado por distintos órganos (boca, esófago, estómago, intestinos, ano y alguna glándula accesoria: glándulas salivales/hígado/páncreas), b) en su recorrido por el tubo digestivo, los alimentos sufren transformaciones físicas y reciben la acción de alguna secreción digestiva, c) los productos resultantes de la digestión son absorbidos en el intestino delgado, mientras que los desechos son eliminados, d) todos los órganos necesitan nutrirse y e) las sustancias obtenidas de la digestión pasan a la sangre para ser distribuidas a todos los órganos del cuerpo.

Conviene señalar que para construir el modelo esperado de digestión-circulación, se requiere del entendimiento y aplicación de diversos referentes conceptuales,

(como por ejemplo, reconocer la diferencia entre alimento y nutrimento o identificar la digestión como cambio químico) lo que demanda gran capacidad de abstracción.

Esto permite apreciar la complejidad del contenido e inferir las dificultades que se pueden presentar cuando se aborda su enseñanza en la escuela primaria. Este hecho quedó confirmado en las dificultades que tuvieron los alumnos para construir el modelo de digestión como proceso de transformación química, porque no lograron comprender que mediante el proceso digestivo, los alimentos cambian su naturaleza, transformándose en sustancias completamente diferentes a las que eran originalmente. Por tanto, es importante que al momento de diseñar propuestas de intervención didáctica sea considerado el nivel educativo al que van orientadas, para determinar el nivel de profundización que se quiera alcanzar.

### *Sobre las actividades*

Con relación a la actividad 1, que tuvo como propósito contextualizar el tema, encontramos que los alumnos tuvieron dificultades para relacionar la alimentación con la obesidad, pues aunque la mayoría de los alumnos aceptó que la comida sirve para crecer, tener energía o estar sanos, no pudieron explicar los mecanismos que permiten incorporar una parte del alimento al organismo, así que, les fue difícil advertir cómo pueden producirse determinados efectos en el cuerpo como el crecer o engordar.

Con la intención de promover la construcción de nociones básicas sobre los procesos digestivos que ocurren en la boca y el estómago, se realizaron dos actividades experimentales, mediante las cuales se trató de establecer una relación analógica entre los procesos digestivos y los dispositivos experimentales. De esto podemos destacar que, en el caso del experimento que buscaba reconocer la saliva como una secreción digestiva, la presencia del yodo desvió la

atención y provocó confusión, pues los alumnos más que establecer la relación saliva-alimento, terminaron asociando yodo-saliva; razón por la cual, no fue posible identificar claramente las entidades del modelo y por consiguiente tampoco se establecieron adecuadamente las relaciones entre ellas.

También, faltó aclarar que el experimento intentaba recrear las condiciones que se dan cuando los alimentos son masticados y mezclados con saliva, razón por la cual era necesario establecer con mayor precisión la relación analógica entre el dispositivo experimental y los elementos que intervienen en el proceso digestivo que sucede en la boca (principalmente saliva-alimento); en esta actividad era importante que los alumnos identificaran que el yodo sólo es un indicador de la presencia de almidón en ciertos alimentos como el arroz. Sin embargo este propósito no se alcanzó.

Con la intención de introducir nuevas ideas respecto al proceso digestivo, como cambio químico se presentó el otro dispositivo experimental en el cual un trozo de carne fue sometido a la acción de una mezcla parecida al jugo gástrico. Sin embargo, los niños solo percibían cambio de color y condujo a los alumnos a pensar que la carne se desbarataba o se disolvía.

En lo que corresponde al experimento, que buscaba caracterizar el jugo gástrico como sustancia digestiva, encontramos que si bien los alumnos distinguieron ciertas transformaciones ejercidas del jugo gástrico sobre el alimento, éstas sólo fueron entendidas como transformaciones físicas.

En otras palabras, se presentaron dificultades para introducir las nociones de los cambios químicos que ocurren a los alimentos en la boca y el estómago mediante los dispositivos experimentales, debido a que se ponen en juego entidades abstractas, que los alumnos de la etapa operacional (en la cual se encuentran los alumnos del estudio) no están en posibilidades de comprender y, por tanto, su empleo en la escuela primaria quizá no sea tan pertinente.

Otro aspecto importante a valorar es la observación de videos, para introducir ideas y como recursos para la enseñanza (Justi, 2006). Estas representaciones tuvieron el propósito de ayudar a los alumnos a construir conceptualmente elementos anatómicos y fisiológicos del modelo curricular de digestión-circulación. En este sentido, es necesario reconocer que si bien dichas representaciones, favorecieron la introducción de nuevas entidades al modelo en estudio, también provocaron confusión y tergiversaciones, pues al recurrir éstos al uso de analogías que no fueron lo suficientemente aclaradas, generó en los alumnos ideas equivocadas, como por ejemplo, creer en la existencia de “boquitas” que cortan la comida cuando ésta llega a los distintos órganos del sistema digestivo.

En consecuencia, habrá que ser sumamente cauteloso cuando se decida utilizar analogías, pues si bien es cierto que, una de las bases del éxito de los procesos de enseñanza y aprendizaje en ciencias puede radicar en saber utilizar adecuadamente las analogías como lo señalan Fernández *et al* (2003), también su uso inadecuado puede generar obstáculos para conseguir los propósitos educativos.

Por otro lado, consideramos pertinente destacar que la construcción colectiva de la maqueta del sistema digestivo y el uso de analogías, propició reflexiones favorables para identificar el sistema como un tubo continuo abierto y, al mismo tiempo promovió el interés y la participación activa de la mayoría de los alumnos.

### *Sobre el desarrollo*

La construcción de los modelos escolares, a través del cuestionamiento constante, promovió la confrontación de ideas, el planteamiento de problemas, el interés por participar, la reflexión, el diálogo, el debate, la argumentación y la búsqueda de información, entre otros aspectos.

Además, permitió escuchar las ideas y argumentos de los alumnos y alentar el trabajo en equipo. También se fomentó que los alumnos explicaran y describieran verbalmente, por escrito o por medio de dibujos, sus interpretaciones.

Esta apreciación pudo corroborarse cuando, por ejemplo, los alumnos se vieron involucrados en debates muy intensos relacionados con el orden de los intestinos, el establecimiento de relaciones directas entre el sistema digestivo y excretor, la naturaleza de la saliva o los desacuerdos sobre la necesidad de nutrimentos de ciertos órganos del cuerpo. Además, tales evidencias nos permiten reconocer y valorar que hay otras formas de trabajo, que contribuyen a desarrollar en los alumnos otro tipo de habilidades, capacidades y actitudes y, no solo la mera repetición de definiciones, muchas veces carentes de significado.

### *Sobre los criterios prácticos*

Consideramos adecuado planear en función de sesiones de dos horas continuas de clase, ya que esto favoreció el desarrollo de un promedio de 2 actividades por sesión y dio oportunidad de abordar en la mayoría de los casos las acciones previstas. Sin embargo, dadas las circunstancias actuales y la gran extensión de los programas de estudio, esto puede ser considerado una desventaja porque es una secuencia que demanda aproximadamente 14 horas de trabajo en el aula.

No obstante habrá que reconsiderar este planteamiento, ya que como mencionan Banet y Núñez (1992), otros procedimientos más rápidos demuestran una efectividad reducida, pues muchas veces no se alcanzan los objetivos propuestos, se favorece la memorización y la persistencia de nociones que no se corresponden con el conocimiento científico.

Ahora bien, es importante mencionar que para un proceso de esta naturaleza resultó muy pertinente la instrumentación de la estrategia en su fase de pilotaje, pues permitió reestructurar casi toda la secuencia didáctica, la cual tuvo

modificaciones importantes de fondo y forma, porque se reelaboraron los criterios para el diseño, los propósitos y las actividades y, se replanteó tanto la secuencia de actividades como su duración y su extensión.

En consecuencia, los instrumentos -incluido el diseñado para la detección de ideas previas- también tuvieron transformaciones significativas. Esta redefinición del proyecto, reconoció adecuar y optimizar las sesiones de clase con relación a la organización del grupo, la disponibilidad de tiempo y de materiales existentes en la escuela, principalmente los de tipo multimedia.

### *Sobre los instrumentos*

Aún y cuando se hicieron modificaciones importantes a la versión original, persistieron deficiencias en el diseño de los instrumentos, ya que en ocasiones resultaron insuficientes para recabar información inútil para los propósitos de este trabajo. Son ejemplos de esta afirmación los siguientes:

Los instrumentos diseñados para detectar las ideas previas resultaron insuficientes. El anexo 1 resultó ser un instrumento muy abierto, pues al solicitar a los alumnos sólo la representación escrita de su modelo, generó imprecisiones, que pudieron haberse resuelto mediante una entrevista para ampliar o precisar tanto la representación escrita como la iconográfica. Sin embargo, tal indagación no se realizó.

En el anexo 2 debió haberse incluido una pregunta que buscara identificar el concepto de digestión que tenían los estudiantes, lo cual fue una omisión importante.

En cuanto a los instrumentos utilizados para recuperar información sobre la construcción del proceso digestivo, mediante las actividades experimentales (anexos 4, 5 y 6), encontramos que son herramientas muy extensas, por tanto,

consideramos que muchas reflexiones pudieron haberse realizado de manera verbal y no escrita y enfocar la atención en reconocer los elementos del modelo digestivo y sus relaciones (por ejemplo: boca-saliva-alimento), incluso enriquecer la representación, a través de imaginar y dibujar.

Finalmente, el anexo 7, el cual pretendía indagar en qué medida los alumnos reconocen que las sustancias nutritivas obtenidas en la digestión son transportados por la sangre a todos los órganos para su aprovechamiento, resultó insuficiente puesto que solo se limitó a preguntar si cada órgano presentado necesita o no nutrimentos. En todo caso, el instrumento también debió solicitar información sobre el funcionamiento de cada órgano y cuestionar sobre la procedencia de las sustancias que necesita dicho órgano para crecer y/o funcionar.



## ***CONCLUSIONES***

Con base en el propósito general del trabajo, que consistió en *“Diseñar, desarrollar y evaluar una estrategia didáctica fundamentada en el constructivismo y la modelización, para promover en alumnos de primaria la construcción de un modelo de digestión-circulación de nutrimentos en el cuerpo humano más próximo al modelo científico escolar”* y considerando tanto los propósitos específicos de la estrategia como los resultados de su aplicación, puede concluirse que en la primera evaluación (Post-test 1°), 5 alumnos de un grupo de 21 (23.8%) lograron construir el modelo esperado (Modelo 4), aunque sólo 3/20 (15%) pudieron conservarlo después de tres meses (Post-test 2°).

Hay que precisar que 9/21 alumnos en el Post-test 1° (42.9%) y 5/20 alumnos en el Post-test 2° (25%) consiguieron construir parcialmente el Modelo 4, mientras que el resto del grupo elaboró modelos intermedios al esperado.

Así pues, en el Modelo 4 subyacen cinco ideas centrales, a saber: a) el sistema digestivo es un tubo continuo abierto formado por distintos órganos (boca, esófago, estómago, intestinos, ano y alguna glándula accesoria: glándulas salivales/hígado/páncreas), b) en su recorrido por el tubo digestivo, los alimentos sufren transformaciones físicas y reciben la acción de alguna secreción digestiva, c) los productos resultantes de la digestión son absorbidos en el intestino delgado, mientras que los desechos son eliminados, d) todos los órganos necesitan nutrirse y e) las sustancias obtenidas de la digestión pasan a la sangre para ser distribuidas a todos los órganos del cuerpo.

Por lo que se refiere a los tres modelos intermedios, su denominación sigue un orden progresivo ascendente, atendiendo a su grado de complejidad. Así pues, en el Modelo 3, los alumnos conciben el sistema gastrointestinal como un tubo continuo abierto (formado por diferentes órganos: boca, esófago, estómago, intestinos -diferenciados o no- y ano), donde los alimentos son transformados por

procesos físicos y/o mecánicos. Además, reconocen que las sustancias nutritivas contenidas en los alimentos son aprovechadas con la participación de algún órgano en especial y los desechos son eliminados. Eventualmente reconocen que los productos de la digestión son repartidos en el cuerpo.

En el Modelo 2, los estudiantes reconocen el sistema digestivo como un tubo continuo cerrado/abierto, formado o no por algunos órganos (boca, esófago, estómago y/o intestinos), por el cual transitan los alimentos, en cuyo discurrir pueden o no experimentar transformaciones. Es un proceso en el que puede o no reconocerse la eliminación de desechos. Además se identifica la presencia de sustancias nutritivas y no nutritivas en los alimentos.

Por su parte, la alumna clasificada en el Modelo 1, identificó (Pre-test) el sistema digestivo como un tubo discontinuo abierto/cerrado, formado por algunos órganos, a través de los cuales ocurre el tránsito de los alimentos para separar las sustancias “buenas” y “malas” contenidas en los alimentos, con una consecuente expulsión de desechos. Sin embargo, no fue posible valorar la progresión de este modelo porque la alumna no concluyó todos los momentos de la evaluación.

A juzgar por los datos y ejemplos aportados, se desprende que muchos de los alumnos inician con modelos de digestión-circulación restringidos a su anatomía, pues en el Pre-test, de los 22 alumnos que integran el grupo, 11 de ellos construyen los Modelos 1 y 2 (1/22 y 10/22, respectivamente), representaciones caracterizadas básicamente por elementos anatómicos.

En cambio, si observamos las tendencias de los modelos al finalizar la intervención didáctica, podemos conjeturar que algunos estudiantes lograron enriquecer sus modelos iniciales, dotándolos de más y mejores elementos no sólo anatómicos sino también fisiológicos, ya que varios de ellos alcanzan el Modelo 3 (6/21 en el Post-test 1° y 10/20 en el Post-test 2°), el cual, además de contar con más elementos anatómicos del modelo esperado, incorpora nociones – aunque muy incipientes- sobre transformación, absorción y distribución de sustancias

nutritivas. Dan cuenta también de ello, la tendencia que muestra el Modelo 4 en ambos momentos de la evaluación, cuyos datos ya fueron referidos.

Lo anterior pueden ser indicios de que, en términos generales, los estudiantes no sólo construyeron una mejor noción de la morfología del sistema gastrointestinal, sino que comenzaron a integrar los sistemas digestivo y circulatorio desde el punto de vista anatómico y fisiológico, al reconocer ciertos detalles anatómicos del intestino delgado relacionados con la absorción (vellosidades intestinales) y la circulación de nutrimentos por todo el organismo, incluso el paso de sustancias nutritivas por el sistema porta-hepático, al cual hicieron alusión los alumnos ubicados en el Modelo 4 (11/14 en el Post-test 1° y 3/8 en el Post-test 2°).

Asimismo, la incorporación de dos ideas básicas del modelo esperado *“Todos los órganos necesitan nutrirse”* y *“Las sustancias obtenidas de la digestión pasan a la sangre para ser distribuidas a todos los órganos del cuerpo”*, (presentadas por los alumnos que alcanzaron total o parcialmente el Modelo 4), permiten suponer que empieza a construirse la noción de que la digestión, la absorción y la circulación de sustancias nutritivas son funciones complementarias que hacen posible la nutrición del cuerpo.

Por el contrario, no podemos hacer la misma apreciación respecto al conocimiento de los procesos físico-químicos de la digestión, ya que la totalidad de los alumnos se mantiene en un modelo físico-mecánico, el cual tiende a explicar el proceso digestivo con base en mecanismos físicos (masticar, moler, triturar, disolver...), y no en transformaciones químicas, pues aunque algunos estudiantes clasificados en el Modelo 4 llegaron a identificar la participación de sustancias digestivas en el proceso (saliva, bilis, jugo pancreático), esto no implicó que comprendieran las transformaciones químicas que ocurren mediante su acción, pues la totalidad de ellos siguieron pensando que tanto la saliva como el jugo gástrico “deshace” la comida en fragmentos más pequeños para poder ser absorbida.

Sin embargo, para Contento (1981)<sup>56</sup>, desde el punto de vista de la teoría piagetiana, estos resultados no son sorprendentes puesto que los niños de la etapa operacional (en la cual se encuentran los alumnos del estudio) entienden que existe un cambio en los alimentos producido en el estómago (se transforman en “pequeños cachitos” o “se hacen papilla”) pero creen que permanece igual en cuanto a su composición, independientemente de su transformación física, por ello no entienden cómo entidades abstractas y no visibles, llamados nutrimentos (que son el resultado de la transformación química de los alimentos) pueden afectar el cuerpo, de manera que sólo en la etapa del pensamiento lógico formal existe la habilidad para entender la diferencia conceptual entre alimento y nutrimento.

Además, al parecer los docentes hemos contribuido a fortalecer en los estudiantes la idea de transformación exclusivamente física, ya sea por desconocimiento o en un intento por resumir al máximo los procesos, afirmamos –por ejemplo- que en la digestión se fragmentan los alimentos para que sean absorbidos por el intestino, sin aludir al hecho de que los alimentos se transforman en sustancias diferentes a lo que eran originalmente. Al respecto, Banet y Núñez (1989) refieren que los profesores tenemos un conocimiento limitado de las secreciones digestivas, lo que probablemente también sea un factor que interviene en el tipo de nociones que fomentamos o reforzamos.

En este sentido, advertimos que tratar de modelizar los procesos digestivos que ocurren en la boca y en el estómago mediante los dispositivos experimentales desarrollados en la estrategia, quizá no sea lo más acertado, ya que resultó sumamente complejo para los alumnos relacionar la evidencia empírica con la transformación química de los alimentos. Por tanto, antes de pretender instrumentar estas actividades en el salón de clase es indispensable tener en cuenta el nivel educativo al que van dirigidas. En consecuencia, habrá que valorar la pertinencia de instrumentarlas en la escuela primaria, o en todo caso prescindir dadas sus alcances y limitaciones.

---

<sup>56</sup> Referido por León-Sánchez y Barrera (2009).

Es importante destacar que a partir de la construcción de modelos escolares, fue posible favorecer cierta progresión en los modelos iniciales de la mayoría de los estudiantes, pues en el Post-test 1° se observa que 12/21 alumnos accedieron al modelo inmediato superior en el cual se encontraban inicialmente, 5/21 avanzaron 2 modelos, mientras que 4/21 se mantuvieron el mismo modelo. En el Post-test 2° encontramos que 10/20 accedieron al modelo inmediato superior, 2/20 avanzaron 2 modelos y 8/20 se conservaron su modelo.

Además, fue posible favorecer –entre otros aspectos- la explicitación y confrontación de las ideas previas, el debate, la investigación, el consenso y la argumentación en el aula. Estos elementos, desde mi perspectiva, hacen de la modelización una propuesta viable para la enseñanza de las ciencias que requiere de la preparación tanto de estudiantes y profesores para enfrentar una nueva forma de construir el conocimiento científico escolar.

## ***REFERENCIAS***

Aduriz-Bravo, a. (2009). Hacia una consenso metateórico en torno a la noción de modelo con valor para la educación científica. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona. 2616-2620.

Arnaudin, M. & Mintzes J. (1985). Student's Alternative Conceptions of the Human Circulatory System: A cross-Age Study. Science Education 69(5): 721-733.

Astolfi, J. (1988). El aprendizaje de conceptos científicos: Aspectos epistemológicos, cognitivos y lingüísticos. Enseñanza de las ciencias, 6(2), 147-155.

Backhoff, E., Andrade E., Sánchez, A. y Peón, M. (2007), El aprendizaje de las Ciencias Naturales. El aprendizaje en tercero de primaria en México: Español, Matemáticas, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, México. Extraído el 28 junio, 2010.

Banet, E., Núñez, F. (1987). Los conocimientos de los alumnos como referencia para el desarrollo del currículum: Aportaciones en relación con la nutrición humana. Enseñanza de las ciencias, Número Extra, 83-85.

Banet, E., Núñez, F. (1988). Ideas de los alumnos sobre la digestión: Aspectos anatómicos. Enseñanza de las ciencias, 6(1), 30-37.

Banet, E., Núñez, F. (1989). Ideas de los alumnos sobre la digestión: Aspectos fisiológicos. Enseñanza de las ciencias, 7(1), 35-44.

Banet, E., Núñez, F. (1992). La digestión de los alimentos: Un plan de actuación en el aula fundamentado en una secuencia constructivista de aprendizaje. Enseñanza de las ciencias, 10(2), 139-147.

Banet, E. (2001). *Los procesos de nutrición humana*. Referencias para la planeación de la enseñanza. Madrid, Síntesis Educación.

Banet y Núñez (2006). Actividades en el aula para la reestructuración de ideas: un ejemplo relacionado con la nutrición humana. Primer Taller de Actualización sobre los Programas de Estudio 2006. Antología de Ciencias. México, SEP.

Bastida, M., Ramos, F., Luffiego, M., Soto, J. (1994). ¿Qué hacer con los conceptos previos? *Alambique* 2, 112-118.

Benarroch, A. (2008). Una simulación teatral para la enseñanza de la nutrición humana en la educación primaria. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 2008 (96-103).

Benito, M. (2009). Debates en torno a la enseñanza de las ciencias. *Perfiles Educativos, IISUE-UNAM*, 31(123), 27-43.

Brady, R. (1991). *Sistema digestivo, curso programado de anatomía y fisiología*. México, Limusa.

Campanario, J. y Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (2), 155-169.

Cañal, P. (2008). El cuerpo humano: una perspectiva sistémica. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 58 (8-22).

Carretero, M. (2004). *Constructivismo y educación*. Argentina, Aique.

Carvalho, G., Silva, R., Lima, N., Coquet, E., Clément, P. (2004). Portuguese primary school children's conceptions about digestion: Identification of learning obstacles. *International Journal of Science Education* 26, 1111-1130.

Carvalho, G., Silva, R., Clément, P. (2003). Epistemological and didactical learning obstacles identified in Portuguese primary school pupils (Synopsis), in ESERA 2003: Research and the Quality of Science Education. ESERA, Noordwijkerhout, CD.

Carvalho, G. (2007). Relationships between digestive, circulatory, and urinary systems in Portuguese Primary Textbooks. *Science Education International*, 18(1), 15-24. International Council of Associations in Science Education.

Carvalho, M. (2008). "Eu como porque eu preciso comer": Idéias e Analogias de Crianças do Ensino Fundamental sobre Sistema Digestório e Nutrição. Dissertação da obtenção do título de Mestre em Educação. Faculdade de Educação da UFMG.

Cubero, R. (1996a). Concepciones de los alumnos y cambio conceptual. Un estudio longitudinal sobre el conocimiento del proceso digestivo en educación primaria. Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, Facultad de Psicología.

Cubero, R. (1996b). La construcción del conocimiento en el proceso digestivo. Un estudio longitudinal. *Enseñanza de las ciencias*, 2(102-109).

Cubero, R. (1998). Aprendizaje de la digestión en la enseñanza primaria. *Alambique [Versión electrónica]*, 16(1-10).

Cubero, R. (2005). Perspectivas constructivistas. La intersección entre el significado, la interacción y el discurso. España, Grao.

Delval, J. (1997). Tesis sobre el constructivismo. En Rodrigo, M.J. y Arnay, J. (1997). *La construcción del conocimiento escolar*. México, Paidós.

Chadwick, C. (2001). La psicología de aprendizaje del enfoque constructivista. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 31(4), 11-126.



Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (1985). Algunas características de las ideas de los niños y sus implicaciones en la enseñanza. En R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (Eds.), Ideas científicas en la infancia y la adolescencia (291-304). Madrid, Morata.

Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (1985). Las ideas de los niños y el aprendizaje de las ciencias. En R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (Eds.), Ideas científicas en la infancia y la adolescencia (19-30). Madrid, Morata.

Driver R., Squires, A., Rushworth, P. y Wood-Robnson, V. (2000). Dando sentido a la ciencia en secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños. México, SEP/Visor.

Driver, R. y Oldham, V. (2000). Un enfoque constructivista del desarrollo curricular en ciencias. En Constructivismo y enseñanza de las ciencias. Porlán, R., García, E., y Cañal, P.(Comp.). Sevilla, Diada.

Duschl, R. (1997). Renovar la enseñanza de las ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo. Madrid, Narcea.

Ernest, P. (1995). The one and the many. In L.P. Steffe and J. Gale (Eds.). Constructivism in Education. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey.

Fajardo, A., Eichner, B., Muñiz, J. (1999). Diccionario de términos de nutrición. México, Auroch.

Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. y Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. Enseñanza de las ciencias, 20 (3), 477-488.

Flavell, J. (2007). La psicología evolutiva de Jean Piaget. México, Paidós.

Fumagalli, L. (1997). La enseñanza de las ciencias naturales en el nivel primario de educación formal: Argumentos a su favor. En, SEP (2001). La enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela primaria. Lecturas. Programa de Actualización Permanente. CONALITEG.

García, S. y Martínez, C. (2001) Qué actividades y qué procedimientos utiliza y valora el profesorado de educación primaria. Enseñanza de las ciencias, 19 (3), 433-452.

García, P. y Sanmartí, N. (2006). La modelización: una propuesta para repensar la ciencia que enseñamos. En: M. Quintanilla y A. Adúriz-Bravo. Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas, 279-295. Santiago de Chile. Ed. Universidad Católica de Chile.

Garrido, *et al* (2005) ¿Qué conocen los niños/as ente los 4 y los 7 años sobre el aparato digestivo y el aparato respiratorio? Enseñanza de la Ciencias, Número Extra VII Congreso (2-6).

Giere, R. (1999). Un nuevo marco para enseñar el razonamiento científico. Enseñanza de las ciencias. Número Extra.

Fernández, J., González, B., González, T., Moreno J. (2003). Las analogías como modelo y como recurso en la enseñanza de las ciencias. Revista Alambique 35 [Versión electrónica].

Glaserfeld, E. (1990). Introducción al constructivismo radical. En Paul Watzlawick 1990. La realidad inventada. Edit. Geodisa. España.

Gómez G., Alma A., Sanmartí N., Pujol, R. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la escuela primaria. Enseñanza de las ciencias, 25 (3), 325-340.

Gómez, A. (2006). ¿Cómo conocemos el mundo?: Los órganos de los sentidos y el sistema nervioso. Wolters Kluwer España.

Guerra, T. (2006). Los científicos y su trabajo en el pensamiento de los maestros de primaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa. Una aproximación pedagógicamente situada*, 11(31), 1287-1306.

Gutiérrez, R. (1999). La causalidad en los razonamientos espontáneos. *Enseñanza de las ciencias*, Número Extra (31-61).

Guyton, A. (1992). *Tratado de fisiología médica*. Madrid. McGraw-Hill, Interamericana de España.

Heredia, S. (2008). Degradación del almidón mediante la amilasa salival. *Revista Eureka*, 5(1), 104-106.

Hernández, P. (1997). Construyendo el constructivismo: criterios para su fundamentación y aplicación instruccional. En Rodrigo, M.J. y Arnay, J. (1997). *La construcción del conocimiento escolar*. México, Paidós.

Izquierdo, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 111-122.

Izquierdo, M.; Sanmartí, N.; Espinet, M. (1999a). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 45-59.

Izquierdo, M., Espinet, M., García P., Pujol, R. Sanmartí, N. (1999b). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las ciencias*. Número Extra, 79-91.

Jeronen, E., Niemitalo, H. Jeronen, J., Korkeamäki, R. (2009). Conceptions of Finnish 7-8 years old pupils on human anatomy and physiology. A phenomenographic case study. *Contemporary Science Education Research: Learning and Assessment. A collection of papers presented at European Science Education Research Association (ESERA) 2009 Conference*. Editors G. Çakmakci & M. F. Taşar. Hacettepe Üniversitesi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Turkey, 145-150.

Justi, R. (2006). La enseñanza de la ciencia basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias*, 24(3), 173-184.

León-Sánchez, R., Barrera, K. y Palafox, G. (2005). Las ideas de los niños acerca del proceso digestivo. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VII Congreso, 1-4.

León-Sánchez, R. y Barrera, K. (2009). Las ideas de los niños sobre el mundo biológico. México, Universidad Autónoma de México, Facultad de Psicología.

López, R. (2003). Idea de constructivismo. *Revista Praxis*, Facultad de Ciencias humanas y Educación. Universidad Diego Portales. Santiago de Chile, 3(5), 1-10.

Mahan, K., Escott-Stump, S. (1998). *Nutrición y dietoterapia de Krause*. México, McGraw-Hill Interamericana.

Manjón, A. y Postigo, Y. (2007). La naturaleza de las representaciones sobre el sistema circulatorio. En J. Ignacio Pozo y Fernando Flores. *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*. Madrid, Visor (155-172).

Mares, C., Guevara, Y., Rueda, E., Rivas O. y García, H. (2004). Análisis de las interacciones Maestra-alumnos durante la enseñanza de las ciencias naturales en primaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 9 (22),721-745

Martín-Díaz, M.J.; Gutiérrez, M.S. y Gómez, M. (2005), *Alfabetización Científica ¿Para qué y para quienes? ¿Cómo lograrla?* *Enseñanza de las ciencias*, Número Extra. VII Congreso

Méheut, M., Psillos, D. (2004). Teaching-learning sequences: aims and Tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26 (5), 515-535.

Membiela, P. y Cid, M. (1998). Desarrollo de una unidad didáctica centrada en la alimentación humana, social y culturalmente contextualizada. *Enseñanza de las ciencias*, 16(3), 499-511.

Merino, C., Gómez A. y Adúriz-Bravo, A (2008). Área y estrategias de investigación en la didáctica de las ciencias experimentales. Merino et al (coordinadores). Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.

Nieda y Macedo (1998). Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años. Biblioteca del Normalista. México, SEP-Cooperación Española.

Núñez, F. Banet, E. (1996). Modelos conceptuales sobre las relaciones entre digestión, respiración y circulación. *Enseñanza de las ciencias*, 14(3), 261-278.

Sanmartí, N., Márquez, C., García, P. (2002). Los trabajos prácticos, punto de partida para aprender ciencias. *Aula de Innovación Educativa*, 113-124.

Pérez de Eulate, L. (1993). Revisión bibliográfica sobre preconceptos en fisiología de la nutrición humana. *Enseñanza de las ciencias*, 11(3) 345-348.

Pozo, J. (2008). *Aprendices y maestros. La psicología cognitiva del aprendizaje*. Madrid, Alianza Editorial.

Pozo J. y Gómez M. (2004). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid, Morata.

Rivadulla, J., García, S., Martínez, C. (2008). La nutrición humana en la educación obligatoria. Dificultades y análisis conceptual. Facultad de Ciencias da Educacion. Universidade da Coruña. Campus de Elviña.

Rodríguez, D. y López, D. (2006). ¿Cómo se articulan las concepciones epistemológicas y de aprendizaje con la práctica docente en el aula? *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(31), 1307-1335.

Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid, Síntesis Educación.

SEP (2009). Programa de Estudio para el 4° grado de Educación Primaria. Etapa de prueba. México, SEP, CONALITEG.

SEP (2003). Ciencias Naturales el 3° grado de Educación Primaria. México, SEP, CONALITEG.

Teixeira, F. (2000). What happens to the food we eat? Children's conceptions of the structure and function of the digestive system. *International Journal of Science Education*, 22(5), 507-520.

Tunnicliffe, S. (2004). Where does the drink go? *Primary Science Review*, 85, Nov/Dec (8-10).

Villee, C. (1996). *Biología*. México. McGraw-Hill, Interamericana Editores.

Zambrano, A. (2009). Las teorías pedagógicas, los modelos pedagógicos, los modelos disciplinares y los modelos didácticos en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Instituto de Educación y Pedagogía/Universidad del Valle. Cátedra/ICFES Agustín Nieto Caballero Educación en Ciencias.

Otras fuentes consultadas

<http://www.ceprecyt.org/Experimentos/Experimentos.htm>:

[http://www.youtube.com/watch?v=7FveU\\_xDF5w&NR=1](http://www.youtube.com/watch?v=7FveU_xDF5w&NR=1) (video, duración 5:05 minutos)

<http://www.youtube.com/watch?v=vLB5nniNhmU&feature=related> (video, duración 1:14 minutos)

<http://www.youtube.com/watch?v=j2hLvAcmwss&feature=related> (video, duración 9:56 minutos)

<http://jesmanzan.wordpress.com/2007/10/08/u-2/>

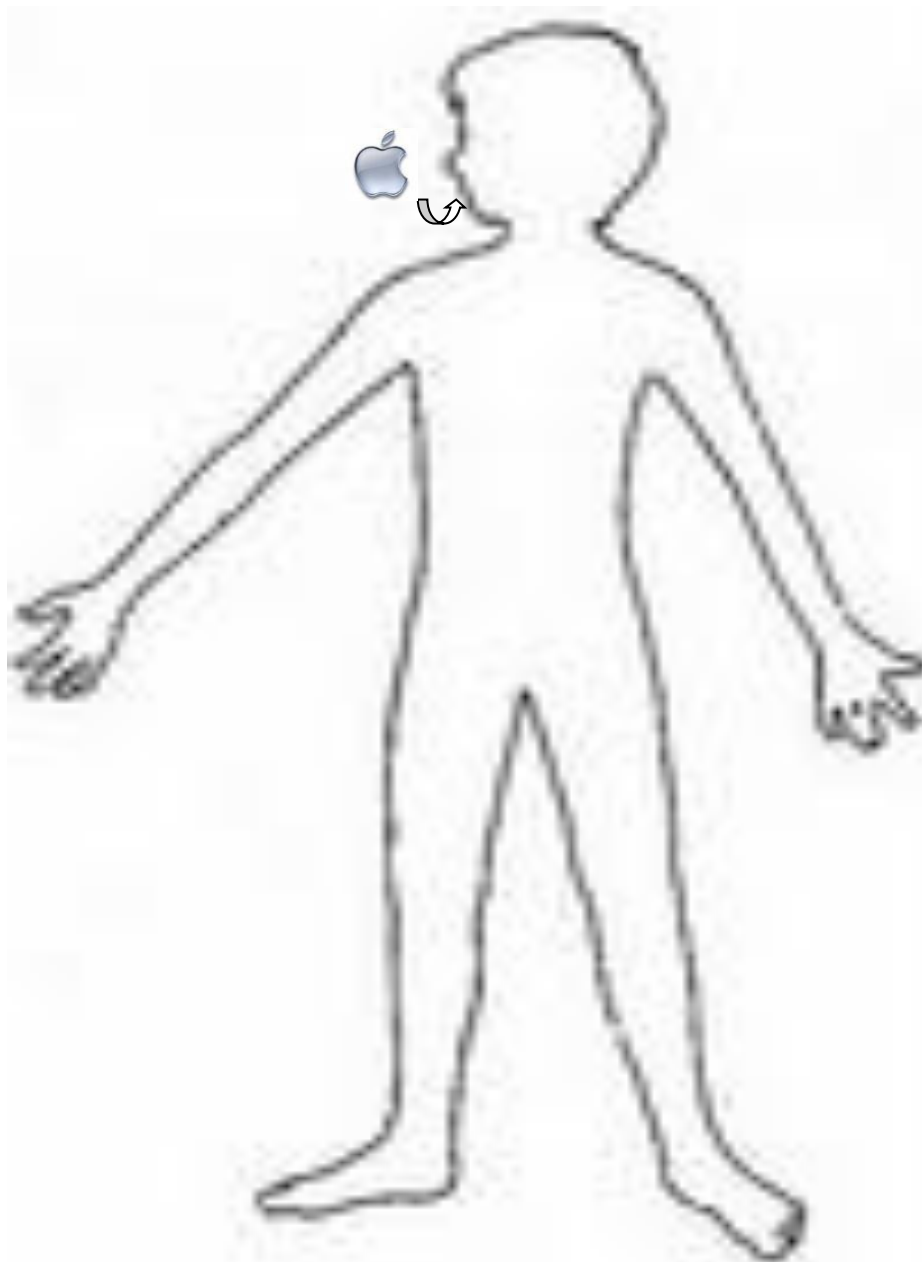
<http://www.youtube.com/watch?v=rVcqP9LVv1I&NR=1>.

# *Anexos*

***¿Alguna vez has pensado qué pasa con lo que comes?***

En esta actividad te presentamos una silueta del cuerpo humano, para que...

1. Dibujes qué le pasa a una manzana cuando te la comes.
2. Expliques qué hace el cuerpo para aprovecharla.
3. Describas el camino que sigue la manzana de principio a fin, poniéndoles el nombre a las partes que participan.





**Contextualización**

**Instrucciones:** Contesta lo que se te pide en cada caso.

1. ¿Por qué comemos?

---

---

---

2. ¿Qué es un alimento?

---

---

---

3. ¿Qué hay en los alimentos que los hace tan necesarios a nuestro cuerpo?

---

---

---



4. ¿Para qué utilizamos los alimentos que comemos?

---

---

5. ¿Qué alimentos crees que debemos consumir a diario y por qué?

---

---

*Una noticia de actualidad*

# EL MAÑANA



Local Laredo Deportes Revista Opinión Suplementos Edición Impresa Multimedia  Avisos-Ocasión

[Opinión](#) / [Editoriales](#)

Jueves, 08 de Abril de 2010.



Por Catòn

## ***La obesidad infantil***

El problema de la obesidad infantil es ya motivo de preocupación entre los médicos.

Todos los estudios muestran que la obesidad entre los niños es ya una especie de epidemia que está cundiendo sin control.

La obesidad, ya se sabe, es causa de una gran variedad de problemas de salud. Una de las formas de prevenirla en la edad infantil sería prohibir que se vendan alimentos chatarra en las tiendas escolares, y que en su lugar se promoviera entre los niños y los jóvenes el consumo de frutas y otros alimentos sanos.

Desde luego la cosa no es tan fácil: están de por medio muchos intereses económicos. Pero por encima de las ganancias de las empresas fabricantes de esos alimentos chatarra está la salud de los niños mexicanos.

En eso las autoridades sanitarias no pueden ni deben hacer ninguna concesión...



Foto [www.solidaridadymedios.org/.../ninos-obesos](http://www.solidaridadymedios.org/.../ninos-obesos)

***¿Qué les pasa a los alimentos dentro de nuestra boca?***

El día de hoy haremos un experimento para ver qué les pasa a los alimentos cuando llegan a nuestra boca.

Material:

- Cuatro vasos desechables y marcador
- Agua
- Tintura de yodo
- Una cucharita de plástico
- Un palito de plástico
- Arroz cocido en agua
- Saliva (recolectada en el equipo)

**Procedimiento:**

- Numera los vasos del 1 al 4.
- En el vaso 4 recolecta un poco de saliva de los integrantes del equipo y anótale **saliva**.
- En el vaso 1 coloca la mitad de agua y agrega dos gotas de tintura de yodo y revuelve con el palito.
- En el vaso 2 vuelve a colocar la mitad de agua, agrega cinco cucharaditas de “caldo de arroz”, después añade dos gotas de tintura de yodo y revuelve con el palito.
- A continuación toma el vaso 2 y coloca la mitad de su contenido en el vaso 3, luego agrega la saliva y revuelve con el palito.

1. Al vaso 1 ponle la mitad de agua y luego agrega dos gotas de tintura de yodo y revuelve con el palito.

Contesta antes de hacerlo  
¿Qué crees que va a pasar?

¿Por qué crees que va a pasar eso?

¿Acertaste? \_\_\_\_\_

2. En el vaso 2 vuelve a colocar la mitad de agua, luego agrega cinco cucharaditas de “caldo de arroz” y dos gotas de tintura de yodo. Revuelve con el palito.

Contesta antes de hacerlo  
¿Qué crees que va a pasar?

¿Por qué crees que va a pasar eso?

¿Acertaste? \_\_\_\_\_

3. Coloca en el vaso 3 la mitad del contenido del vaso 2, luego agrega la saliva.

Contesta antes de hacerlo  
¿Qué crees que va a pasar?

¿Por qué crees que va a pasar eso?

¿Acertaste? \_\_\_\_\_

¿Qué sucedió?

¿Por qué crees que sucedió eso?

5. ¿Este experimento nos proporciona alguna información?\_\_\_\_\_

¿Cuál?

4. Dibuja los tres vasos, utilizando colores.

**Vaso 1**

Agua+yodo



**Vaso 2**

Agua+yodo+arroz



**Vaso 3**

Agua+yodo+arroz+saliva



¿Cómo explicas las diferencias de lo que ha sucedido en cada vaso?

6. ¿Qué crees que les pase a los alimentos, cuando se mezclan con la saliva?

***¿Qué tan ácidas son algunas sustancias?***

**Material:**

- Seis vasos desechables
- Seis etiquetas
- Seis tiras reactivas
- Un muestrario de colores para comparar
- Agua
- Preparado de jugo gástrico (parecido al del estómago)
- Bicarbonato de sodio
- Jugo de limón
- Saliva
- Una cucharada de bicarbonato de sodio

**Procedimiento:**

Escribe en cada etiqueta y en cada tira los siguientes letreros.

- Agua
- Jugo gástrico (parecido al del estómago)
- Bicarbonato de sodio con agua
- Jugo de limón
- Saliva
- Vinagre

2. Pega una etiqueta en cada vaso.
3. Coloca en cada vaso la sustancia según su letrero.
4. Sumerge la tira reactiva que dice agua en el vaso que dice agua y espera un minuto.
5. Saca la tira y compárala con el muestrario de colores, después contesta la pregunta 1.
6. Repite el mismo procedimiento con cada sustancia y contesta todas las preguntas.

1. ¿Qué tipo de sustancia es el **agua**?

Subraya la respuesta.

- a) ácida
- b) básica
- c) neutra

2. ¿Qué grado de acidez tiene la mezcla de **agua con bicarbonato**? \_\_\_\_\_

¿Qué tipo de solución es? Subraya la respuesta.

- a) ácida
- b) básica

<p>3. ¿Qué grado de acidez tiene el <b>jugo de limón</b>?_____</p> <p>¿Qué tipo de solución es? Subraya la respuesta.</p> <p>a) <u>ácida</u> b) básica</p>	<p>4. ¿Qué grado de acidez tiene la <b>saliva</b>?_____</p> <p>¿Qué tipo de solución es? Subraya la respuesta.</p> <p>a) <u>ácida</u> b) básica</p>	<p>5. ¿Qué grado de acidez tiene el <b>vinagre</b>?_____</p> <p>¿Qué tipo de solución es? Subraya la respuesta.</p> <p>a) <u>ácida</u> b) básica</p>
<p>6. ¿Qué grado de acidez tiene el preparado de <b>jugo gástrico</b>, que es parecido al del estómago?_____</p> <p>¿Qué tipo de solución es? Subraya la respuesta.</p> <p>a) <u>ácida</u> b) alcalina</p>	<p>7. ¿Cuál fue la sustancia más ácida?</p>	<p>8. ¿Qué crees que les pase a los alimentos cuando llegan al estómago y se mezclan con sus <b>jugos gástricos</b>?</p>

***¿Qué les pasa a los alimentos dentro del estómago?***

Material:

- Matraz balón de fondo plano con tapón de hule.
- Una pequeña porción de carne molida cruda.
- Un plato de plástico
- Solución semejante al jugo gástrico parecido al del estómago.

<p>Procedimiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. En un matraz coloca el jugo gástrico que te dará la maestra.</li> <li>3. Coloca la carne y tápalo con su tapón.</li> <li>4. Agítalo muchas veces y observa.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dibuja la carne utilizando colores.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. ¿Qué crees que le pasará a la carne cuando se mezcle con el “jugo gástrico”?</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>3. ¿Qué sucedió?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Por qué crees que ha sucedido?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. ¿Qué crees que le pase a las carnes que comemos cuando llegan al estómago?</li> </ol>

**¿Todo el cuerpo necesita nutrirse?**

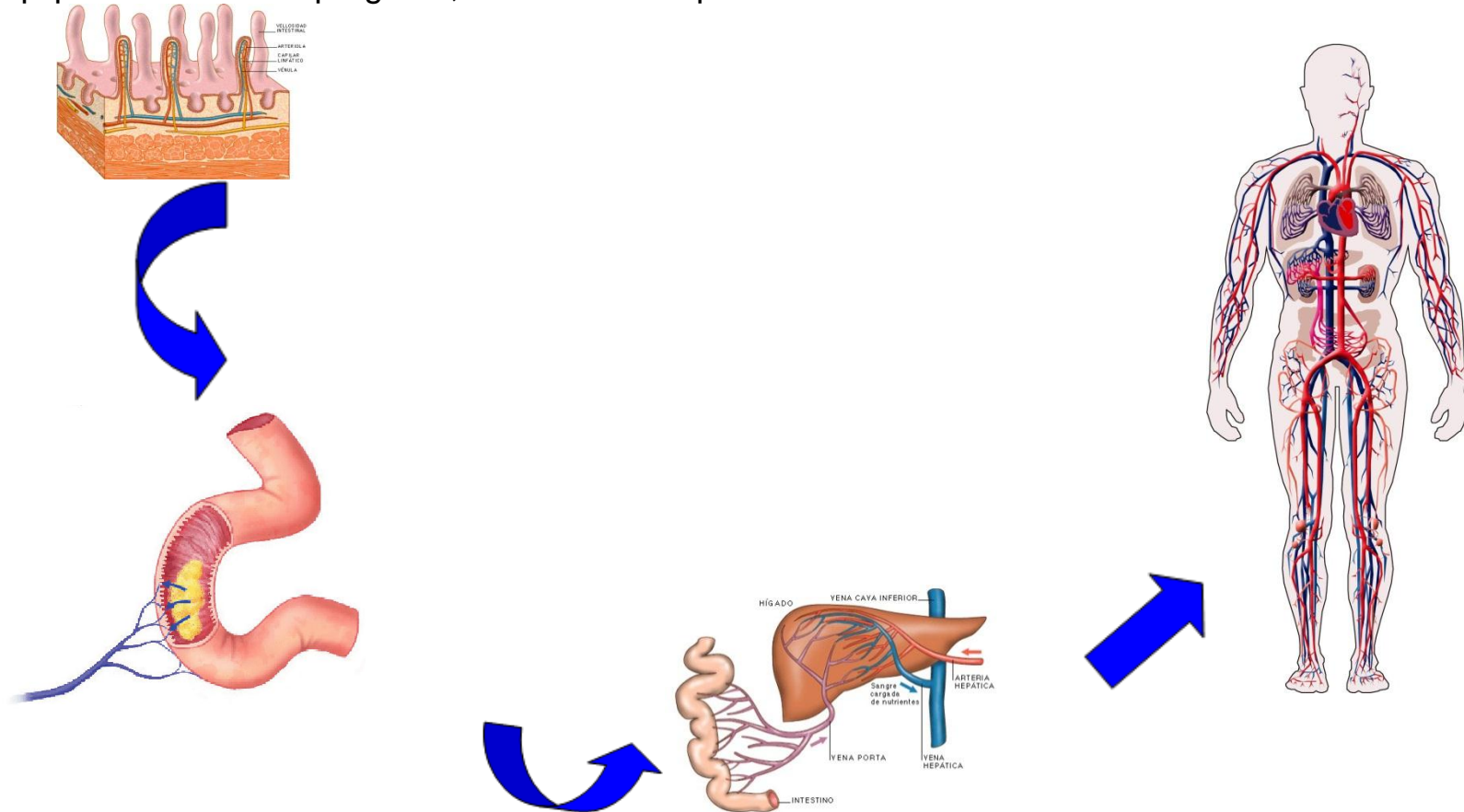
**Instrucciones:** Marca con una **X** la respuesta que te parezca más adecuada.

¿Qué partes del cuerpo necesitan nutrirse?	SÍ	NO	NO SÉ
 <p>Cerebro</p>			
 <p>Huesos</p>			
 <p>Ojo</p>			
 <p>Estómago</p>			
 <p>Corazón</p>			
 <p>Riñones</p>			
 <p>Manos</p>			



**¿Qué función tiene el intestino delgado?**

Por equipos contesten la pregunta, utilizando el espacio blanco.



**¿Cómo explicarías cada una de las siguientes situaciones?**

*Instrucciones:* Lee lo que sucedió en cada caso y contesta lo que se pide.

1. Cierta día, Pepe despertó con un fuerte dolor de cabeza, entonces su mamá lo llevó con la doctora para que le recetara una medicina. Al llegar a su casa, Pepe se tomó la pastilla que le indicó la doctora. Tiempo después el dolor había desaparecido. ¿De qué manera explicarías cómo pudo la pastilla quitarle a Pepe el dolor de cabeza?



2. La señora Mary siempre trata de alimentar bien a su familia, un día leyó en un libro que la vitamina “A” ayuda al buen funcionamiento de los ojos y que esa vitamina se encuentra en alimentos como la zanahoria, la calabaza y el brócoli. Por eso, al día siguiente preparó además de otros alimentos, jugo de zanahoria para el desayuno, el cual los niños bebieron con mucho gusto ¿Cómo llegará la vitamina “A” que está en el jugo de zanahoria hasta los ojos de los niños?

